

DREAL Aquitaine
Service mobilité, transports et infrastructures

**Mise à 2x3 voies de la rocade ouest A630
de Bordeaux**
Section des échangeurs n° 4 à 10
Actualisation de l'étude air de niveau I
Rapport d'étude

Rapport d'étude – Version 4

Date : 13/02/2015

Sommaire

1. Introduction	6	
1.1 Objet de l'étude	6	
1.2 Contexte réglementaire	6	
1.3 Contenu de l'étude	7	
1.4 Déroulement de l'étude	7	
2. Historique relatif à la définition du domaine d'étude	7	
3. Recueil des données existantes relatives aux populations et usages sur la zone d'étude	8	
3.1 Méthodologie	8	
3.2 Populations sensibles	8	
3.3 Activités industrielles	10	
3.4 Jardins	10	
4. Qualification de l'état initial	13	
4.1 Notions générales sur les polluants atmosphériques	13	
4.1.1 Sources d'émissions et impacts sur la santé des polluants atmosphériques	13	
4.1.2 La réglementation des polluants atmosphériques	14	
4.2 Les états initial et actuel	15	
4.2.1 Bilan des émissions atmosphériques	15	
4.2.2 Surveillance de la qualité de l'air sur l'agglomération bordelaise	17	
4.3 Campagnes de mesures in situ – État initial	25	
4.3.1 Qualité de l'air	25	
4.3.2 Qualité des sols et des végétaux	30	
4.3.3 Bruit de fond	36	
5. Estimation des émissions de polluants	38	
5.1 Méthodologie	38	
5.1.1 Méthodologie générale	38	
5.1.2 Méthodologie – Émissions à l'échappement et à l'évaporation	39	
5.1.3 Usure des équipements automobiles, de la route et de ses équipements	39	
5.2 Données d'entrée	40	
5.2.1 Données de trafic	40	
5.3 Bilan des émissions	43	
5.3.1 Bilan des émissions en NOx (polluant traceur de la pollution automobile)	43	
5.3.2 Bilan des émissions pour les autres polluants étudiés	46	
5.3.3 Synthèse	47	
5.3.4 Bilan de la consommation énergétique	47	
5.3.5 Bilan des gaz à effet de serre	48	

6. Modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants 48

6.1 Description du modèle ADMS Roads	48
6.2 Hypothèses retenues pour la modélisation	49
6.2.1 Phénomènes pris en compte par le modèle	49
6.2.2 Grilles de calcul et récepteurs	49
6.2.3 Nature des sols et topographie	50
6.2.4 Météorologie	51
6.2.5 Caractéristiques des polluants considérés	52
6.2.6 Réseau routier modélisé	52
6.2.7 Pollution de fond	53
6.2.8 Emissions	53
6.2.9 Calage du modèle	54
6.3 Calcul des concentrations dans l'air	56

7. Impact du projet sur la qualité de l'air 61

7.1 Valeurs simulées aux récepteurs	61
7.1.1 Dioxyde d'azote	61
7.1.2 Dioxyde de soufre	62
7.1.3 Particules PM10	63
7.1.4 Benzène	63
7.1.5 Particules PM2,5	64
7.1.6 Plomb	64
7.1.7 Nickel	65
7.1.8 Cadmium	65
7.1.9 Arsenic	66
7.1.10 Synthèse de l'impact du projet sur la qualité de l'air	66
7.2 Indice pollution – population (IPP)	67
7.2.1 Méthodologie	67
7.2.2 Données d'entrée	67

8. Évaluation des risques sanitaires liés aux polluants émis par le projet 72

8.1 Conceptualisation de l'exposition	72
8.1.1 Sources et vecteurs de transfert	72
8.1.2 Voies d'exposition	72
8.1.3 Enjeux	72
8.1.4 Synthèse du schéma conceptuel	73
8.2 Identification des dangers	74
8.3 Relations dose-effet	75
8.3.1 Les valeurs toxicologiques de référence : VTR	75
8.3.2 Sélection des VTR	76

8.3.3	Tableau de synthèse des VTR	76
8.3.4	Autres valeurs de comparaison utilisées	78
8.3.5	Comparaison aux valeurs-guides	78
8.4	Estimation des niveaux d'exposition liés aux rejets atmosphériques	79
8.4.1	Quantification des expositions par inhalation	79
8.4.2	Quantification des expositions par ingestion	79
8.4.3	Hypothèses et scénarii retenus	80
8.5	Caractérisation des risques liés aux émissions atmosphériques du projet	82
8.5.1	Méthodologie de calcul des risques	82
8.5.2	Caractérisation du risque chronique pour les effets à seuil	82
8.5.3	Caractérisation du risque chronique pour les effets sans seuil	90
8.5.4	Caractérisation du risque sanitaire aigu	95
9.	Analyse qualitative des incertitudes	96
9.1	La quantification des émissions et l'estimation du trafic routier	96
9.2	Données météorologiques	96
9.3	Bruit de fond	96
9.4	Modélisation atmosphérique	97
9.5	Valeurs toxicologiques de référence	97
9.6	Temps d'exposition	99
9.7	La modélisation inter-compartiment	101
9.8	Choix des polluants	101
9.9	Cas du plomb	102
9.10	Cas de l'acroléine	103
9.11	Synthèse des incertitudes	103
10.	Mesures de lutte contre la pollution	104
10.1	Mesures destinées à limiter les impacts du projet	104
10.2	Mesures destinées à limiter les impacts en phase chantier	104
11.	Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique	105
11.1	Coûts liés à la pollution de l'air	105
11.2	Coûts liés à l'effet de serre additionnel	105
12.	Conclusions	106

Figure 1: Localisation des populations sensibles – état actuel	9
Figure 2: Nature des sols entre les échangeurs 4 et 15 de l'A630 (source = IFEN)	10
Figure 3: Cartographie des sites à vocation agricole sur le domaine étendu	11
Figure 4: Polluants émis et contribution par secteur au niveau de la Gironde en 2000	15
Figure 5: Sources d'émission du CO ₂ en France et en Gironde (données CITEPA)	16
Figure 6: Répartition des émissions par secteur d'activité pour la Gironde en 2010 (Airaq)	17
Figure 7: Répartition des émissions de CO ₂ par secteur d'activité pour la Gironde en 2010 (Airaq)	17
Figure 8: Stations Airaq de l'agglomération de Bordeaux	18
Figure 9: Concentrations moyennes annuelles 2005 en NO ₂ (Airaq)	19
Figure 10: Percentile 98 des moyennes horaire en NO ₂ (Airaq)	19
Figure 11: Concentrations moyennes annuelles 2005 en PM10 (Airaq)	20
Figure 12: Percentile 90,4 des moyennes journalières en PM10 (Airaq)	20
Figure 13: Responsabilité des polluants dans la détermination de l'indice ATMO (2005)	21
Figure 14: Concentrations moyennes annuelles 2012 en NO ₂ (Airaq)	21
Figure 15: Nombre de jour de dépassement de la valeur horaire de 200 µg/m ³ en NO ₂ (Airaq)	21
Figure 16: Concentrations moyennes en NO ₂ sur la zone de modélisation en 2012 (Airaq)	22
Figure 17: Concentrations moyennes annuelles 2012 en PM10 (Airaq)	22
Figure 18: Nombre de jour de dépassement de la valeur journalière de 50 µg/m ³ en PM10 (Airaq)	22
Figure 19: Concentrations moyennes en PM10 sur la zone de modélisation en 2012 (Airaq)	23
Figure 20: Concentrations moyennes annuelles 2012 en PM2,5 (Airaq)	23
Figure 21: Concentrations moyennes annuelles 2012 en SO ₂ (Airaq)	24
Figure 22: Nombre de jour de dépassement de la valeur horaire de 350 µg/m ³ en SO ₂ (Airaq)	24
Figure 23: Nombre de jour de dépassement de la valeur journalière de 125 µg/m ³ en SO ₂ (Airaq)	24
Figure 24: Responsabilité des polluants dans la détermination de l'indice ATMO (2012)	24
Figure 25: Répartition des matrices prélevées et des polluants mesurés sur chaque point de mesure	28
Figure 26: Localisation des prélèvements de sols et de végétaux	32
Figure 27: Répartition des matrices prélevées et des polluants mesurés sur chaque point de mesure	34
Figure 28: Méthodologie générale d'estimation des émissions	39
Figure 29: Méthodologie d'estimation des émissions à l'échappement et à l'évaporation	39
Figure 30: Réseau routier modélisé	42
Figure 31: Bilan des émissions en NOx dans la bande d'étude	44
Figure 32: État initial – Émissions en NOx des axes de la bande d'étude (g/km.h)	44
Figure 33: Situation « fil de l'eau - 2022 » – Émissions en NOx des axes de la bande d'étude (g/km.h)	45
Figure 34: Situation « 2x3 voies - 2022 » – Émissions en NOx des axes de la bande d'étude (g/km.h)	45
Figure 35: Situation « fil de l'eau - 2042 » – Émissions en NOx des axes de la bande d'étude (g/km.h)	45
Figure 36: Situation « 2x3 voies - 2042 » – Émissions en NOx des axes de la bande d'étude (g/km.h)	45
Figure 37: Polluants dont les émissions dans la bande d'étude présentent une diminution ou stagnation entre l'état initial et les situations futures	46
Figure 38: Polluants dont les émissions dans la bande d'étude présentent une augmentation entre l'état initial et les situations futures	47
Figure 39: Grille de calcul	49
Figure 40: Points récepteurs sur le domaine d'étude	50
Figure 41: Topographie sur le domaine d'étude	50
Figure 42: Nature des sols sur le domaine d'étude	51
Figure 43: Rose des vents pour l'année 2005 (gauche) et sur la période 1991-2010 (droite) mesurée à la station de Mérignac	51
Figure 44: Réseau routier modélisé	52
Figure 45: Répartition horaire des trafics sur la rocade : jours ouvrés	53
Figure 46: Répartition horaire des trafics sur la rocade : samedis	54
Figure 47: Répartition horaire des trafics sur la rocade : dimanches	54
Figure 48: Comparaison des concentrations mesurées et simulées en NO ₂ au cours de la campagne de septembre 2006 au droit de l'échangeur 15 de la rocade	55
Figure 49: Comparaison des concentrations mesurées et simulées en NO ₂ au cours de la campagne de janvier – février 2007 au droit de l'échangeur 15 de la rocade	55

Figure 50: Corrélation des concentrations horaires mesurées et simulées en NO ₂ au cours de la campagne de septembre 2006 au droit de l'échangeur 15 de la rocade	55
Figure 51: Corrélation des concentrations horaires mesurées et simulées en NO ₂ au cours de la campagne de janvier-février 2007 au droit de l'échangeur 15 de la rocade ouest	56
Figure 52: Comparaison des concentrations moyennes annuelles en NO ₂ simulées pour les différentes situations étudiées (ces calculs intègrent la pollution de fond mesurées à la station de Talence par Airaq)	61
Figure 53: Comparaison des valeurs maximales en NO ₂ simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)	62
Figure 54: Comparaison des valeurs maximales en SO ₂ simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)	62
Figure 55: Comparaison des valeurs maximales en PM10 simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)	63
Figure 56: Comparaison des concentrations maximales en benzène simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)	63
Figure 57: Comparaison des concentrations maximales en PM2,5 simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)	64
Figure 58: Comparaison des concentrations maximales en plomb simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)	64
Figure 59: Comparaison des concentrations maximales en nickel simulées aux récepteurs à la valeur réglementaire	65
Figure 60: Comparaison des concentrations maximales en cadmium simulées aux récepteurs à la valeur réglementaire	65
Figure 61: Comparaison des concentrations maximales en arsenic simulées aux récepteurs à la valeur réglementaire	66
Figure 62 : IPP du benzène	69
Figure 63: IPP – Impacts du projet – Benzène	70
Figure 64: IPP – Impacts du projet – NO ₂	70
Figure 65: IPP – Impacts du projet – PM2,5	71
Figure 66: Schéma conceptuel	73
Figure 67: QD sommé (système respiratoire) – rocade + axes secondaires – sans bruit de fond	86
Figure 68: Impacts du futur projet sur les QD sommés (système respiratoire) – rocade + axes secondaires	87
Figure 69: ERI sommé – inhalation (rocade + axes secondaires) – sans bruit de fond	92
Figure 70: Impacts du futur projet sur les ERI sommés – inhalation (rocade + axes secondaires)	93

Tableau 1: Nombre de sites sensibles par commune dans la bande d'étude	9
Tableau 2: Localisation des industries et types d'émissions atmosphériques	10
Tableau 3: Recensement par villes des activités agricoles	11
Tableau 4: Nombre de sites à vocation agricole par commune du domaine restreint	12
Tableau 5: Sources d'émission et impacts sur la santé des polluants atmosphériques	13
Tableau 6: Contribution de chaque secteur pour les polluants émis en Gironde pour l'année 2010 (Airaq)	16
Tableau 7: Stations de surveillance de l'Airaq	18
Tableau 8: Bilan de l'indice ATMO sur l'agglomération bordelaise en 2005 (Airaq)	20
Tableau 9: Bilan de l'indice ATMO sur l'agglomération bordelaise en 2012 (Airaq)	24
Tableau 10: Moyens mis en œuvre	25
Tableau 11: Périodes de mesures	26
Tableau 12: Ensemble des valeurs représentatives établies sur huit semaines de mesure	26
Tableau 13: Ensemble des valeurs représentatives établies sur huit semaines de mesure	26
Tableau 14: Comparaison à la réglementation pour les PM10	27
Tableau 15: Comparaison à la réglementation pour le plomb	27
Tableau 16: Moyennes saisonnières et annuelles pour les éléments traces métalliques	27
Tableau 17: Comparaison à la réglementation pour le benzo(a)pyrène	27
Tableau 18: Moyennes saisonnières des aldéhydes	28
Tableau 19: Points de mesures	29
Tableau 20: Périodes de mesures	29
Tableau 21: Concentrations en poussières en suspension PM2,5 (µg/m3)	29
Tableau 22: Concentrations en NO ₂ (µg/m3)	29
Tableau 23: Concentrations en NO ₂ en continu (µg/m3)	30
Tableau 24: Bruit de fond pour les métaux lourds dans les sols	31
Tableau 25: Bruit de fond pour le benzo(a)pyrène dans les sols	31
Tableau 26: Réglementation des métaux lourds dans les sols	31
Tableau 27: Concentrations usuelles et valeurs réglementaires pour les métaux dans les végétaux	32
Tableau 28: Composition des échantillons de végétaux par site de prélèvement	33
Tableau 29: Résultats des mesures dans les sols – Campagne 2006	33
Tableau 30: Résultats des mesures dans les végétaux – Campagne 2006	34
Tableau 31: Points de mesures	35
Tableau 32: Résultats des mesures dans les sols – Campagne 2010	35
Tableau 33: Résultats des mesures dans les végétaux – Campagne 2010	36
Tableau 34: Bruit de fond des polluants étudiés	37
Tableau 35: Concentrations dans les sols (mg/kg de matière sèche)	37
Tableau 36: Concentration moyenne (mg/kg de poids frais) des aliments tels que consommés	38
Tableau 37: Ration alimentaire journalière par classe d'âge pour la France entière (ADEME/IRSN, 2004 ; AFSSA/CREDOC/DGAL, 1999]	38
Tableau 38: Liste des origines des émissions de polluants	38
Tableau 39: Données de trafics sur la rocade ouest pour l'état initial	41
Tableau 40: Données de trafics sur les axes secondaires pour l'état initial	42
Tableau 41: Vitesses moyennes en km/h (source : CUB)	43
Tableau 42: Consommation énergétique totale sur le domaine d'étude	47
Tableau 43: Émissions journalières de GES des tronçons étudiés	48
Tableau 44: Phénomènes pris en compte dans la modélisation	49
Tableau 45: Comparaison des niveaux moyens 2005 et 2012 sur la station de Talence	53
Tableau 46: Percentiles calculés pour les 3 situations étudiées	56
Tableau 47: Concentrations moyennes annuelles maximales simulées aux points spécifiques de la bande d'étude pour l'ensemble des polluants et pour les cinq situations considérées	58
Tableau 48: Valeurs maximales simulées aux points spécifiques de la bande d'étude pour l'ensemble des polluants et pour les cinq situations considérées	59
Tableau 49 : Evolution de la population entre 2005 et 2022 / 2042	67
Tableau 50: IPP cumulé du benzène, du dioxyde d'azote et des particules PM2,5	68

Tableau 51: Synthèse des VTR retenues – exposition chronique – voie inhalation	76
Tableau 52: Synthèse des VTR retenues – exposition chronique – voie ingestion	77
Tableau 53: Synthèse des VTR retenues – exposition aiguë – voie inhalation	77
Tableau 54: Substances retenues pour les différents scénarios d'exposition chronique	77
Tableau 55: Substances retenues pour l'exposition aiguë	77
Tableau 56: Valeurs-guides pour la voie inhalation	78
Tableau 57: Comparaison aux valeurs guides	78
Tableau 58: Scenarii et hypothèses retenues pour l'exposition chronique	80
Tableau 59: Paramètres d'exposition pour le calcul des DJE	81
Tableau 60: Estimation des concentrations dans les médias retenus (Ci)	81
Tableau 61: Synthèse des organes cibles critiques - inhalation	82
Tableau 62: Quotients de danger au récepteur le plus exposé – inhalation	83
Tableau 63: Quotients de danger par organe cible – inhalation	85
Tableau 64: Synthèse des organes cibles critiques– ingestion	88
Tableau 65: Quotients de danger au récepteur le plus impacté – ingestion	89
Tableau 66: Quotients de danger par organe cible – ingestion	89
Tableau 67: Excès de risque individuel au récepteur le plus exposé – inhalation	91
Tableau 68: Excès de risque individuel au récepteur le plus exposé – ingestion	94
Tableau 69: Synthèse des organes cibles critiques – inhalation aiguë	95
Tableau 70: Quotients de danger maximal – inhalation aiguë	95
Tableau 71: Quotients de danger par organe cible – inhalation aiguë (rocade + axes secondaires)	95
Tableau 72: Quotients de danger maximal – inhalation aiguë (avec bruit de fond)	95
Tableau 73: Qualité des données d'entrée du modèle	97
Tableau 74: Discussion sur les VTR inhalation – à seuil	97
Tableau 75: Discussion sur les VTR ingestion – à seuil	97
Tableau 76: Discussion sur les VTR inhalation – sans seuil	98
Tableau 77: Discussion sur les VTR ingestion – sans seuil	98
Tableau 78: Discussion sur les VTR inhalation – à seuil	98
Tableau 79: Discussion sur les VTR inhalation – sans seuil	99
Tableau 80: Discussion sur les VTR ingestion – sans seuil	99
Tableau 81: Temps passé à l'extérieur du lieu d'habitation en min/jour	99
Tableau 82: Quotient de danger aux récepteurs de plus fort impact – inhalation – Hypothèses « réalistes »	100
Tableau 83: Excès de risque individuel aux récepteurs de plus fort impact – inhalation – Hypothèses « réalistes »	100
Tableau 84: Liste des polluants à prendre en compte selon le CERTU et selon l'Anses	102
Tableau 85: Quotients de danger cumulés aux points de mesures (voie ingestion)	102
Tableau 86: Quotient de danger aux récepteurs de plus fort impact – inhalation – VTR acroléine modifiée	103
Tableau 87: Coûts de pollution (en €/100 véh.km)	105
Tableau 88: Résultats du calcul des coûts collectifs liés à la pollution de l'air	105
Tableau 89: Coût de l'effet de serre pour le transport routier non collectif	105
Tableau 90: Résultats du calcul des coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel	105

1. Introduction

1.1 Objet de l'étude

Dans le cadre du programme d'aménagement de la rocade ouest A630 entre les échangeurs n° 4 et 15, une étude air de niveau I a été réalisée en 2006-2007 par le groupement Cap Environnement / Numtech / KTT iMA. Cette étude devait être mise à jour – c'est l'objet de la présente étude – notamment parce que les hypothèses d'évolution de trafic qui ont été utilisées en 2006-2007 sont caduques.

L'état initial (horizon 2005) de la présente étude est celui de l'étude initiale de Cap Environnement. L'année 2005 a été conservée car elle demeure l'année de référence pour caractériser l'état initial du lancement du programme d'aménagement de la rocade divisé en deux phases :

- mise à 2x3 voies de la section des échangeurs n° 10 à 15, déclarée d'utilité publique en décembre 2008 après enquête d'utilité publique en janvier – février 2008, travaux en cours ;
- mise à 2x3 voies de la section des échangeurs n° 4 à 10.

L'étude de niveau I menée par Cap Environnement a indiqué que des risques de dépassements de seuils toxicologiques étaient possibles en situation 2005 sur certains des seize polluants étudiés :

- en exposition aiguë pour le dioxyde d'azote,
- en exposition respiratoire chronique pour les particules fines et le chrome (sans effet de seuil),
- en exposition orale chronique pour trois métaux (Ba, Cd et Hg) et un métalloïde (As).

L'État (DREAL Aquitaine), maître d'ouvrage du programme, s'est engagé, à l'issue de l'enquête publique de 2008, à réaliser une approche plus fine des concentrations de ces polluants dans différentes matrices environnementales (air, sol et végétaux).

La DREAL a fait appel au groupement BioMonitor / LECES / Micropolluants Technologie afin de procéder à la mise en place d'une procédure d'échantillonnage de la qualité de l'air, des sols et des végétaux et d'apporter les éléments qui permettaient de réaliser l'approfondissement de l'évaluation des risques sanitaires sur les substances précitées.

La présente étude air, de niveau I, a été réalisée en incorporant ces nouveaux résultats.

Les horizons d'étude adoptés sont 2022 (mise en service à 2x3 voies de l'ensemble du programme) et 2042 (mise en service + 20 ans).

Les hypothèses adoptées par Cap Environnement ont été reconduites, notamment en ce qui concerne le réseau secondaire qui est considéré comme saturé dans les situations actuelles et futures.

1.2 Contexte réglementaire

La présente étude concerne l'évaluation détaillée des impacts du programme sur la qualité de l'air et sur la santé publique. Elle contribue à l'étude d'impact du dossier d'enquête publique propre au projet de mise à 2x3 voies de la section des échangeurs n° 4 à 10. Le Code de l'environnement, et notamment ses articles L122-1 et suivants, prévoit que « les études préalables à la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages qui, par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences sur le milieu naturel peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact permettant d'en apprécier les conséquences ». Les articles R122-1 à R122-16 du Code de l'environnement en précisent les modalités d'application. Dans ce cadre, le présent projet est soumis à étude d'impact et doit notamment inclure un volet air et santé.

Cette étude rentre dans le cadre de la réglementation décrite ci-après :

- la loi n°76/629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature et au contenu des études d'impact ;
- la circulaire DGS/SD7B/2005/273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ;
- le guide CERTU/SETRA « Études d'impact d'infrastructures routières – volets « air et santé » - État initial et recueil de données » du 16 février 2009 ;
- la circulaire DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006 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 ;
- le guide INERIS du 28 août 2003 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées » ;
- la circulaire DGS/VS3/2000/61 du 3 février 2000, relative au guide de lecture et d'analyse sanitaire des études d'impact.

Le cadre méthodologique choisi pour mener cette étude a été construit à partir des documents de référence actuellement en vigueur en France :

- le « guide méthodologique pour l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières – Février 2005 » du CERTU¹ ;
- le guide méthodologique INERIS² d'août 2013 qui définit les principes généraux de l'évaluation des risques sanitaires ;
- le « guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – février 2000 » de l'InVS³.

Selon la note méthodologique du CERTU (février 2005), la modification de trafic doit être évaluée en comparant les situations avec et sans aménagement au même horizon futur (+ 10 ans ou + 20 ans). Afin d'anticiper la réglementation, un horizon supplémentaire a été pris en compte (2042).

De plus, les particules fines PM_{2,5} seront ici étudiées car elles présentent un enjeu sanitaire. La directive 2080/50/CE fixe des normes contraignantes pour les PM_{2,5}. Le suivi des PM_{2,5} est également préconisé par l'Anses (saisine n°2010-SA-0283).

¹ CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

² INERIS : Institut national de l'environnement des risques industriels

³ INERIS : Institut national de veille sanitaire

1.3 Contenu de l'étude

Les méthodes et le contenu du volet air et santé sont définis par la « Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières » (CERTU – Février 2005). Ainsi, la présente étude comprend :

- une description fine de la qualité de l'air actuelle sur la base de données bibliographiques et des résultats de campagnes de mesures réalisées in situ ;
- une estimation des émissions liées au trafic routier ;
- une évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air ;
- une évaluation des impacts du projet sur la santé publique ;
- une analyse des incertitudes ;
- une estimation des coûts collectifs ;
- une proposition de mesures de lutte contre la pollution atmosphérique.

L'étude porte :

- sur 16 substances :

○ acroléine (C ₃ H ₄ O) : air ;	○ acéaldéhyde (CH ₃ CHO) : air ;
○ dioxyde d'azote (NO ₂) : air ;	○ nickel (Ni) : air, sols, végétaux ;
○ dioxyde de soufre (SO ₂) : air ;	○ cadmium (Cd) : air, sols, végétaux ;
○ benzène (C ₆ H ₆) : air ;	○ benzo(a)pyrène (BaP) : air, sols, végétaux ;
○ particules émises à l'échappement (PM) : air ;	○ arsenic (As) : air, sols, végétaux ;
○ chrome (Cr) : air, sol, végétaux ;	○ plomb (Pb) : air, sol, végétaux ;
○ formaldéhyde (CH ₂ O) : air, sols, végétaux ;	○ mercure (Hg) : air, sols, végétaux ;
○ 1,3-butadiène (C ₄ H ₆) : air ;	○ baryum (Ba) : air, sols, végétaux.
- sur 5 situations simulées :
 - l'état initial (2005) ;
 - la situation future sans projet, dite « fil de l'eau », à horizon 2022 : la rocade est à 2x3 voies entre les échangeurs n° 10 et 15 mais reste à 2x2 voies entre les échangeurs n° 4 et 10 ;
 - la situation future avec projet à horizon 2022 : la rocade est à 2x3 voies entre les échangeurs n° 4 et 10 ;
 - la situation future sans projet, dite « fil de l'eau », à horizon 2042 ;
 - la situation future avec projet à horizon 2042.

1.4 Déroulement de l'étude

L'étude a été organisée en trois phases :

- phase n° 1 : estimation des émissions de polluants, analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances et des avantages / inconvénients induits pour la collectivité ;
- phase n° 2 : estimation des concentrations dans l'air et les sols et végétaux et comparaison via l'indicateur IPP des cinq situations définies au § 1.3 ci-dessus ;
- phase n° 3 : évaluation quantitative des risques sanitaires (ERS) pour les cinq situations.

Le présent document présente l'ensemble de l'étude.

2. Historique relatif à la définition du domaine d'étude

Zone d'étude : La zone d'étude est une zone de 1 à 50 km autour du projet permettant de d'établir l'état initial de la qualité de l'air.

Domaine d'étude : Le domaine d'étude est composé du projet lui-même et de l'ensemble des axes du réseau routier subissant une modification des flux de trafic de plus de ±10 % du fait de la réalisation du projet.

Bande d'étude : La bande d'étude, qui est plus ou moins importante selon les caractéristiques du projet, définit les limites du domaine d'étude.

Le domaine d'étude est ainsi composé de la rocade et de l'ensemble du réseau routier subissant, du fait de l'élargissement de la rocade, une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic de plus de 10%.

Les domaine et bande d'étude ont été arrêtés par l'étude Cap Environnement en fonction d'une étude de trafic qui a été réalisée par le CETE⁴ du Sud-Ouest ; cette étude CETE a comparé les trafics sur le réseau routier de l'agglomération bordelaise en 2020 avec et sans l'aménagement à 2x3 voies. L'annexe 1 présente sous forme de carte les résultats de projection.

Il est ressorti de cette étude :

- qu'une grande partie du réseau de l'agglomération est concerné par la variation de 10 % ;
- que le trafic des voies urbaines concernées est toujours supérieur à 700 véhicules par jour en 2020 sans et avec l'aménagement à 2x3 voies de la rocade ouest.

En considérant que le trafic de 700 véhicules par jour constitue la capacité d'une voie en milieu urbain avec présence de feux et de stationnement, il en résulte que toutes ces voies seraient affectées d'une variation de plus de 10% si elles n'étaient déjà à saturation.

Après examen du résultat de l'étude comparative des trafics, considérant d'une part que toutes les voies concernées par la variation de 10 % seraient effectivement saturées en 2020 (cf. annexe 2) et d'autre part le nombre important de sites sensibles de la zone, les domaine et bande d'étude ont été définis ainsi :

- domaine d'étude : il est constitué de l'ensemble de l'agglomération bordelaise et des communes traversées par la rocade ou à proximité (Bordeaux, Bruges, Le Bouscat, Eysines, Le Haillan, Mérignac, Pessac, Talence, Gradignan, Bègles, Villenave d'Ornon) ;
- bande d'étude : elle est constituée d'une bande élargie de façon volontaire à 1000 mètres en présence de sites sensibles, entre les échangeurs 4 et 16.

Avec cet élargissement de la bande d'étude, le volet air et santé est plus approfondi qu'il ne le serait en appliquant la préconisation de la note méthodologique du CERTU (bande d'étude de 300 m de part et d'autre de l'axe avec un trafic moyen journalier annuel supérieur à 100 000 véhicules/jour à l'horizon d'étude).

A noter que l'horizon d'étude 2020 avait été retenu lors de la première étude menée par Cap Environnement, comme il s'agissait en 2007 de l'horizon prévu de mise à 2x3 voies du programme. Cette date ayant été décalée à 2022 selon les

⁴ CETE = Centre d'étude techniques de l'équipement

hypothèses actuelles de financement, une évaluation des trafics aux horizons 2022 et 2042 a été réalisée dans le cadre de la mise à jour de l'étude.

3. Recueil des données existantes relatives aux populations et usages sur la zone d'étude

3.1 Méthodologie

Le recueil des données existantes doit permettre d'une part d'établir des plans d'échantillonnage cohérents avec la situation rencontrée et les objectifs à atteindre par l'étude et d'autre part de localiser les différents milieux sensibles à l'impact de la pollution atmosphérique. Pour cela, différentes recherches ont été mises en œuvre en recueil des données existantes :

- recensement et localisation des sites sensibles⁽⁵⁾ ;
- recensement et localisation des industries ;
- recensement et localisation des jardins partagés / collectifs ;
- bilan des émissions atmosphériques sur le département de la Gironde à partir des données du CITEPA (Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique) ;
- analyse des données existantes sur la qualité de l'air dans l'agglomération de Bordeaux et sa périphérie à partir des données du réseau local de surveillance de la qualité de l'air (Airaq).

Les paragraphes ci-après détaillent les résultats sous forme de cartes, tableaux et graphiques. Certaines spécificités propres à l'étude sanitaire seront détaillées dans le chapitre 8.

3.2 Populations sensibles

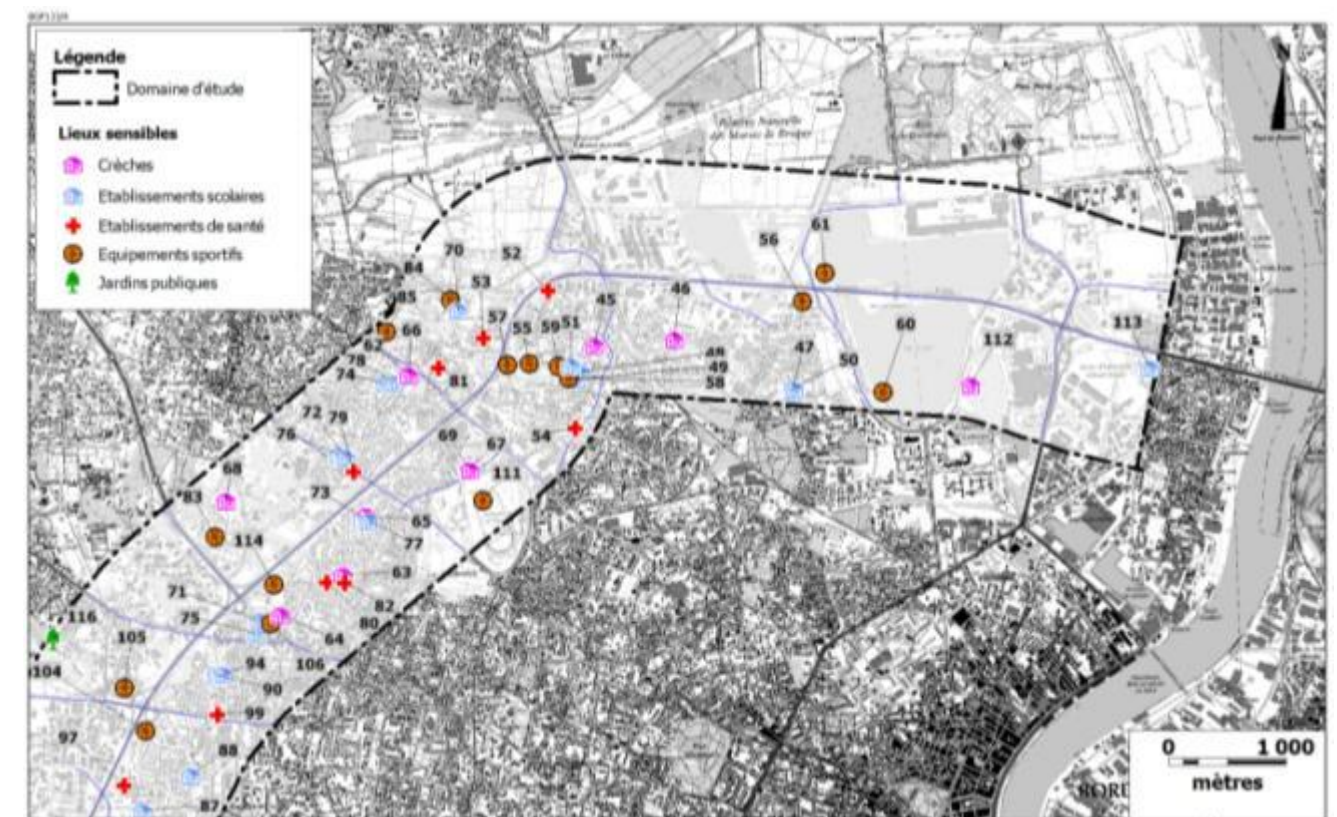
Certaines populations sont plus sensibles que d'autres en termes de santé.

En effet, les personnes, adultes ou enfants, souffrant d'insuffisances pulmonaires et cardiaques chroniques sont plus à risque de symptômes en lien avec la pollution atmosphérique. Les enfants en bas âge et les personnes de grand âge sont également plus vulnérables en moyenne. C'est pourquoi, dans le cadre d'une étude d'impact sur la santé, il est important de localiser les sites dits « sensibles » dans le domaine d'étude.

Il s'agit d'établissements scolaires, de crèches, de maisons de retraite et lieux d'accueil de personnes âgées, d'établissements de santé ou encore d'équipements sportifs.

Il est à noter que les populations sensibles vivant en habitation « classique » ne sont pas concernées. Toutefois, nous verrons ultérieurement que des habitations ont également été prises en compte dans la suite de l'étude.

L'inventaire cartographique des lieux sensibles a permis de mettre en évidence 116 sites sensibles dans la bande d'étude (1 000 m de part et d'autre des axes étudiés). Ces sites sont localisés sur les cartes suivantes, la liste détaillée de ces sites sensibles est présentée en annexe 3.



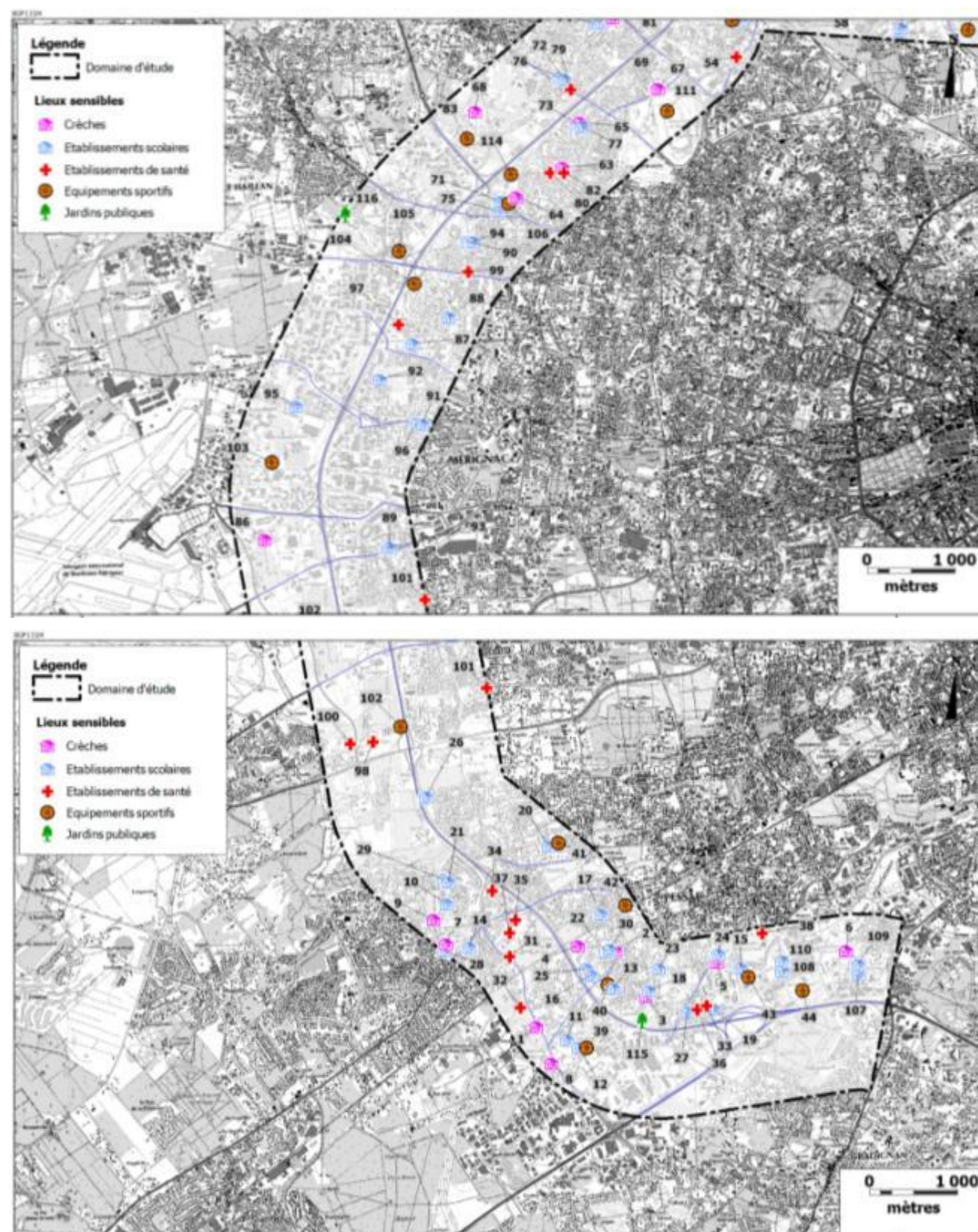


Figure 1: Localisation des populations sensibles – état actuel

Des récepteurs permettront dans le cadre de la modélisation d'évaluer les concentrations des différents polluants en ces points.

Pour ce recensement, mis à jour en 2014, les données suivantes ont été utilisées :

- liste des crèches de Gironde actualisée à 2013 transmise par l'ARS Aquitaine ;
- plate-forme d'information géographique mutualisée en Aquitaine (PIGMA) relative aux établissements sanitaires, médico-sociaux, scolaires (collèges et lycées) et aux équipements sportifs (<http://www.pigma.org/>) ;
- annuaire de l'Éducation nationale pour la recherche des écoles maternelles et primaires (<http://www.education.gouv.fr/pid24301/annuaire-accueil-recherche.html?feuilleCSS=firefox>) ;
- fichier national des établissements sanitaires et sociaux (FINESS : <http://finess.sante.gouv.fr/finess/jsp/index.jsp>) ;
- étude menée par l'association le PADES (programme d'autoproduction et développement social) et par la société coopérative et participative SaluTerre sur la CUB « Préparer une politique de jardinage collectif à l'échelle de la communauté urbaine de Bordeaux – synthèse du diagnostic » (2013).

Un grand nombre de sites sensibles ont été recensés, ce qui souligne la sensibilité du projet. On dénombre notamment 21 structures d'accueil des enfants en bas-âge, 12 structures d'accueil de personnes âgées, 23 sites dédiés à la pratique de sport en extérieur, 8 établissements de santé et 50 établissements scolaires. Le tableau ci-dessous récapitule le nombre de sites identifiés par commune dans la bande d'étude.

Tableau 1: Nombre de sites sensibles par commune dans la bande d'étude

	Accueil enfants bas-âge	Établissement scolaire	Accueil personnes âgées	Établissement de santé	Équipement sportif non couvert	Jardin	Total
Bordeaux	1	1	0	0	1	0	3
Bruges	2	5	1	2	7	0	17
Eysines	8	9	3	1	3	1	25
Le Bouscat	0	0	0	0	1	0	1
Mérignac	1	10	3	2	5	0	21
Pessac	9	21	5	3	6	1	45
Talence	0	4	0	0	0	0	4

Complément – 2014 :

De nouveaux sites sensibles ont émergé via la mise à jour de ces informations, ainsi, il ressort :

- à Pessac : trois crèches, un collège, quatre établissements de santé, trois équipements sportifs non couverts supplémentaires. Toutefois, deux crèches (non retrouvées et absentes du fichier transmis par l'ARS) et un établissement de santé (n'existant plus) ont été retirés ;
- à Bruges : une crèche, deux écoles maternelles et une maison de retraite supplémentaires ;
- à Eysines : une crèche, une école maternelle, deux écoles primaires, une maison de retraite et un équipement sportif non couvert supplémentaires. Toutefois, une maison de retraite (non existante) et deux équipements sportifs non couverts (absents des listes sur la commune d'Eysines) ont été retirés ;
- à Mérignac : une crèche, une école primaire et deux maisons de retraite supplémentaires. Toutefois, un collège a été retiré (collège Langevin désaffecté) ;
- à Bordeaux : une crèche et une école primaire supplémentaires.

Ainsi, comme nous le verrons plus loin, ces nouveaux sites sensibles sont incorporés à la présente étude et en particulier dans le cadre des modélisations et des calculs de risques.

3.3 Activités industrielles

Seules les industries ou activités manufacturières ayant des émissions identiques aux émissions routières pour un ou plusieurs polluants ont été inventoriées : les autres sont en effet sans relation avec les objectifs de la présente étude. Ces sites industriels peuvent avoir un impact prépondérant sur la pollution atmosphérique localement ou à distance. Leur géolocalisation permet donc d’affiner le plan d’échantillonnage. A posteriori, l’objectif est de permettre une meilleure compréhension des concentrations des polluants mesurés lors de la campagne.

Treize sites industriels ont été inventoriés à partir de l’IREP (registre français des émissions polluantes).

Le tableau ci-dessous, issu du rapport de Cap Environnement, récapitule les industries recensées avec les types d’émissions atmosphériques de chacune.

Tableau 2: Localisation des industries et types d’émissions atmosphériques

Industries	SO _x	NO _x	HAP	Zn	Ni	Hg	Cd	Co	Al	Pb	As	Cr	C ₆ H ₆
EDF CPT AMBES	♦	♦		♦	♦								
SIAP		♦				♦							
SIMOREP et compagnie	♦	♦			♦								
Viatriis Manufacturing							♦	♦	♦				♦
BSN Glasspack	♦	♦					♦			♦			
COFRABBLACK	♦	♦											
YARA AMBES		♦											
Electro Chrome				♦	♦		♦			♦		♦	
SANOFI Synthelabo			♦										
ASTRIA (Bègles)		♦			♦	♦	♦			♦			
Novergie		♦				♦	♦			♦	♦		
Prodec Metal					♦							♦	
SAFT					♦		♦						

L’annexe 4 recense les émissions de chacune des industries par polluants à partir des données de l’IREP.

3.4 Jardins

Comme le montre la figure ci-après, la zone de l’étude est fortement urbanisée. Les zones réservées aux activités agricoles sont a contrario peu nombreuses et ce particulièrement dans la bande d’étude d’un kilomètre de part et d’autre de la rocade (délimitée par un contour noir sur la figure ci-dessous).

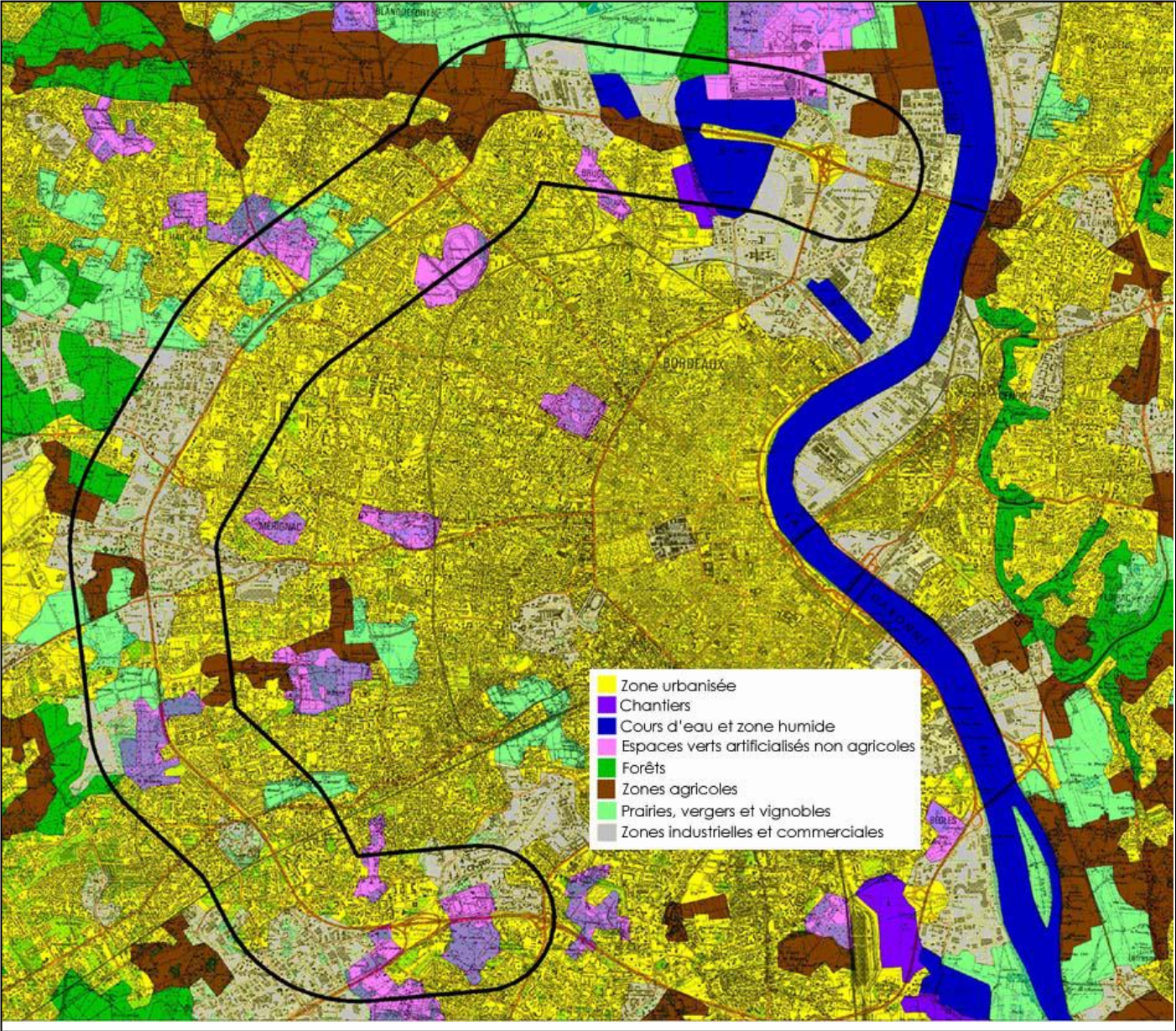


Figure 2: Nature des sols entre les échangeurs 4 et 15 de l’A630 (source = IFEN)

Afin de recenser et localiser précisément les zones agricoles (élevages et cultures), des renseignements ont été pris, dans le cadre de l'étude air concernant les échangeurs 10 à 15, auprès de la DRAF⁵ (aujourd'hui DRAAF⁶ Aquitaine), de la DDAF⁷ 33 (aujourd'hui DDTM⁸ 33) et de la DDSV⁹ 33 (aujourd'hui DPP¹⁰). De plus, des recherches ont été menées sur les pages jaunes et blanches et les sites internet des villes concernées par le projet.

Le tableau ci-après propose un résumé des informations recensées par commune issu du rapport de Cap Environnement.

Tableau 3: Recensement par villes des activités agricoles

	Nb d'exploitation agricole	% de la superficie totale cultivée	Type de culture	Nb d'exploitation d'élevage	Type d'élevage
Eysines	28	7,7%	Vignes / Légumes / Céréales / Jachères	6	Ovins-lait-viande / Caprins
Bruges	38	15,5%	Fourrage / Légumes / Jachères	? 4	Ovins-lait-viande / Bovins- allaitants
Le Bouscat	5	0,4%	Légumes	? 1	Caprins-lait-viande
Gradignan	7	2,3%	Légumes / Vignes	? 2	Bovins-allaitants
Le Haillan	5	11,3%	Céréales / Fourrage / Légumes / Vignes / Jachères	>3	Ovins-lait-viande / Bovins-allaitants
Pessac	21	5,2%	Céréales / Fourrage / Légumes / Jachères	? 10	Ovins-lait-viande / Caprins / Bovins-allaitants
Talence	?	4,2%		0	
Bordeaux	0	1,1%		0	

Notes :

- les superficies cultivées sont uniquement celles qui le sont sur la commune ;
- le nombre d'exploitations agricoles renseigne les exploitations dont le siège social est domicilié sur la commune sans pour autant que les activités attenantes s'y déroulent ;
- certains renseignements étant confidentiels, les informations obtenues n'étaient pas directement disponibles. Les données précédées d'un point d'interrogation sont issues d'un recoupement d'informations de sources diverses et ne peuvent donc pas être considérées comme rigoureusement exactes.

⁵ DRAF : Direction régionale de l'agriculture et de la forêt

⁶ DRAAF : Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt

⁷ DDAFF : Direction départementale de l'agriculture et de la forêt

⁸ DDTM : Direction départementale des territoires et de la mer

⁹ DDSV : Direction départementale des services vétérinaires

¹⁰ DDPP : Direction départementale de protection des populations

La carte jointe ci-après, issue du rapport de Cap Environnement, présente la localisation sur la zone d'étude des sites dont les coordonnées géographiques ont pu être trouvées. Elle est complétée par des informations sur les jardins de particuliers recensés lors de visites sur site, les jardins associatifs, les parcs d'intérêt et les zones à vocation vinicole. Ainsi réalisée, cette carte met en évidence que les activités maraîchères sont principalement situées sur les communes de Bruges, Le Haillan et Eysines.

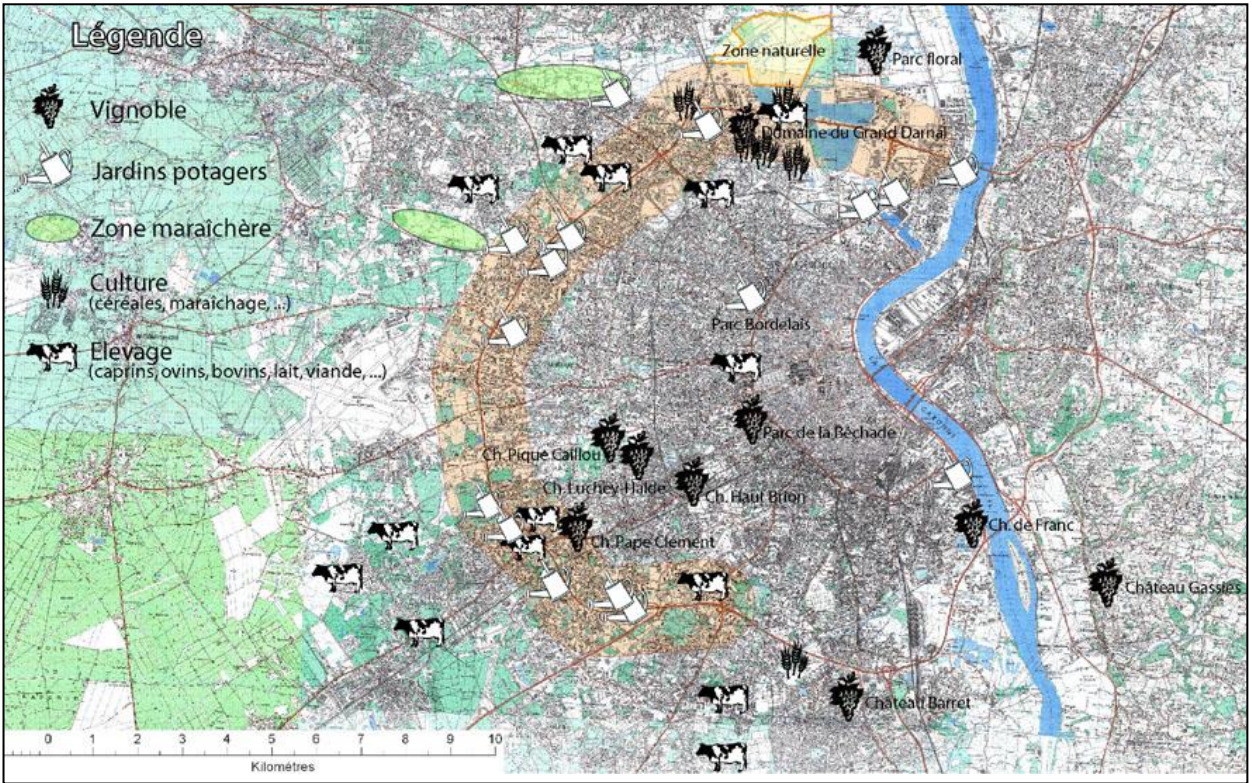


Figure 3: Cartographie des sites à vocation agricole sur le domaine étendu

Bruges :

- quartier Tasta – Petit Bruges : quartier à vocation maraîchère qui contient plusieurs exploitations agricoles ;
- les Vergers du Tasta : projet en cours d'aménagement (aujourd'hui en friche) ;
- réserve naturelle de 270 hectares à cinq minutes du centre-ville (certaines parcelles servent de pâturages).

Le Haillan :

- culture et élevage : zone agricole de 100 ha ;
- jardins familiaux de la résidence Edmond Rostand « Les Jardins d'Arnaga ».

Eysines :

- zone maraîchère qui s'étend d'est en ouest au nord de la commune sur 162 ha ;
- jardins familiaux de la cité du Vigean ;
- la zone des sources : territoire préservé qui alimente en eau un tiers des besoins de la CUB.

Une des spécificités locales est l'activité vinicole. Quelques vignobles, remarquables, sont présents dans la zone d'étude étendue :

- Château Pape-Clément à Pessac ;
- Château Haut-Brion à Pessac ;
- Château Picque-Caillou à Mérignac.

Concernant le domaine restreint (bande de 1 000 mètres de part et d'autre de la rocade entre les échangeurs 4 et 16), le nombre de sites à vocation agricole est encore plus faible. Le tableau ci-après, issu du rapport de Cap Environnement, propose un résumé des informations recensées par commune.

Tableau 4: Nombre de sites à vocation agricole par commune du domaine restreint

	Vignobles	Jardins potagers	Cultures (céréales, maraîchage, ...)	Elevage	Total
Bruges	1	1	5	2	9
Eysines	0	1	0	1	2
Le Haillan	0	1	0	0	1
Mérignac	0	2	0	0	2
Pessac	1	6	0	2	9

Conclusions :

D'une manière générale, les activités agricoles de type maraîcher, céréalier et élevage sont de faible envergure au niveau de la zone d'étude et ne représentent pas un enjeu majeur pour cette étude. En revanche, des jardins potagers privés et familiaux ont été recensés au plus près de la rocade (parfois à moins de 70 mètres de celle-ci jusqu'à 400 mètres) et présentent un enjeu fort. De même, une réserve naturelle existe au nord de Bruges et des domaines viticoles de grande renommée sont présents sur le domaine étendu, à l'intérieur de la rocade.

Complément – 2014 :

Les données relatives aux jardins n'ont pu être actualisées via les données de la DRAAF et plus précisément la base AGRESTE. En effet, la localisation des exploitations n'est pas précisée. Il s'agit d'indicateurs.

Toutefois, une étude a été réalisée par la CUB, intitulée « Préparer une politique de jardinage collectif à l'échelle de la Communauté urbaine de Bordeaux », en avril 2013 (voir annexe 5). Cette étude recense les jardins collectifs sur la CUB (notamment sur Bordeaux, Eysines, Le Bouscat, Le Haillan, Mérignac, Pessac et Talence).

L'inventaire a été réalisé à partir d'une enquête menée auprès de 11 communes de la CUB, complétée par les réponses fournies par les communes à un questionnaire diffusé par la direction de la Nature de la CUB. Cette liste n'est pas exhaustive puisque au total 18 communes sur 27 ont répondu au questionnaire. Par ailleurs les données étaient parfois incomplètes, hétérogènes, et à utiliser avec précaution, les villes ne connaissant pas toujours avec précision les jardins collectifs existant sur leur territoire (cf. annexe 5).

4. Qualification de l'état initial

Avant de décrire l'état initial de la qualité de l'air à partir de données bibliographiques et de mesures in situ, nous présentons quelques notions générales sur les polluants atmosphériques.

4.1 Notions générales sur les polluants atmosphériques

4.1.1 Sources d'émissions et impacts sur la santé des polluants atmosphériques

Les polluants atmosphériques sont trop nombreux pour être surveillés en totalité. Certains d'entre eux sont choisis parce qu'ils sont caractéristiques d'un type de pollution (industrielle ou automobile) et parce que leurs effets nuisibles pour l'environnement et/ou la santé sont avérés. Les principaux indicateurs de pollution atmosphérique sont les suivants :

Tableau 5: Sources d'émission et impacts sur la santé des polluants atmosphériques

Polluants	Sources d'émission	Impact sur la santé
Oxydes d'azote (NO_x)	Les oxydes d'azote sont formés lors de combustions, par oxydation de l'azote contenu dans le carburant. La proportion entre le NO (monoxyde d'azote) et le NO ₂ (dioxyde d'azote) varie selon le procédé de combustion, et est entre autre fonction de la température. Le NO est émis majoritairement, mais il s'oxyde en NO ₂ dans l'air d'autant plus rapidement que la température est élevée. Dans l'air ambiant, le NO ₂ est essentiellement issu des sources de combustions automobile, industrielle et thermique.	Les effets sur la santé sont des irritations. Le NO ₂ pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut, dès 200 µg/m ³ , entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique et chez les enfants, augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes ainsi que diminuer les défenses immunitaires. Il faut aussi tenir compte de l'interaction entre l'O ₃ et le NO ₂ .

Composés organiques volatils (COV)	Les composés organiques volatils (dont le benzène) sont libérés lors de l'évaporation des carburants (remplissage des réservoirs), ou dans les gaz d'échappement. En 2011 ¹¹ , les émissions nationales de COV non méthaniques étaient principalement dues au secteur résidentiel - tertiaire (38 %), à l'industrie manufacturière (36 %) puis au transport routier (5 %).	Les effets sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation (aldéhydes), à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérogènes (benzène).
Particules en suspension (PM)	On peut distinguer les particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10) et les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM2,5). En France ¹¹ , en 2011, quatre principaux secteurs se partagent les émissions de particules PM10 : les activités agricoles (20 %), l'industrie manufacturière (31 %), le secteur résidentiel et tertiaire (30 %) et le transport routier (15 %). Quant aux PM2,5, les émissions du secteur résidentiel et tertiaire sont prédominantes (45 %), Elles sont suivies de l'industrie manufacturière (24 %) et du transport routier. (18 %).	Les particules les plus grosses sont retenues dans les voies aériennes supérieures. Les plus fines, à des concentrations relativement basses, peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes : c'est le cas de certains hydrocarbures aromatiques polycycliques. Il n'existe pas de seuil en deçà duquel les particules n'ont pas d'effet sur la santé.
Monoxyde de carbone (CO)	En 2011 ¹¹ , les émissions nationales de monoxyde de carbone étaient principalement dues au secteur résidentiel - tertiaire (38 %), à l'industrie manufacturière (36 %) et au transport routier (12 %).	Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, ce qui conduit à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur, des vaisseaux sanguins. A doses importantes et répétées, il peut être à l'origine d'intoxication chronique avec céphalées, vertiges, asthénie, vomissements. En cas d'exposition prolongée et très élevée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles.

¹¹ Source : CITEPA

<u>Dioxyde de soufre (SO₂)</u>	Les émissions de dioxyde de soufre peuvent être d'origine naturelle (océans et volcans), mais sont surtout d'origine anthropique en zone urbaine et industrielle. Le SO₂ est un sous-produit de combustion du soufre contenu dans des matières organiques. Les émissions de SO₂ sont donc directement liées aux teneurs en soufre des combustibles (gazole, fuel, charbon...). Le dioxyde de soufre est généralement associé à une pollution d'origine industrielle, en raison principalement des consommations en fioul lourd et charbon du secteur. Le secteur automobile diesel contribue, dans une faible mesure, à ces émissions.	Le SO₂ est un gaz irritant. Le mélange acido-particulaire peut, selon les concentrations des différents polluants, déclencher des effets bronchopathiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire), altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crise d'asthme).
<u>Métaux lourds</u>	Les émissions de métaux lourds tels que l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le nickel (Ni) ou encore le plomb (Pb) proviennent de différentes sources. L'arsenic (As) provient des traces de ce métal dans les combustibles et dans certaines matières premières utilisées dans des procédés comme la production de verre ou de métaux. Le cadmium (Cd) est, pour sa part, émis lors de la production de zinc, de l'incinération de déchets et de la combustion des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse. Le nickel (Ni) est émis essentiellement par les raffineries. Le plomb (Pb) était principalement émis par le trafic automobile jusqu'à l'interdiction de l'essence plombée ; aujourd'hui il est émis lors de la fabrication de batteries électriques.	Ces métaux ont la propriété de s'accumuler dans l'organisme. Le plomb est un toxique neurologique, hématologique et rénal. Il peut entraîner chez les enfants des troubles du développement cérébral avec des perturbations psychologiques. Le cadmium est facilement absorbé par les voies digestives et pulmonaires. Après son passage dans le sang, il est stocké dans le foie et les reins. Cela peut entraîner des perturbations des fonctions rénales, l'apparition d'hypertension et la possibilité de favoriser un cancer de la prostate pour les travailleurs en contact avec le cadmium. Le nickel est un allergène puissant et il est responsable de troubles digestifs. L'arsenic est responsable de troubles digestifs et respiratoires, ainsi que cardio-vasculaires. Le mercure s'attaque au système nerveux central et à la fonction rénale.

<u>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</u>	Les HAP tels que le benzo(a)pyrène (HAP reconnu comme cancérigène) proviennent principalement de combustion incomplète ou de pyrolyse et sont émis principalement par le trafic automobile (véhicules essences non catalysés et diesels) et les installations de chauffage au bois, au charbon ou au fioul.	Ces molécules lourdes sont le plus souvent adsorbées sur les fines particules de suie pénétrant profondément dans l'appareil respiratoire. Les HAP sont des substances cancérigènes et mutagènes. Le risque de cancer lié aux HAP est l'un des plus anciens connus.
<u>Ozone (O₃)</u>	L'ozone est un polluant qui fait parler de lui chaque année en période estivale, en raison des pics de pollution. Polluant dit secondaire, il est formé lors de réactions chimiques mettant en jeu les oxydes d'azote et les composés organiques volatils sous l'effet du rayonnement ultraviolet du soleil.	L'ozone est un gaz agressif, à fort pouvoir oxydant, peu soluble, qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il provoque toux, altération pulmonaire ainsi qu'irritations oculaires, surtout chez les enfants et les asthmatiques. Ses effets, majorés par l'exercice physique, sont variables selon les individus. L'ozone diminue chez l'asthmatique le seuil de réactivité aux allergènes auxquels il est sensibilisé et favorise ainsi, voire aggrave, l'expression clinique de sa maladie.

4.1.2 La réglementation des polluants atmosphériques

- Les concentrations de pollution de l'air sont réglementées. On distingue 5 niveaux de **valeurs réglementaires**¹² :
- **Objectif de qualité (OQ)** : niveau de concentration à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
 - **Valeur-cible (VC)** : niveau de concentration à respecter, 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 ;
 - **Valeur limite pour la protection de la santé (VL)** : niveau de concentration à respecter dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;

¹² Source : article R221.1 Code de l'environnement

- **Seuil d'information et de recommandation (SI) :** niveau de concentration au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et de recommandations pour réduire certaines émissions ;
- **Seuil d'alerte de la population (SA) :** niveau de concentration au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Les tableaux présentant ces différentes valeurs réglementaires pour les polluants présentés précédemment sont versés en annexe 6.

4.2 Les états initial et actuel

Ce paragraphe a pour objectif de décrire la qualité de l'air de la zone d'étude à partir de données bibliographiques disponibles. Cette analyse s'appuiera principalement sur les informations du CITEPA et de l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air Airaq.

Nous rappelons (voir § 1.1 ci-dessus) que l'année 2005 est l'année de référence du lancement du programme d'aménagement de la rocade ouest A630, divisé en deux projets successifs (échangeurs n° 10 à 15, puis échangeurs n° 4 à 10).

4.2.1 Bilan des émissions atmosphériques

4.2.1.1 Etat initial 2005

Ce bilan est établi à partir des données du CITEPA issues de la mise à jour de février 2005 de « L'inventaire départementalisé des émissions de polluants atmosphériques en France en 2000 ». Le CITEPA est un organisme national chargé d'inventorier les émissions rejetées dans l'atmosphère provenant de différentes sources pour diverses substances. Ces inventaires sont réalisés selon une méthodologie reconnue, développée par l'Agence européenne pour l'Environnement et largement utilisée en Europe (programme CORINAIR).

La figure ci-après présente la contribution de chaque secteur pour différents polluants émis dans le département de la Gironde. Les quantités totales émises sont indiquées entre parenthèses. L'annexe 7 présente ces données sous forme de tableaux (quantités émises et pourcentage de la contribution de chaque secteur).

Globalement, le département de la Gironde ne présente pas de spécificités particulières par rapport aux valeurs nationales. En effet, les secteurs contribuant majoritairement aux émissions de polluants sont pour moitié semblables à ceux de l'échelle nationale. C'est particulièrement le cas pour les oxydes d'azote (NOx) qui sont émis très majoritairement par le transport routier, tout comme le monoxyde de carbone (CO). Le département de la Gironde se distingue en revanche sur les émissions de dioxyde de soufre (SO₂). A l'échelle nationale, ce polluant est majoritairement émis par le secteur de la transformation d'énergie (50 %) puis de l'industrie manufacturière (32 %). A l'échelle départementale, le secteur de l'industrie manufacturière a une proportion moins importante (19 %) tandis que celui de la transformation d'énergie a plus de poids (63 %). Concernant les métaux lourds, on retrouve la même situation qu'à l'échelle nationale pour une majorité d'entre eux : cadmium, chrome et mercure majoritairement émis par le secteur de l'industrie manufacturière, nickel majoritairement émis par le secteur de la transformation d'énergie. Les spécificités de la Gironde pour les métaux lourds concernent l'arsenic et le plomb. L'arsenic est majoritairement émis par le secteur résidentiel et tertiaire tandis qu'à l'échelle nationale le secteur de l'industrie manufacturière est majoritaire. Pour le plomb, on observe un transfert du secteur de l'industrie manufacturière (échelle nationale) vers le secteur « autres transports » (Gironde). En

Gironde, les HAP sont émis à 82 % par le secteur résidentiel et tertiaire tandis qu'à l'échelle nationale les sources biotiques sont responsables de 50 % de ces émissions.

Le secteur du transport routier, principal secteur objet de la présente étude, est responsable pour environ 63 % des émissions d'oxydes d'azote, pour 53 % des émissions de monoxyde de carbone et pour 54 % des émissions de cuivre.

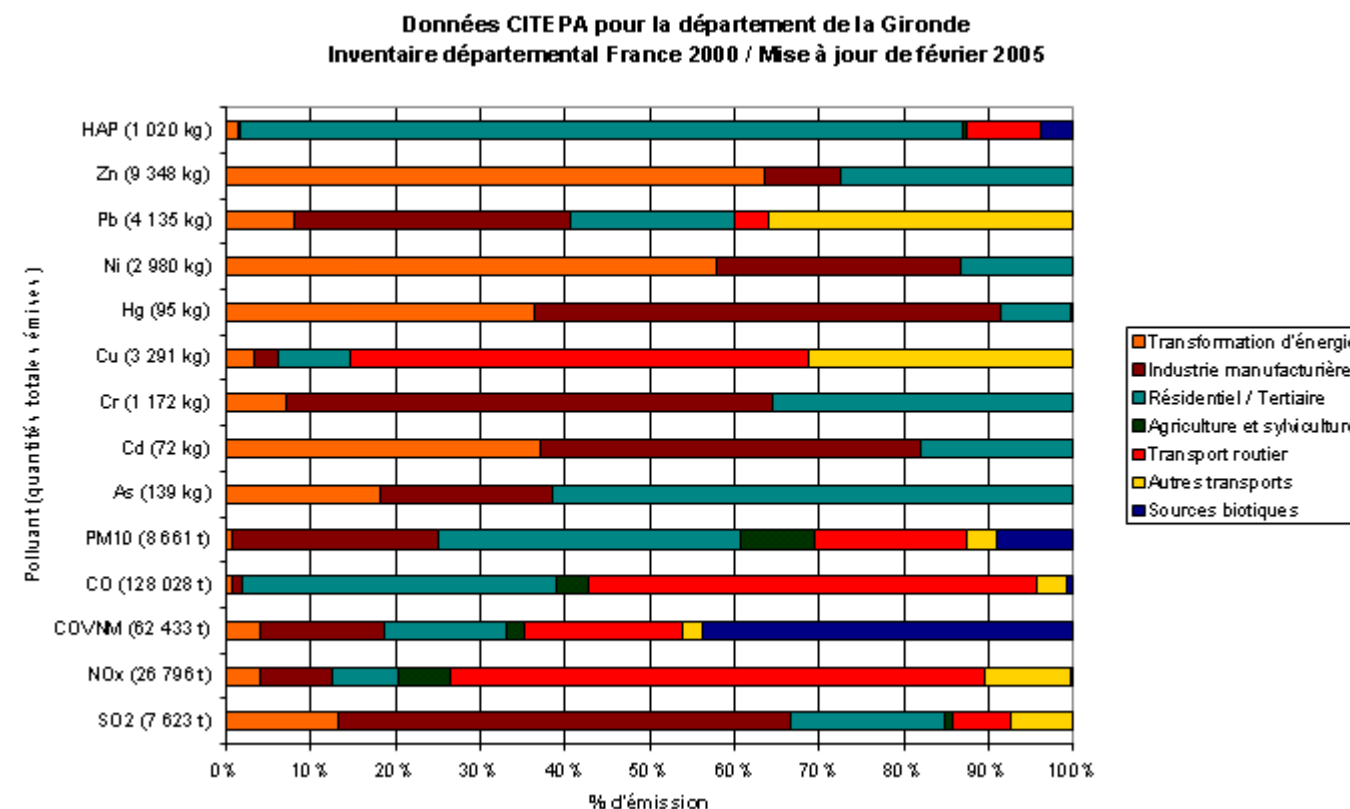


Figure 4: Polluants émis et contribution par secteur au niveau de la Gironde en 2000

Cas particulier du dioxyde de carbone CO₂ :

Le dioxyde de carbone est un gaz à effet de serre, c'est-à-dire qu'il participe au processus naturel de réchauffement de la planète, qui, sans celui-ci, présenterait une température de -18 °C contre une moyenne actuelle de 15 °C. Phénomène nécessaire à la vie sur Terre, l'effet de serre s'accroît depuis deux siècles, les activités humaines étant à l'origine de ce surplus artificiel. L'augmentation des concentrations des gaz à effet de serre s'accompagne d'une hausse de la température. Les conséquences de cet effet de serre additionnel sont à mesurer à l'échelle mondiale avec un impact sur l'environnement et par conséquent sur l'homme sans pour autant qu'un effet à court terme sur la santé humaine soit avéré. C'est pour cela que le dioxyde de carbone n'est pas un polluant atmosphérique réglementé dans le cadre de la loi sur l'air. Il n'est pas mesuré par les associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air. La prise de conscience mondiale de l'effet de serre additionnel et de ses conséquences immédiates et à venir ont favorisé la mise en place de réglementations mondiales dont la « Convention sur le changement climatique » de Rio de 1992 et la ratification du protocole de Kyoto par la France en juillet 2000. Le but de ces réglementations est de limiter les émissions de gaz à effet de serre exprimés en équivalent-dioxyde de carbone. Le protocole de Kyoto avait pour objectif que les pays signataires stabilisent sur la période 2008-2012 leurs émissions de gaz à effet de serre à leur niveau de 1990. Le graphique ci-après montre les secteurs à l'origine des émissions de CO₂ en France et en Gironde. Les données sont issues de l'inventaire du CITEPA de 2000 et des mises à jour de 2005.

Contribution des différents secteurs aux émissions de dioxyde de carbone au niveau du département de la Gironde et de la France (Données CITEPA 2000)

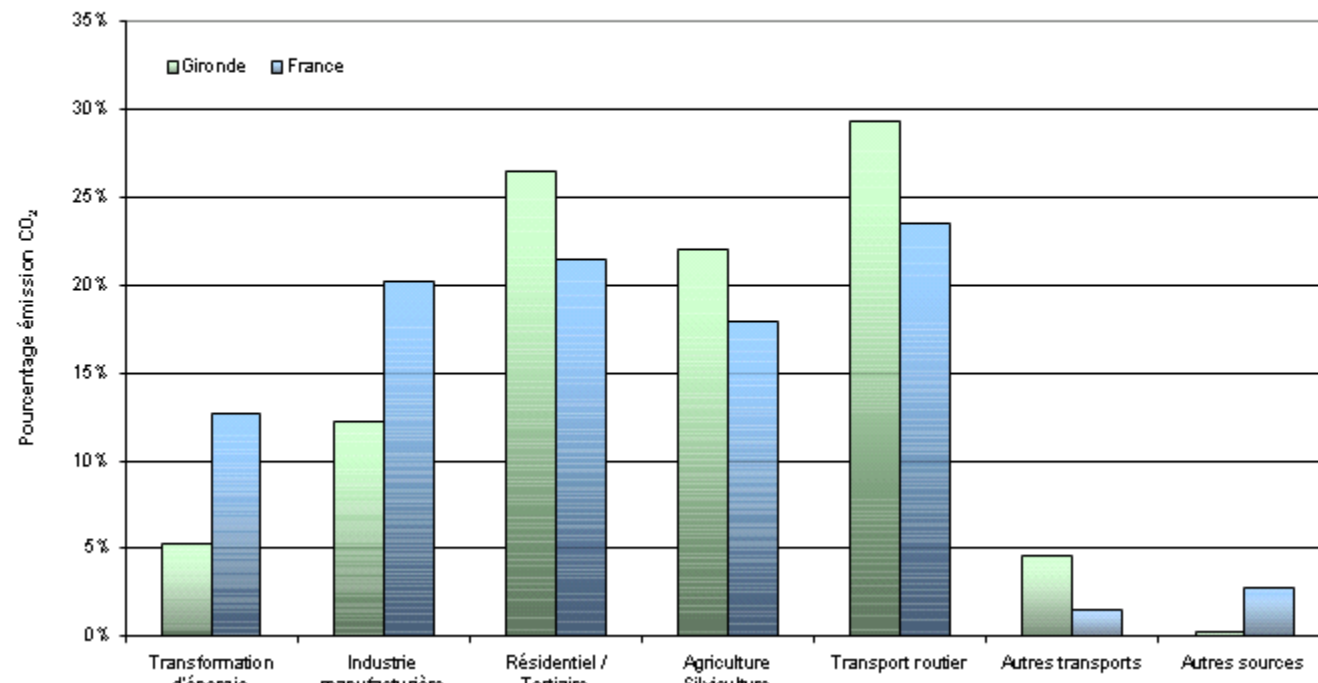


Figure 5: Sources d'émission du CO₂ en France et en Gironde (données CITEPA)

Comme le montre la figure 5, la grande majorité des émissions de dioxyde de carbone ont pour origine le secteur du transport routier, aussi bien au niveau national (24 %) qu'à celui de la Gironde où il participe pour presque 30 % de la totalité des émissions de ce département. Les autres transports représentent un peu moins de 5 % des émissions de CO₂. L'augmentation du trafic entraîne une augmentation de la part du transport routier dans les émissions du CO₂. Le Plan climat 2004-2012 de la Mission interministérielle de l'effet de serre et son actualisation de 2006 proposent donc des actions à mettre en œuvre pour diminuer ces émissions tant sur le plan de l'ensemble des secteurs de l'économie qu'à celui de la vie quotidienne des Français. Parmi ces actions-ci, pour le secteur des transports, on retrouve :

- le Plan biocarburant ;
- l'étiquette énergie des véhicules particuliers à la vente et l'étiquette énergie pour les véhicules d'occasion et les publicités automobiles ;
- l'écoconduite ;
- les plans de déplacements d'entreprise ;
- les grands chantiers de transports complémentaires à la route ;
- la création des plans de déplacement urbains de seconde génération ;
- les marchés de quotas de CO₂ dans la construction automobile et dans les transports de fret.

4.2.1.2 État actuel 2010

Le bilan est établi à partir de l'inventaire des émissions 2012 pour l'année de référence 2010 par Airaq¹³. L'inventaire des émissions de l'année 2010 est présenté ici du fait qu'il soit l'inventaire disponible le plus récent.

Le tableau ci-après présente la contribution de chaque secteur pour différents polluants émis à l'échelle du département de la Gironde. Les quantités émises sont indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 6: Contribution de chaque secteur pour les polluants émis en Gironde pour l'année 2010 (Airaq)

(en t)	Industriel/ Energie	Résidentiel/ Tertiaire	Agriculture	Routier	Autres transports	Biotique	Total	% d'émission par rapport à la région
SO₂	3 125	535	76	24	476	0	4 236	31,6 %
NOx	2 608	1 739	1 966	14 682	1 267	158	22 420	39,0 %
CO	2 867	28 446	1 573	19 110	311	0	52 307	33,9 %
COVNM¹⁴	4 493	8 284	463	2 710	84	44602	60 636	22,1 %
Benzène	15	654	15	91	0	9	784	29,1 %
TSP¹⁵	1 518	1 974	2 006	2 633	340	0	8 471	23,0 %
PM10	511	1 827	759	1 761	195	0	5 053	26,1 %
PM2,5	297	1 773	402	1 263	127	0	3 862	28,6 %

Sur le département de la Gironde, les émissions de polluants atmosphériques sont principalement issues du secteur industriel, du secteur résidentiel et tertiaire et du transport routier.

Les émissions polluantes liées au transport routier représentent environ :

- 65 % des émissions d'oxydes d'azote NOx,
- 37 % des émissions de monoxyde de carbone CO,
- 35, 33 et 31 % des émissions de poussières (respectivement PM10, PM2,5 et TSP),
- 12 % des émissions de benzène,
- 4 % des émissions de COVNM,
- 0,6 % des émissions de dioxyde de soufre SO₂.

Les émissions du secteur industriel - énergie participent pour 74 % aux émissions de SO₂, 18 % aux émissions de TSP et 12 % aux émissions de NOx. Les émissions du secteur résidentiel participent, quant à elles, pour 83 % aux émissions de benzène, 54 % aux émissions de CO et de 46 % aux émissions de PM2,5.

La figure suivante présente la répartition des émissions de différents polluants par secteur d'activité pour le département de la Gironde.

¹³ AIRAQ : Association agréée pour la Surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine

¹⁴ COVNM : Composé organique volatil non méthanique

¹⁵ TSP : Particules totales en suspension appelées TSP pour Total Suspended Particulates regroupent l'ensemble des particules quelle que soit leur taille

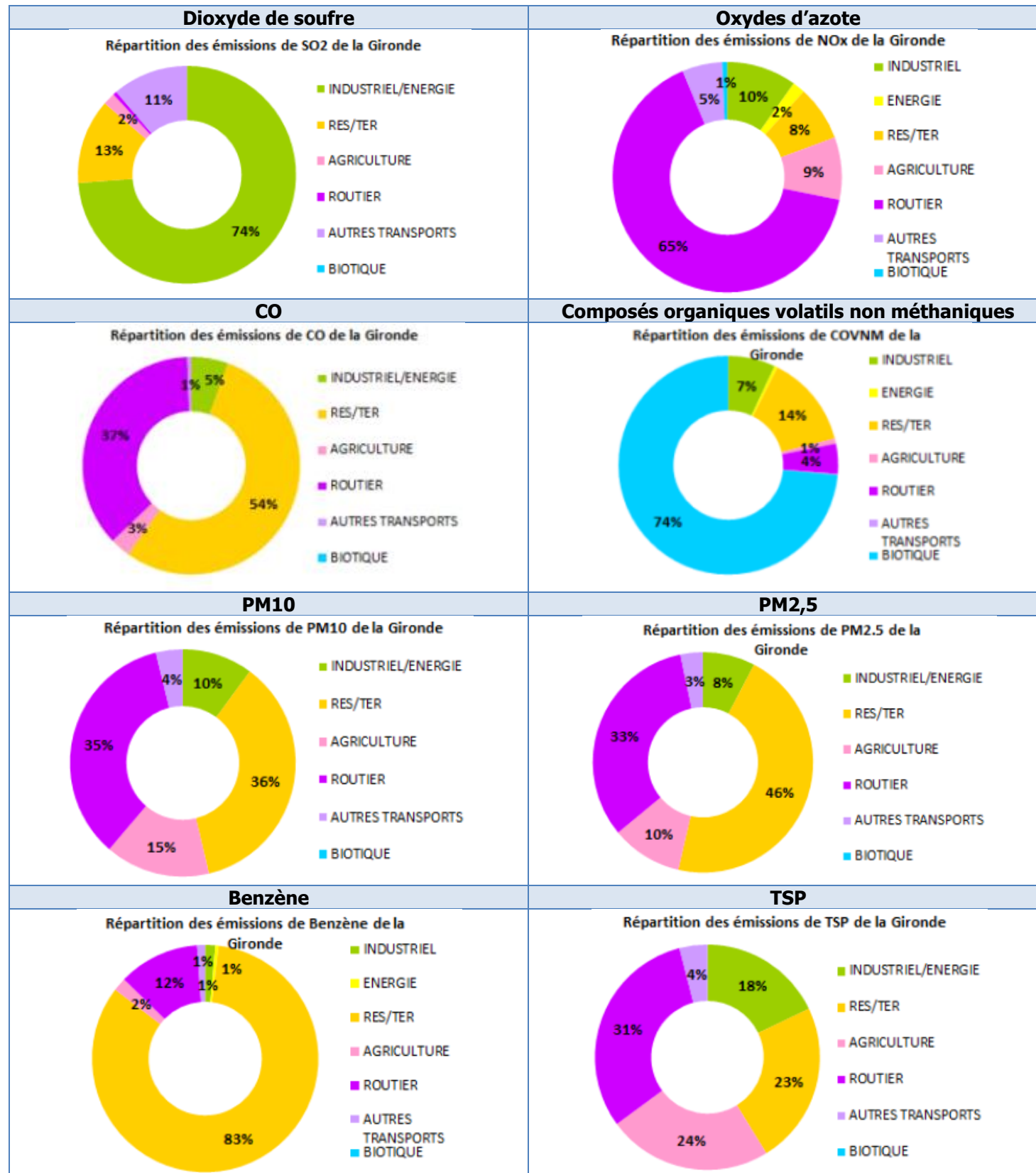


Figure 6: Répartition des émissions par secteur d'activité pour la Gironde en 2010 (Airaq)

Cas particulier du dioxyde de carbone CO₂ :

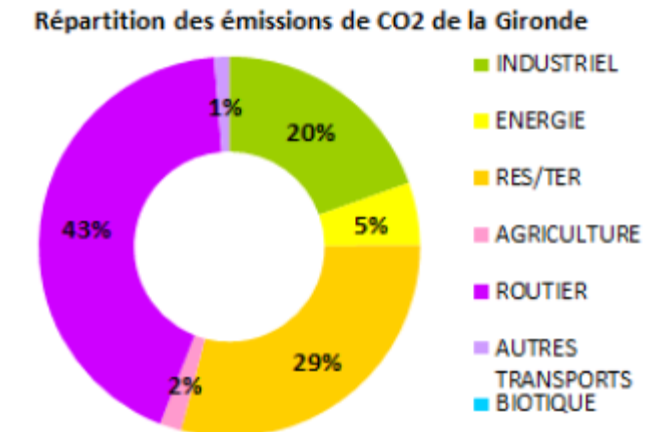


Figure 7: Répartition des émissions de CO₂ par secteur d'activité pour la Gironde en 2010 (Airaq)

Les émissions de CO₂ sont principalement dues aux secteurs du transport routier (43 %) et résidentiel - tertiaire (29 %), suivis du secteur industriel (20 %).

4.2.2 Surveillance de la qualité de l'air sur l'agglomération bordelaise

L'objectif de cette partie d'étude est de synthétiser les données existantes sur la qualité de l'air à l'échelle de l'agglomération bordelaise afin d'établir le cas échéant la localisation des points noirs et les moyens à mettre en œuvre pour compléter le réseau de mesures existant.

4.2.2.1 Réseau concerné et démarche

L'Airaq, créée fin 1995, a pour mission :

- le suivi du respect des réglementations européenne, nationale et régionale ;
- l'information du public et des décideurs en matière de qualité de l'air ;
- l'acquisition de données utiles à la mise en œuvre d'une politique de prévention ;
- le développement des connaissances sur la pollution atmosphérique et ses effets.

Elle contribue à l'application de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996, qui a depuis été intégrée au Code de l'Environnement (livre II, titre II). Elle surveille en particulier la pollution atmosphérique sur les agglomérations de Bordeaux, Pau, Bayonne, Périgueux, Agen, Arcachon, Marmande, Mont-de-Marsan et Dax, les zones industrielles d'Ambès, Lacq et Tartas et des zones de référence (Iraty, Le Temple).

La répartition géographique des stations Airaq installées sur l'agglomération de Bordeaux est présentée par la carte ci-dessous.

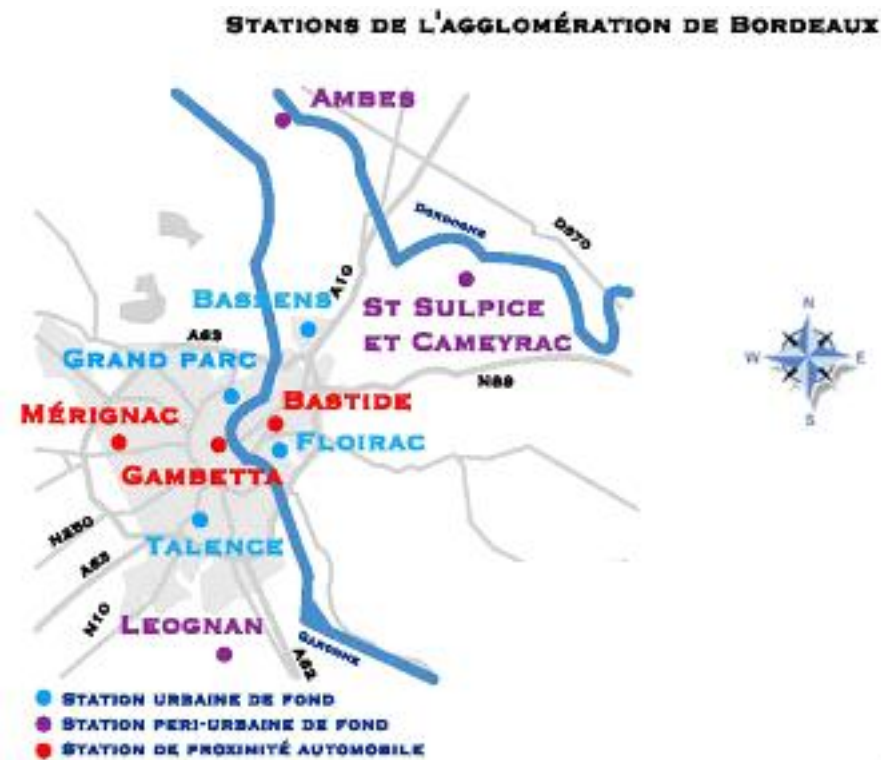


Figure 8: Stations Airaq de l'agglomération de Bordeaux

La station de Floirac est fermée depuis le 1^{er} janvier 2010.

4.2.2.2 Stations de mesures fixes

Pour la réalisation de la phase 1 de la présente étude, les données de sept des dix stations fixes ont été utilisées, les trois autres stations péri-urbaines de fond d'Ambès, Léognan et Saint-Sulpice-et-Cameyrac étant en dehors de la zone d'étude.

Le tableau ci-après récapitule les caractéristiques des stations et les polluants qui y sont mesurés.

Tableau 7: Stations de surveillance de l'Airaq

Station	Adresse	Typologie	Polluants mesurés						
			SO ₂	NO _x	O ₃	PM10	CO	Benzène	PM2,5
Bassens	11 rue Paul Bert (Bassens)	Urbaine de fond	●	●	●	●			● (2013)
Bastide	282 avenue Thiers (Bordeaux)	Station de proximité automobile et industrielle	● (arrêt en 01/2009)	●		●	● (arrêt en 01/2009)		
Floirac	2 rue de l'observatoire (Floirac)	Urbaine de fond	●	●	●	●			●
Gambetta	Place Gambetta (à l'angle de la rue Judaïque) Bordeaux	Station de proximité automobile		●		●	● (arrêt en 12/2012)		
Grand Parc	Rue Robert Schuman, à proximité d'une école (Bordeaux)	Urbaine de fond	●	●	●	●			
Mérignac	A l'angle de l'avenue de l'Yser et de la rue Joliot-Curie (Mérignac)	Station de proximité automobile		●		●	● (arrêt en 01/2009)		
Talence	Groupe scolaire Paul Lapie, à l'angle des rues de Verdun et du Général Percin (Talence)	Urbaine de fond	● (arrêt en 05/2006)	●	●	●			●

4.2.2.3 Résultats annuels des mesures des stations fixes

Les décrets d'application relatifs à la surveillance de la qualité de l'air sont ceux du 15 février 2002 (n° 2002-213), du 12 novembre 2003 (n° 2003-1085) et du décret du 21 octobre 2010 (n° 2010-1250). Les polluants qui doivent ainsi faire l'objet d'une surveillance sont :

- le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- le dioxyde de soufre (SO_2) ;
- les métaux lourds : plomb (Pb), cadmium (Cd), arsenic (As) et nickel (Ni) ;
- le benzo(a)pyrène (BaP) ;
- les particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM_{10}) ;
- les particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres ($\text{PM}_{2,5}$) ;
- le monoxyde de carbone (CO) ;
- le benzène ;
- l'ozone (O_3).

Les stations fixes des réseaux de surveillance mesurent un ou plusieurs composés selon la station. Le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, les particules fines, le monoxyde de carbone et l'ozone sont mesurés en continu.

Les annexes 8 et 9 présentent les moyennes annuelles de NO_2 , SO_2 , sur les douze dernières années (2001 à 2012). Ces valeurs ont été établies soit à partir des 12 moyennes mensuelles, soit avec au minimum 9 moyennes mensuelles sur 12 (75 % minimum des mesures validées). Ces dernières données sont suivies d'un astérisque dans les tableaux. Les stations disposant de moins de 75 % de données valides n'ont pas fait l'objet d'un calcul de moyenne annuelle et sont mentionnées par les lettres NV dans le tableau.

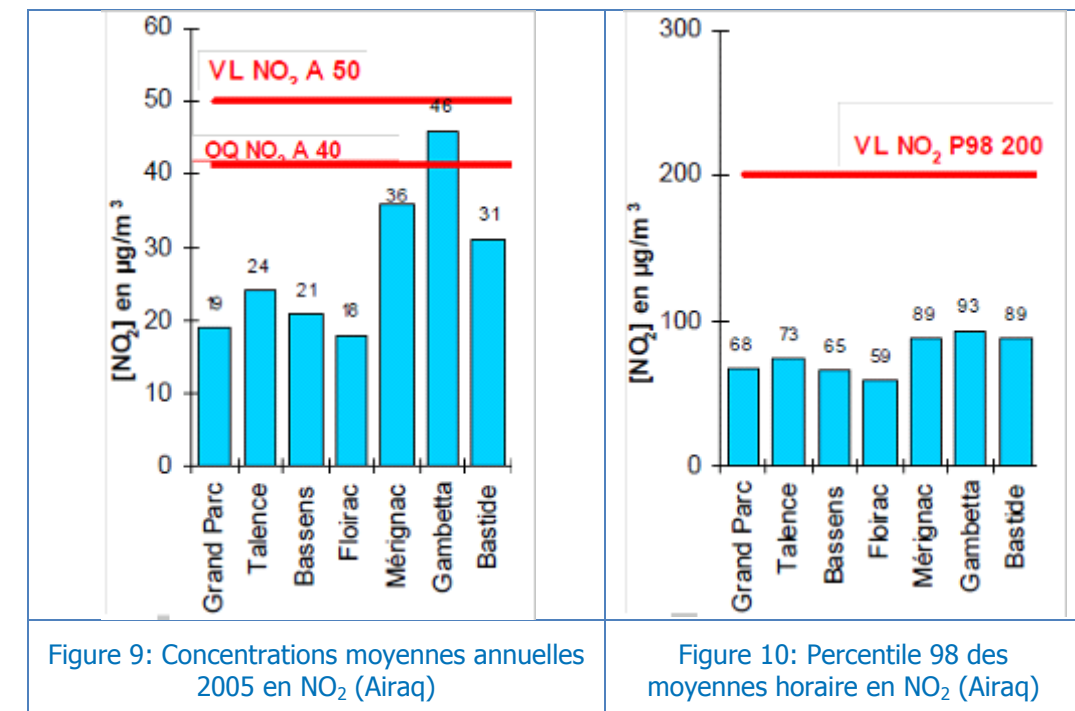
4.2.2.3.1 Bilan 2005

Le bilan de la qualité de l'air de la zone d'étude a été établi à partir des mesures effectuées en 2005 sur les stations du réseau d'Airaq citées précédemment.

Les figures n 7 à 10 en pages suivantes présentent les polluants mesurés sur les sept stations étudiées.

1. Le dioxyde d'azote (NO_2)

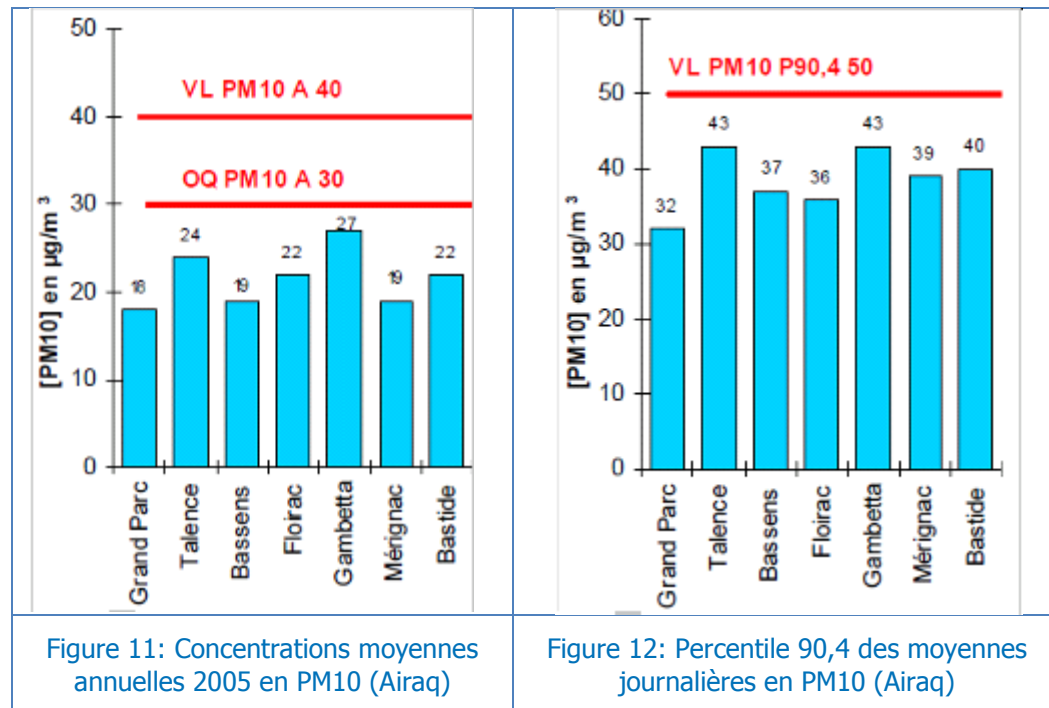
L'ensemble des stations de mesure respectent la valeur limite fixée à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle en 2005. Seule la station de proximité automobile « Bordeaux–Gambetta » dépasse l'objectif de qualité fixé à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En effet, une concentration annuelle de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été mesurée sur cette station.



La valeur limite horaire est fixée à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$; elle ne doit pas être dépassée plus de 18 heures par an. Aucun dépassement de cette valeur n'a été observé en 2005.

2. Les particules PM10

Sur les sept stations étudiées, la valeur limite annuelle ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ainsi que l'objectif de qualité ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont respectés.

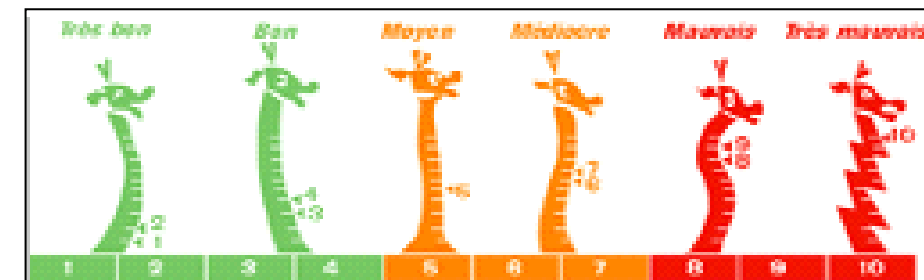


4. Le benzène (C₆H₆)

La concentration moyenne annuelle en benzène mesurée en 2005 sur la station « Bordeaux-Gambetta », seule station assurant le suivi du benzène à proximité de la zone d'étude, respecte la valeur limite fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En revanche, l'objectif de qualité fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassé. En effet, une concentration moyenne annuelle de $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été mesurée en 2005.

5. L'indice ATMO

L'indice ATMO, diffusé quotidiennement au grand public, est un indicateur qui permet de caractériser la qualité de l'air moyenne de chaque jour par un seul chiffre compris entre 1 (très bonne) et 10 (très mauvaise).



Quatre polluants (NO₂, SO₂, O₃ et PM10) entrent en compte dans le calcul de cet indice. Quatre sous-indices sont calculés à partir de la concentration de ces quatre polluants. Pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et l'ozone, la concentration horaire maximale de la journée est utilisée. Pour les PM10, la concentration journalière est utilisée.

Le sous-indice le plus élevé définit l'indice ATMO du jour.

Le tableau suivant présente les indices ATMO de l'agglomération bordelaise.

Tableau 8: Bilan de l'indice ATMO sur l'agglomération bordelaise en 2005 (Airaq)

Indice ATMO	Qualité de l'air	Nombre de jours	Fréquence (%)
1	Très bonne	0	0
2	Très bonne	10	2,7
3	Bonne	138	37,8
4	Bonne	124	34
5	Moyenne	58	15,9
6	Médiocre	21	5,8
7	Médiocre	14	3,8
8	Mauvaise	-	0
9	Mauvaise	-	0
10	Très mauvaise	-	0

En 2005, l'agglomération bordelaise a bénéficié d'une qualité de l'air :

- bonne à très bonne (indice ATMO compris entre 1 et 4) pendant 74 % de l'année ;
- moyenne à médiocre (indice ATMO compris entre 5 et 7) pendant 26 % de l'année ;
- aucun indice supérieur ou égal à 8 « mauvais » ou « très mauvais » n'a été relevé.

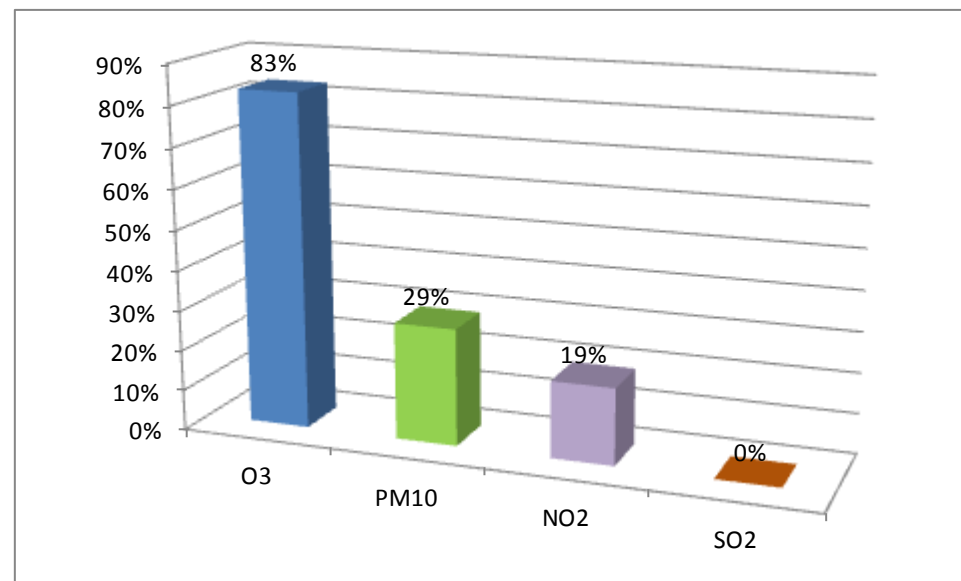


Figure 13: Responsabilité des polluants dans la détermination de l'indice ATMO (2005)

L'ozone est le polluant qui a principalement déterminé les valeurs de l'indice ATMO dans 83 % des cas. Le sous-indice calculé pour l'ozone a été le plus élevé des quatre sous-indices calculés, soit seul, soit à égalité pour 83 % des journées. Viennent ensuite les particules fines avec 29 %. Le dioxyde d'azote comptabilise 19 % des cas.

N.B. : les cas d'égalité de sous-indice explique que la somme des pourcentages soit supérieure à 100 % car plusieurs polluants peuvent être conjointement responsables des indices.

4.2.2.3.2 Bilan 2012

Le bilan de la qualité de l'air de la zone d'étude a été établi à partir des mesures effectuées en 2012 sur les stations du réseau d'Airaq citées précédemment, sauf celle de Floirac, qui a fermé en 2010, soit 6 stations.

Les figures n° 14 à 23, pages suivantes, présentent les polluants mesurés sur ces stations de mesures ainsi que les concentrations moyennes annuelles 2012 associées.

1. Le dioxyde d'azote (NO₂)

L'ensemble des stations de mesures respectent la valeur limite fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle.

Seule la station de proximité automobile « Bordeaux–Gambetta » atteint cette valeur sans la dépasser.

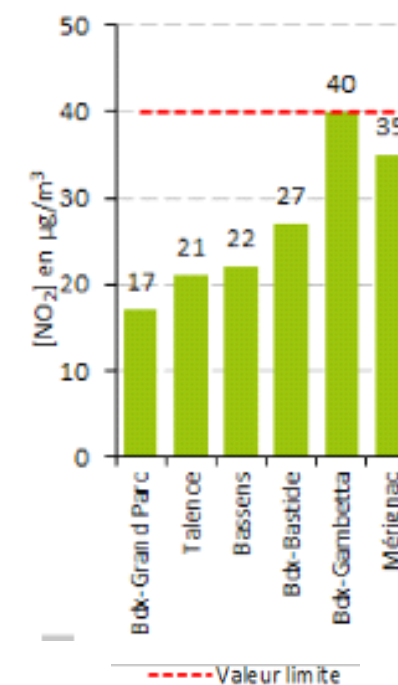


Figure 14: Concentrations moyennes annuelles 2012 en NO₂ (Airaq)

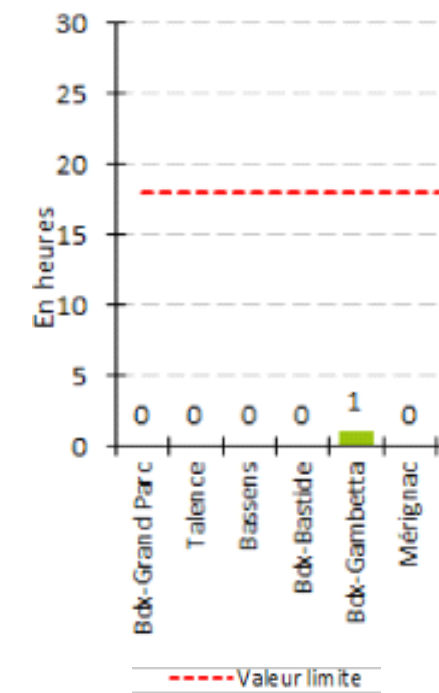


Figure 15: Nombre de jour de dépassement de la valeur horaire de 200 µg/m³ en NO₂ (Airaq)

En valeur horaire, il est autorisé 18 heures de dépassement par an de la limite fixée à 200 µg/m³. A l'exception de la station de mesures de proximité automobile « Bordeaux–Gambetta », aucun dépassement de cette valeur n'a été observé. Sur la station Gambetta, une heure de dépassement a été observé dans l'année : la valeur limite horaire est donc respectée sur l'ensemble des stations étudiées.

Sur l'ensemble de la zone modélisée, la concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote est de 20,7 µg/m³ pour l'année 2012.

La figure présentée ci-dessous montre que les niveaux en NO₂ sont plus importants le long des axes routiers de l'agglomération, dont les axes principaux du centre-ville de Bordeaux et ceux reliant le centre à la rocade. Il apparaît nettement que la rocade et les autoroutes A10 et A63 sont parmi les axes où les concentrations maximales sont observées.

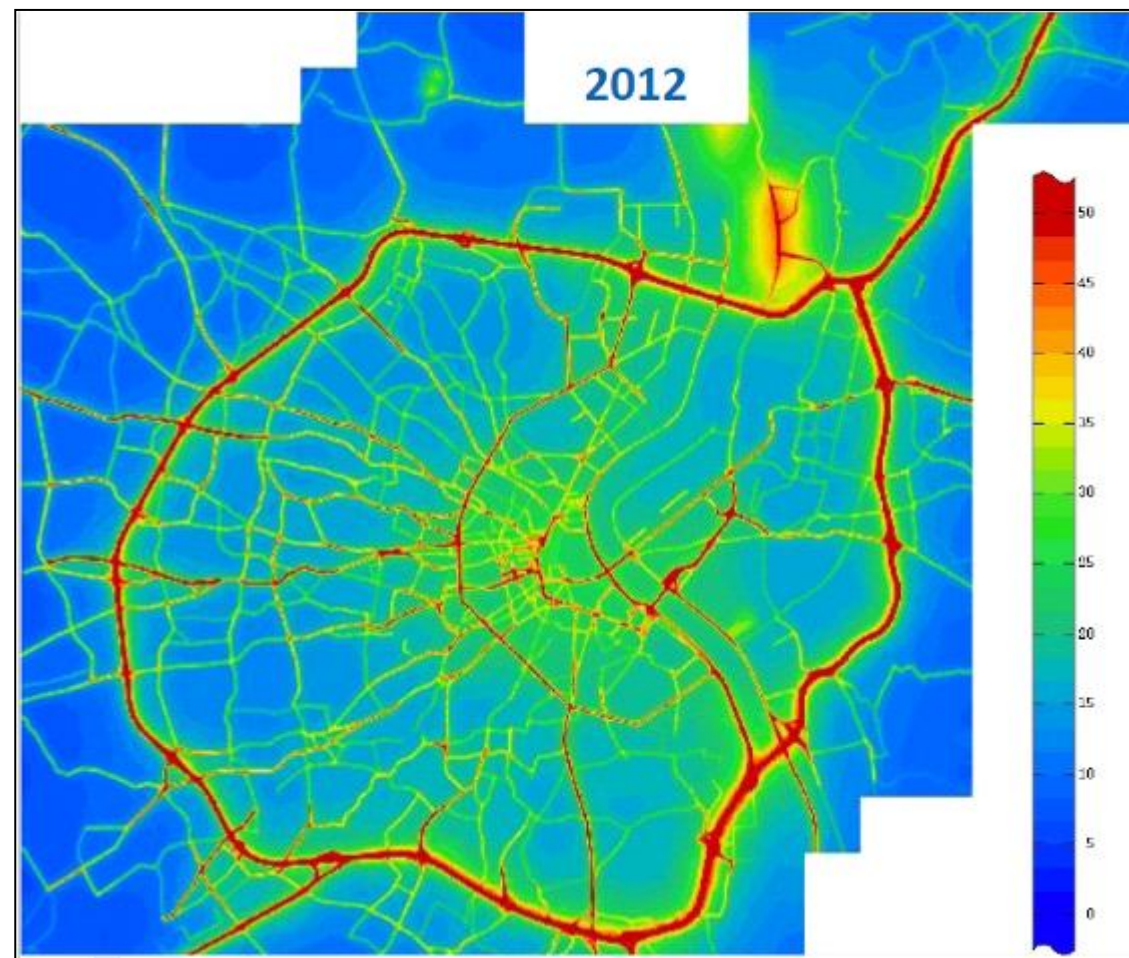


Figure 16: Concentrations moyennes en NO₂ sur la zone de modélisation en 2012 (Airaq)

A noter qu'en situation de fond, les concentrations restent moyennes avec des niveaux de l'ordre de 20 µg/m³ en moyenne à l'intérieur de la zone délimitée par la rocade et peuvent atteindre 30 à 35 µg/m³ à l'intérieur des boulevards.

2. Les particules PM10

Sur les six stations étudiées, la valeur limite annuelle est respectée.

A l'exception de la station de proximité automobile « Bordeaux-Gambetta », les concentrations moyennes annuelles en particules PM10 sur les cinq autres stations respectent également l'objectif de qualité (30 µg/m³ en moyenne annuelle).

Sur la station « Bordeaux - Gambetta », la concentration mesurée en 2012 est de 32 µg/m³, elle dépasse donc l'objectif de qualité.

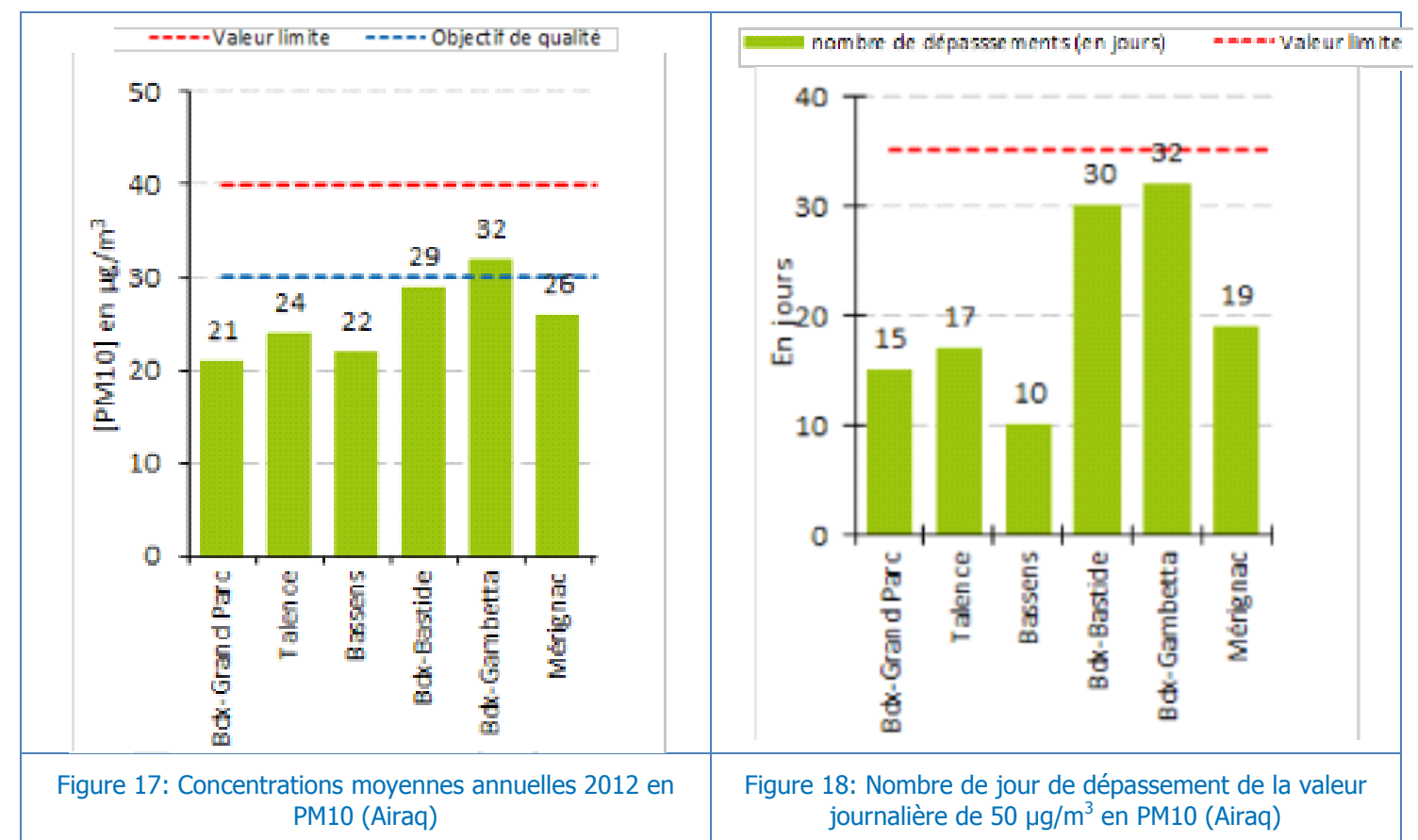


Figure 17: Concentrations moyennes annuelles 2012 en PM10 (Airaq)

Figure 18: Nombre de jour de dépassement de la valeur journalière de 50 µg/m³ en PM10 (Airaq)

En valeur journalière, il est autorisé 35 jours de dépassement par an de la limite fixée à 50 µg/m³. Cette valeur limite est respectée sur l'ensemble des stations, avec un maximum de 32 jours de dépassement observés sur la station « Bordeaux-Gambetta ».

Pour les particules en suspension, la concentration moyenne annuelle est de 23,2 µg/m³ pour l'année 2012.

Comme pour le NO₂, on peut remarquer sur la figure suivante que les niveaux sont plus importants le long des axes routiers et de façon très nette sur la rocade bordelaise et les autoroutes A10 et A63. Quelques carrefours en centre-ville se trouvent aussi à des niveaux en PM10 plus élevés que sur le reste de l'agglomération.

En situation de fond, les concentrations en PM10 sont moyennes puisque des niveaux de l'ordre de 25 µg/m³ sont relevés en moyenne sur l'ensemble de la zone de modélisation. Ces niveaux en situation de fond s'expliquent par le cumul des émissions locales associées à l'import de particules sur la zone d'origine régionale et nationale.

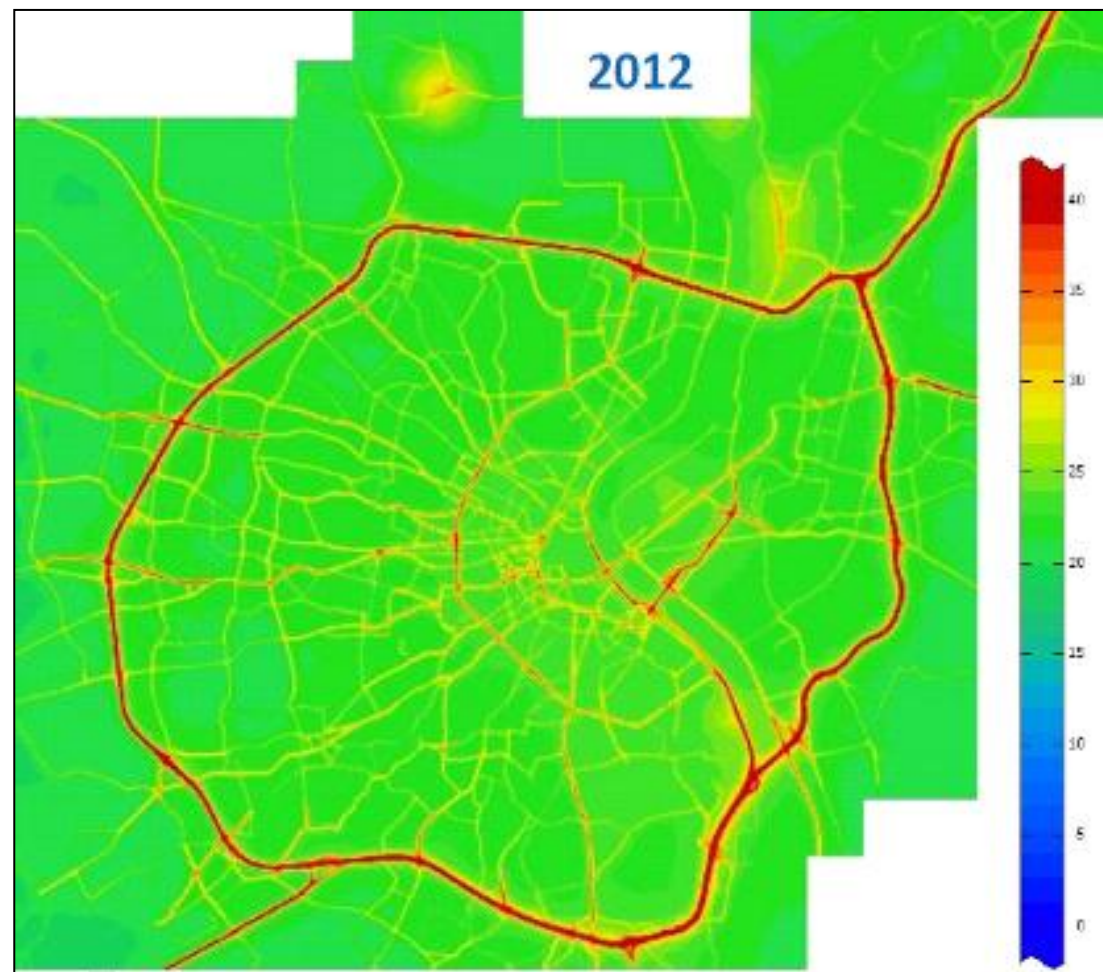


Figure 19: Concentrations moyennes en PM10 sur la zone de modélisation en 2012 (Airag)

3. Les particules PM2,5

Les concentrations moyennes annuelles en PM2,5 mesurées en 2012 sur les stations « Talence » et « Bassens », seules stations assurant le suivi des PM2,5 à proximité de la zone d'étude, respectent la valeur limite fixée à 27 µg/m³ en 2012 et la valeur-cible fixée à 20 µg/m³. Toutefois, sur ces stations, l'objectif de qualité fixé à 10 µg/m³ n'est pas respecté.

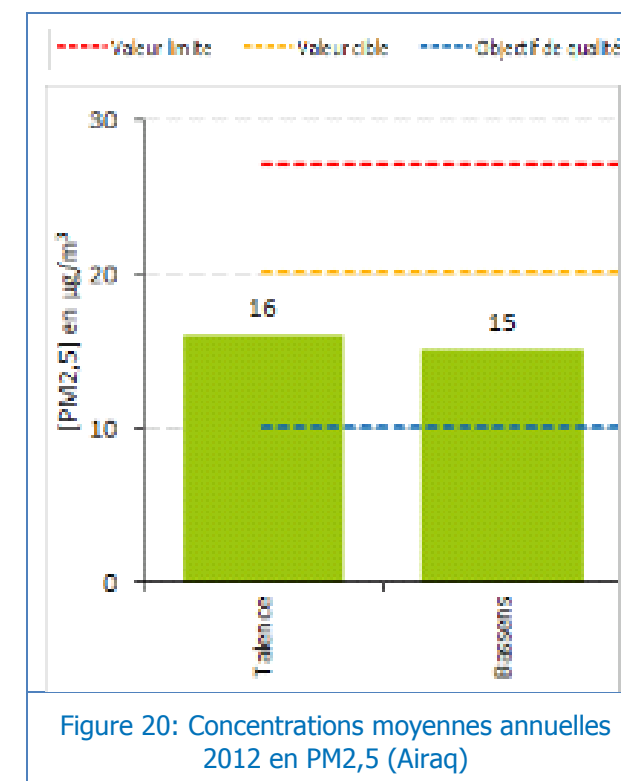


Figure 20: Concentrations moyennes annuelles 2012 en PM2,5 (Airag)

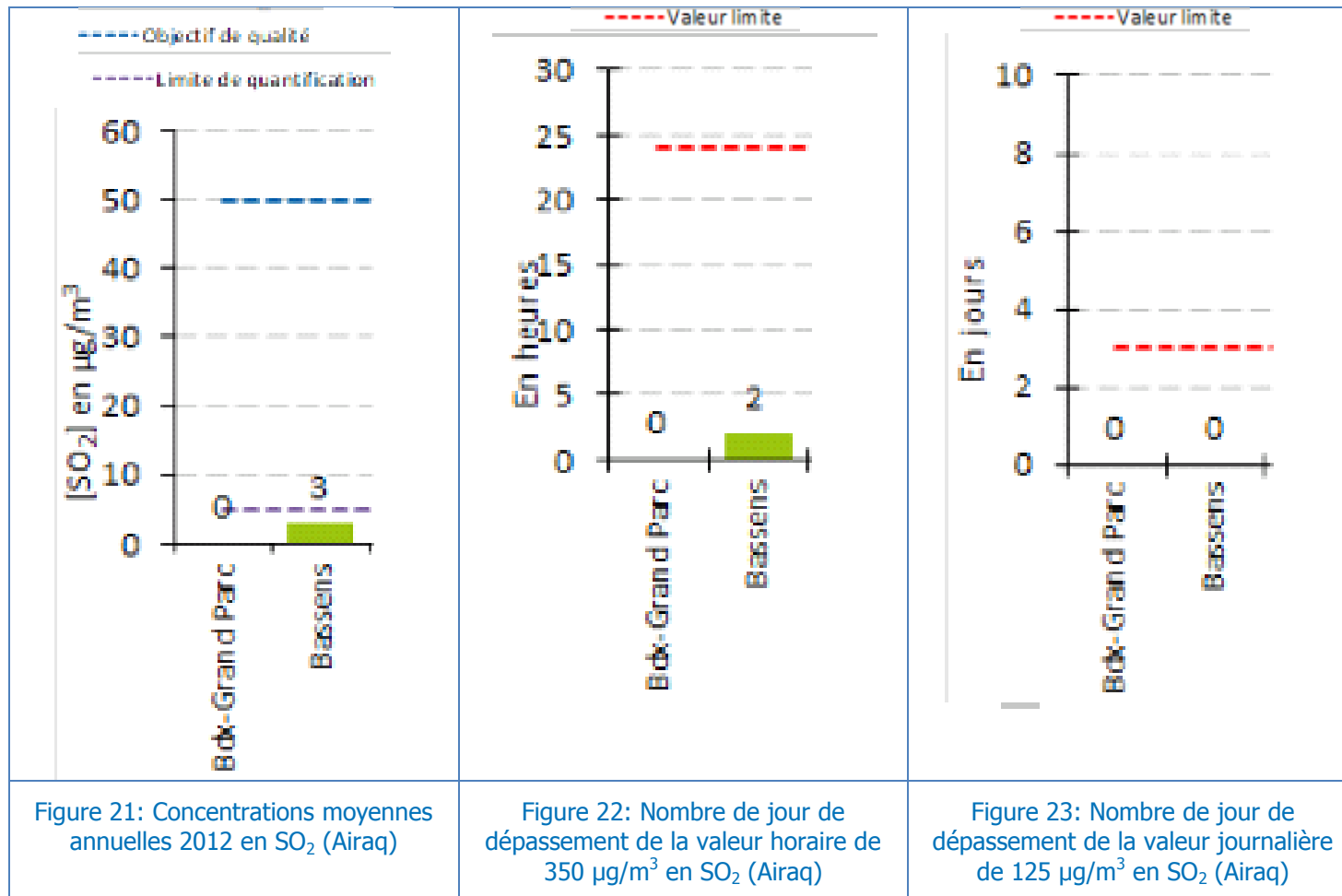
4. Le dioxyde de soufre (SO₂)

Sur les stations « Talence » et « Bordeaux-Grand Parc », seules stations assurant le suivi du SO₂ à proximité de la zone d'étude, les concentrations moyennes annuelles mesurées sont très largement inférieures à l'objectif de qualité de l'air fixé à 50 µg/m³.

En valeur journalière, il est autorisé 3 jours de dépassement par an de la limite fixée à 125 µg/m³ et la valeur limite horaire autorise 24 heures de dépassement par an de la valeur de 350 µg/m³. Deux heures de dépassement de la valeur limite horaire ont été observées sur la station « Bassens ». Aucun autre dépassement n'a été constaté.

5. Le benzène (C₆H₆)

Les concentrations moyennes annuelles en benzène mesurées en 2012 sur les stations « Bordeaux-Gambetta » et « Bassens », seules stations assurant le suivi du benzène à proximité de la zone d'étude, respectent la valeur limite fixée à 5 µg/m³ et l'objectif de qualité fixé à 2 µg/m³.



6. Le benzo(a)pyrène (BaP)

La concentration annuelle relevée en 2012 est inférieure à la valeur-cible sur la station « Talence », seule station assurant le suivi de ce polluant à proximité de la zone d'étude.

7. L'indice ATMO

Le tableau suivant présente les indices ATMO de l'agglomération bordelaise.

Tableau 9: Bilan de l'indice ATMO sur l'agglomération bordelaise en 2012 (Airaq)

Indice ATMO	Qualité de l'air	Nombre de jours	Fréquence (%)
1	Très bonne	0	0
2	Très bonne	6	1,6
3	Bonne	91	24,9
4	Bonne	135	26,9
5	Moyenne	76	20,8
6	Médiocre	27	7,4
7	Médiocre	16	4,4
8	Mauvaise	12	3,3
9	Mauvaise	3	0,8
10	Très mauvaise	0	0

En 2012, l'agglomération bordelaise a bénéficié d'une qualité de l'air :

- bonne à très bonne (indice ATMO compris entre 1 et 4) pendant 63 % de l'année ;
- moyenne à médiocre (indice ATMO compris entre 5 et 7) pendant 33 % de l'année ;
- mauvaise à très mauvaise (indice ATMO compris entre 8 et 10) pendant 4 % de l'année (l'indice 10 correspondant à une qualité de l'air très mauvaise n'a jamais été atteint).

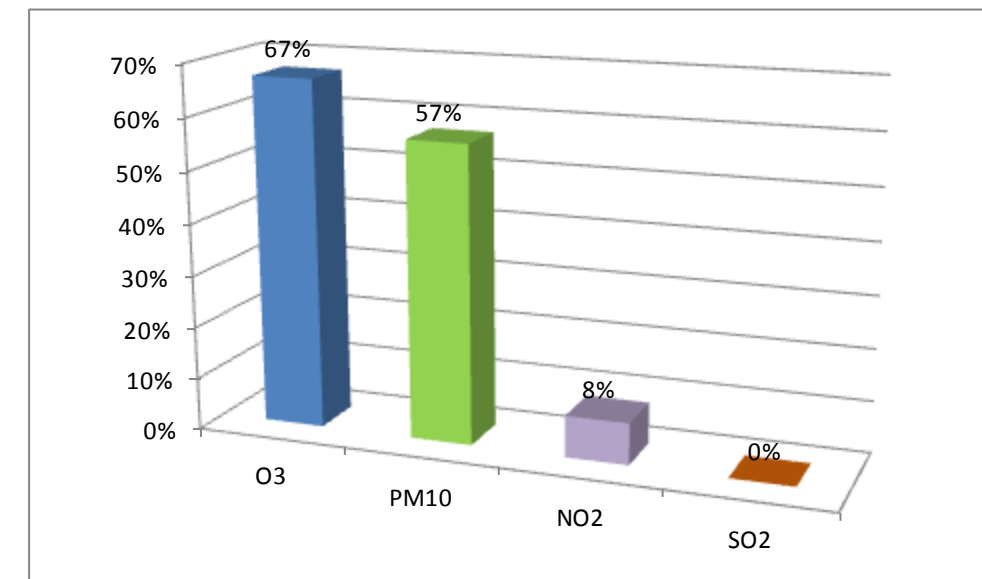


Figure 24: Responsabilité des polluants dans la détermination de l'indice ATMO (2012)

L'ozone a principalement déterminé les valeurs de l'indice ATMO avec 67 % des cas observés. Viennent ensuite les particules en suspension et le dioxyde d'azote avec 57 % et 8 % des cas.

4.2.2.3.3 Comparaison des années 2005 et 2012

En termes de qualité de l'air (cf. indice ATMO), l'année 2012 semble être caractérisée par un niveau « moins bon » que 2005. En effet, tandis qu'en 2005, l'agglomération bordelaise a bénéficié d'une qualité de l'air bonne à très bonne pendant 74 % de l'année, cette proportion est passée à 63 % en 2012. L'année 2005 ne présentait pas d'indice supérieur à 7 (qualité de l'air devenant mauvaise) alors que durant l'année 2012, la qualité de l'air a été mauvaise durant 4 % du temps.

L'ozone est resté le principal responsable des indices, mais dans une moindre mesure en 2012 qu'en 2005. Les particules ont eu une influence plus importante sur les indices en 2012 (57 % en 2012 contre 28 % en 2005) tandis que le dioxyde d'azote a eu une influence moins importante (8 % en 2012 contre 19 % en 2005).

• Benzène :

La concentration moyenne annuelle en benzène mesurée en 2005 sur la station « Bordeaux-Gambetta », seule station assurant le suivi du benzène en 2005 et 2012, est supérieure à celle mesurée en 2012 (4,6 µg/m³ en 2005 et 1,05 µg/m³ en 2012).

• Dioxyde de soufre :

Les concentrations moyennes annuelles en SO₂ mesurées en 2005 sur les stations « Bordeaux-Grand Parc » et « Bassens », stations assurant le suivi du SO₂ en 2005 et 2012, sont supérieures à celles mesurées en 2012 (respectivement 2 et 5 µg/m³ en 2005 et 0 et 3 µg/m³ en 2012).

• Dioxyde d'azote :

Les concentrations moyennes annuelles en NO₂ mesurées en 2012 sur les six stations qui ont assuré ce suivi en 2012 comme en 2005, sont globalement inférieures à celles mesurées en 2005 :

- Bordeaux – Grand Parc : 19 µg/m³ en 2005 contre 17 µg/m³ en 2012 ;
- Talence : 24 µg/m³ en 2005 contre 21 µg/m³ en 2012 ;
- Bassens : 21 µg/m³ en 2005 contre 22 µg/m³ en 2012 ;
- Mérignac : 36 µg/m³ en 2005 contre 35 µg/m³ en 2012 ;
- Bordeaux-Bastide : 31 µg/m³ en 2005 contre 27 µg/m³ en 2012 ;
- Bordeaux-Gambetta : 46 µg/m³ en 2005 contre 30 µg/m³ en 2012.

• Particules PM10 :

Les concentrations moyennes annuelles en PM10 mesurées en 2012 sur les six stations qui ont assuré ce suivi en 2012 comme en 2005, sont globalement supérieures à celles mesurées en 2005 :

- Bordeaux – Grand Parc : 18 µg/m³ en 2005 contre 21 µg/m³ en 2012 ;
- Talence : 24 µg/m³ en 2005 contre 25 µg/m³ en 2012 ;
- Bassens : 19 µg/m³ en 2005 contre 22 µg/m³ en 2012 ;
- Mérignac : 19 µg/m³ en 2005 contre 26 µg/m³ en 2012 ;
- Bordeaux-Bastide : 22 µg/m³ en 2005 contre 29 µg/m³ en 2012.

Ces comparaisons entre 2005 et 2012 confirment ce qui ressort de la qualité globale de l'air (indice ATMO) avec des concentrations en PM10 plus élevées en 2012 tandis que celles en NO₂ sont à la baisse.

4.3 Campagnes de mesures in situ – État initial

4.3.1 Qualité de l'air

Afin de qualifier la qualité de l'air, des campagnes de mesures dans l'environnement ont été réalisées par Cap Environnement en périodes chaudes (été 2006, printemps 2007) et froides (hiver 2007).

Ces mesures ont porté sur le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, les particules PM10, les BTEX, le 1,3-butadiène, les « éléments-traces métalliques » (chrome, nickel, cadmium, arsenic, plomb, baryum et mercure), le benzo(a)pyrène et les aldéhydes. Deux types de mesures ont été effectuées : mesures en continu et mesures par prélèvements passifs.

A l'issue de l'enquête publique, l'État qui s'était engagé à mesurer dans l'air le dioxyde d'azote et les particules PM2,5 a confié au groupement BioMonitor / LECES / Micropolluants Technologie la mission de procéder à la mise en place d'une procédure d'échantillonnage de la qualité de l'air, qui a été appliquée en 2010.

Les résultats de 2006-2007 et 2010 sont présentés ci-après.

4.3.1.1 Campagne de mesure 2006 – 2007

4.3.1.1.1 Description de la campagne de mesure

Dans le cadre de l'étude menée en 2006-2007, les moyens mis en œuvre sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10: Moyens mis en œuvre

Mesures en continu	Résultats	Mesures par prélèvements passifs	Résultats
NOx	Moyennes demi-horaires	NO ₂	Concentration moyenne sur 14 jours
SO ₂	Moyennes demi-horaires	Benzène	Concentration moyenne sur 14 jours
PM10	Moyennes journalières	Aldéhydes	Concentration moyenne sur 14 jours
BTEX	Moyennes journalières		
1,3-butadiène	Moyennes journalières		
Elements traces métalliques (Chrome, Nickel, Cadmium, Arsenic, Plomb, Baryum et mercure)	Moyennes hebdomadaires à partir des filtres pour les PM10		
Benzo(a)pyrène	Moyennes hebdomadaires à partir des filtres pour les PM10		

36 points de fond ont été équipés de capteurs pour le dioxyde d'azote et 17 pour le benzène.

Onze points de proximité automobile ont été équipés de capteurs pour le dioxyde d'azote et six pour le benzène.

Sept points sur la rocade ont été équipés de capteurs pour la mesure du dioxyde d'azote et cinq pour celle du benzène.

Trois balises pour la mesure du dioxyde d'azote, du benzène, des particules PM10, des éléments traces métalliques, du benzo(a)pyrène et des aldéhydes ont été mises à disposition.

Le détail des périodes de mesures est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau 11: Périodes de mesures

Campagne	Tubes passifs	Mesures en continu
Saison chaude	13/09/06 au 27-28/09/06	14/09/06 au 29/09/06
	15/05/07 au 29/05/07	16/05/07 au 30/05/07
Saison froide	17/01/07 au 31/01/07	18/01/07 au 14/02/07
	31/01/07 au 14/02/07	

4.3.1.1.2 Bilan de la campagne 2006 – 2007

Les résultats détaillés de cette campagne de mesures sont présentés en annexe 10.

1. Dioxyde de soufre

L'ensemble des valeurs représentatives établies sur huit semaines de mesures est récapitulé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12: Ensemble des valeurs représentatives établies sur huit semaines de mesure

SO ₂ en µg/m ³	B1 (subdivision de la CUB)	B2 (école maternelle Roland Dargelès)	B3 (échangeur 15)
Moyenne	4,1	4,8	4,9
Concentration maximale horaire	43,6	24,5	22,1
Centile 99,7	21,6	19,2	13,7
Centile 99,2	15,9	16,3	11,8

Les valeurs représentatives sont déterminées à partir des huit semaines de mesures. Les moyennes annuelles en chaque point respectent l'objectif de qualité et la valeur limite de la protection des écosystèmes. Les percentiles 99,7 et 99,2 sont également respectés. Les seuils d'alerte et de recommandation ne sont jamais atteints avec une concentration maximale horaire de 43,6 µg/m³ sur l'ensemble des points de mesure.

2. Dioxyde d'azote

L'ensemble des valeurs représentatives établies sur huit semaines de mesures est récapitulé dans le tableau ci-après.

Tableau 13: Ensemble des valeurs représentatives établies sur huit semaines de mesure

NO ₂ en µg/m ³	B1 (subdivision de la CUB)	B2 (école maternelle de Roland Dargelès)	B3 (échangeur 15)
Moyenne	27,2	18,1	53.7
Concentration maximale horaire	106,8	94,7	209.0
Centile 98	76,7	61,0	118.7
Centile 99,8	96,9	86,4	162.2

Les points B1 et B2 respectent la réglementation. Les concentrations annuelles estimées sont inférieures à la valeur limite fixée à 46 µg/m³ pour l'année 2007, à l'objectif de qualité fixé à 40 µg/m³ et légèrement inférieures à la valeur limite pour la protection des végétaux. Les percentiles 98 et 99,8 sont respectés et les moyennes horaires d'alerte et de recommandation ne sont jamais dépassées.

Au point B3, la concentration moyenne annuelle estimée à 53,7 µg/m³ dépasse la valeur limite pour la protection de la santé humaine, l'objectif de qualité et la valeur limite pour la protection des végétaux. Les concentrations atteignent également deux fois le seuil de recommandation et d'information (le 20/09/07 à 16 et 18 heures). Les percentiles sont en revanche respectés. Ces concentrations importantes ne sont toutefois pas représentatives d'une exposition humaine en continu. C'est un point de trafic routier dont l'objectif est de rencontrer une des situations de pollution les plus défavorables.

Concernant les points de fond, la valeur limite pour la protection de la santé est respectée. Il en est de même pour l'objectif de qualité (le dépassement au point 25 n'est pas suffisant pour être écarté de l'incertitude sur la mesure par ce type de méthode).

Pour les points de trafic, en tenant compte de l'incertitude sur la mesure - environ 50 % -, aucune des valeurs réglementaires n'est respectée.

Pour les points de proximité automobile, on adopte une incertitude sur la mesure de l'ordre de 30 %. Les points 15 et 37 situés dans la bande de mille mètres de part et d'autre de la rocade respectent les deux valeurs réglementaires. Il en est de même pour le point 20 (station Airaq à Mérignac) et le point 33. La valeur limite est respectée pour les points 2, 23 et 29. Ils ne respectent pas en revanche l'objectif de qualité. Les points 4, 5, 24 et 26 situés sur les boulevards de la ceinture bordelaise ne respectent aucune des valeurs réglementaires.

3. PM10

L'ensemble des valeurs représentatives établies sur huit semaines de mesures est récapitulé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14: Comparaison à la réglementation pour les PM10

		B1 (Bruges)	B2 (école Pessac)	B3 (échangeur 15)
Estimation annuelle	Moyenne	24,4 µg/m ³	23,6 µg/m ³	29,8 µg/m ³
	Percentile 90,4	41,3 µg/m ³	40,3 µg/m ³	51,1 µg/m ³

L'objectif de qualité est respecté aux trois points de mesure.

Au mois de septembre, les points de mesure étaient équipés de deux préleveurs ce qui avait permis de mettre en évidence une répétabilité de la mesure comprise entre 3 et 8 %. Le percentile 90,4 pour le point B3 est légèrement supérieur à la valeur admise. Cependant, ce dépassement peut être lié à l'incertitude sur la mesure. Le percentile 90,4 est respecté sur les points B1 et B2.

4. Benzène

Le graphique ci-après présente les moyennes annuelles calculées à partir des huit semaines de mesures. On observe qu'elles sont très inférieures aux valeurs limites pour l'ensemble des points. L'objectif de qualité, valeur plus contraignante, est respecté pour une très grande majorité des points de mesure. En considérant une incertitude sur la mesure de l'ordre 55 % pour les points de proximité automobile, seuls les points 4 et 24 situés sur les boulevards de la ceinture bordelaise ne respectent pas l'objectif de qualité.

5. Plomb

L'ensemble des valeurs représentatives établies sur huit semaines de mesures sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 15: Comparaison à la réglementation pour le plomb

	B1 (Bruges)	B2 (école Pessac)	B3 (échangeur 15)
Estimation de la moyenne annuelle	8,6 ng/m ³	6,4 ng/m ³	6,9 ng/m ³

Les teneurs en plomb sont de cent fois inférieures à la réglementation en vigueur.

6. Éléments-traces métalliques (ETM)

Le tableau ci-après présente les moyennes saisonnières et annuelles des ETM mesurés au cours de cette étude.

Tableau 16: Moyennes saisonnières et annuelles pour les éléments traces métalliques

Concentrations en ng/m ³		B1 (Bruges)	B2 (école Pessac)	B3 (rocade)
Cadmium	Saison chaude	0,14	0,09	0,10
	Saison froide	0,27	0,26	0,25
	Estimation de la moyenne annuelle	0,21	0,17	0,17
Nickel	Saison chaude	1,01	0,84	0,85
	Saison froide	1,12	1,03	1,32
	Estimation de la moyenne annuelle	1,06	0,93	1,09
Arsenic	Saison chaude	0,39	0,35	0,43
	Saison froide	1,33	0,99	0,90
	Estimation de la moyenne annuelle	0,86	0,67	0,66
Chrome	Saison chaude	2,15	1,51	3,70
	Saison froide	2,39	2,44	4,00
	Estimation de la moyenne annuelle	2,27	1,97	3,85
Baryum	Saison chaude	7,09	3,21	12,29
	Saison froide	6,04	3,21	10,54
	Estimation de la moyenne annuelle	6,56	3,21	11,41
Mercure	Saison chaude	0,02	0,31	0,03
	Saison froide	0,09	0,14	0,09
	Estimation de la moyenne annuelle	0,05	0,22	0,06

Les estimations des moyennes annuelles sur la base des huit semaines de mesure sont très inférieures à l'ensemble des valeurs réglementaires en vigueur.

7. Benzo(a)pyrène

L'ensemble des valeurs représentatives établies sur quatre semaines de mesures sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17: Comparaison à la réglementation pour le benzo(a)pyrène

	B1 (Bruges)	B2 (école Pessac)	B3 (échangeur 15)
Estimation de la moyenne annuelle	0,29 ng/m ³	0,30 ng/m ³	0,36 ng/m ³

La valeur-cible (à respecter à compter du 31 décembre 2012), est fixée à 1 ng/m³ en moyenne annuelle. Les moyennes annuelles aux trois points de mesure sont toutes inférieures à ce seuil. L'ensemble de la réglementation est respecté sur les trois points de mesure.

8. 1,3-butadiène

Les concentrations journalières en 1,3-butadiène sont toujours inférieures à la limite de quantification.

Aucune réglementation n'est en vigueur actuellement pour ce polluant.

9. Aldéhydes

Le tableau ci-après présente les moyennes saisonnières et annuelles pour les trois aldéhydes mesurés durant huit semaines aux trois points de mesure.

Tableau 18: Moyennes saisonnières des aldéhydes

	en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	B1 CUB Bruges	B2 école Pessac	B3 rocade
Formaldéhyde	Annuelle	1,2	1,3	1,1
	Saison chaude	0,8	0,8	0,9
	Saison froide	1,6	1,7	1,3
Acétaldéhyde	Annuelle	0,9	0,6	0,5
	Saison chaude	0,4	0,3	0,4
	Saison froide	1,4	0,8	0,6
Acroléine	Annuelle	< 0,3	< 0,3	< 0,3
	Saison chaude	< 0,3	< 0,3	< 0,3
	Saison froide	< 0,3	< 0,3	< 0,3

Les concentrations en acroléine étant toujours inférieures à la limite de quantification, les variations entre les deux saisons ne sont pas quantifiables.

Pour le formaldéhyde et l'acétaldéhyde, les concentrations les plus importantes sont mesurées en hiver. L'écart entre les saisons est le plus faible au point de la rocade (B3) pour ces deux polluants. Les concentrations hivernales sont supérieures d'environ 40 % aux concentrations estivales.

Il n'existe pas de valeur réglementaire pour ces deux polluants en air ambiant.

4.3.1.2 Campagne de mesures 2010

A l'issue de l'enquête publique de 2008, l'État s'est engagé à approfondir l'évaluation des risques sanitaires liés aux teneurs en dioxyde d'azote et particules PM_{2,5} dans l'air.

A cette fin, la DREAL a fait appel au groupement BioMonitor / LECES / Micropolluants Technologie qui a mis en œuvre une procédure d'échantillonnage de la qualité de l'air en 2010 pour apporter les éléments qui ont permis une meilleure évaluation des risques sanitaires sur les substances pour lesquelles des risques de dépassements de seuils toxicologiques semblaient possibles en situation initiale (2005).

4.3.1.2.1 Description de la campagne de mesures

Dans le cadre de l'étude BioMonitor, les analyses de polluants dans les compartiments environnementaux ont concerné les polluants ayant présenté, pour la voie d'exposition considérée, des dépassements des risques sanitaires, c'est-à-dire les particules PM_{2,5} et le dioxyde d'azote pour l'exposition par inhalation (mesures de la qualité de l'air).

Les points de mesures ont été choisis selon une analyse multicritère via une analyse documentaire (notamment à partir de l'étude air du groupement Cap Environnement / KTT-IMA / Numtech) et en fonction des contraintes de terrain. Ont ainsi été prises en compte : les stations présentant les impacts les plus forts, la nature et la localisation des points d'exposition.

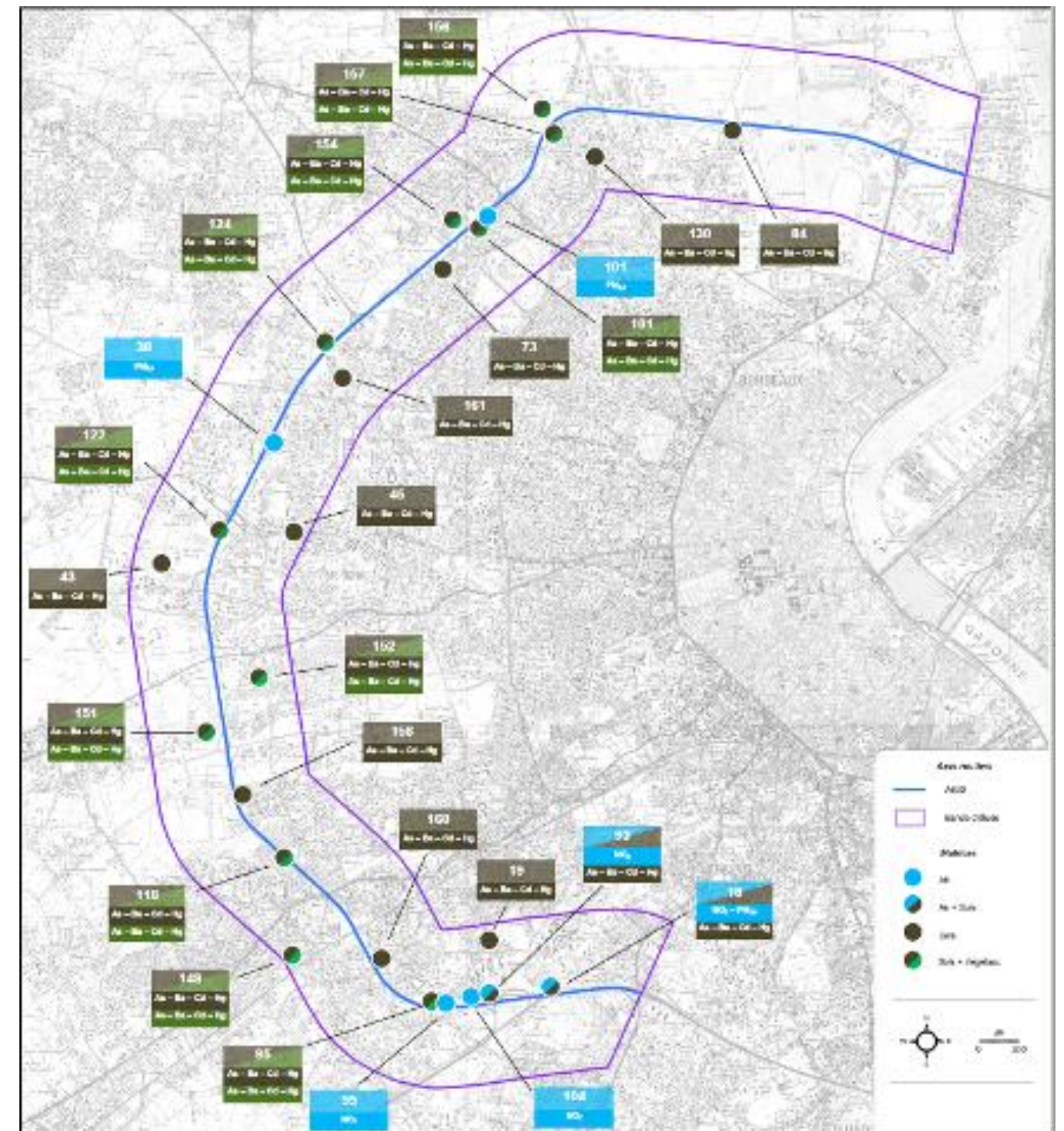


Figure 25: Répartition des matrices prélevées et des polluants mesurés sur chaque point de mesure

L'étude a porté sur six points de mesures en air :

Tableau 19: Points de mesures

Stations	Nature du point d'exposition	Typologie	Polluant mesuré
95	Habitation	Proximité routière	NO ₂ (passif)
104	Habitation	Proximité routière	NO ₂ (passif)
93	École	Proximité routière	NO ₂ (passif)
18	Stade	Proximité routière	PM _{2,5} NO ₂ (passif et continu)
38	Maison de retraite	Proximité routière	PM _{2,5}
101	Habitation	Proximité routière	PM _{2,5}

Le détail des périodes de mesures est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau 20: Périodes de mesures

Campagne	Période de mesure		
	NO ₂ par tubes passifs	NO ₂ en continu	Poussières PM _{2,5}
Campagne hiver	23/02 au 10/03/10	24/02 au 25/03/10	24/02 au 25/03/10
	10/03 au 24/03/10		
Campagne été	31/08 au 14/09/10	05/09 au 28/09/10	31/08 au 28/09/10
	14/09 au 29/09/10		

4.3.1.2.2 Bilan de la campagne 2010

Les résultats détaillés de cette campagne de mesures sont présentés en annexe 11.

Concernant les particules PM_{2,5}, les résultats des mesures réalisées sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau 21: Concentrations en poussières en suspension PM_{2,5} (µg/m³)

	Point 18 : Stade de Pessac		Point 38 : Résidence de Medicis (Mérignac)		Point 101 : 38, rue du Champ de course (Eysines)	
Campagne	Hivernale	Estivale	Hivernale	Estivale	Hivernale	Estivale
Minimum	7	2	6	2	7	1
Maximum	60	17	79	20	68	15
Moyenne / campagne	7	2	6	2	7	1
Moyenne / 2 campagnes	15,0		14,4		15,1	

D'un point de vue réglementaire, la valeur limite pour l'année 2010 était respectée (28 µg/m³) sur l'ensemble des points de mesures. Tandis qu'en période estivale, la valeur-cible (20 µg/m³) et l'objectif de qualité sont respectés, ces derniers

sont dépassés sur l'ensemble des points en période hivernale. Toutefois rappelons que ces valeurs réglementaires sont basées sur une année.

Le tableau ci-après récapitule les concentrations mesurées par prélèvement passif.

Tableau 22: Concentrations en NO₂ (µg/m³)

Point de mesure	Localisation	Concentrations en NO ₂ (µg/m ³)			
		23 février au 10 mars 2010	10 au 24 mars 2010	31 août au 14 septembre 2010	14 au 29 septembre 2010
18	7, avenue Aquitaine	29	31	49	54
	Stade de Pessac	38*	47*	51*	
	Moyenne	3	-	50	54
	(14 j exposition)				
	Moyenne/campagne	52			
93	Ecole Montesquieu allée des Mimosas	29	42	34	43
	Pessac				36*
	Moyenne	29	42	34	40
	(14 j exposition)				
	Moyenne/campagne	36		37	
95	41, Avenue du Pontet	47	47		48
	Pessac	52*	28*	45	38*
	Moyenne	50	-	45	43
	(14 j exposition)				
	Moyenne/campagne	50	-	44	
104	45, allée de la Forêt	44	41	36	50
	Pessac			44*	
	Moyenne	44	41	40	50
	(14 j exposition)				
	Moyenne/campagne	43		45	
	Moyenne des 2 campagnes				

Les concentrations mesurées évoluent peu entre les stations et entre les saisons. Les écarts sont souvent inférieurs à l'incertitude analytique. On constate toutefois que les concentrations les plus faibles ont été mesurées au point 93.

Sur l'ensemble des périodes (hiver et été), les teneurs aux points 18, 95 et 104 ont été supérieures à la valeur limite et à l'objectif de qualité de 40 µg/m³. Toutefois, rappelons que ces valeurs réglementaires sont basées sur une année. La valeur moyenne annuelle mesurée au point 93 est inférieure à cette valeur repère.

Les mesures de NO₂ en continu ont été réalisées au point 18.

Le tableau ci-après présente les concentrations mesurées permettant la comparaison avec les valeurs de référence. Elles ont été calculées à partir des données horaires.

Tableau 23: Concentrations en NO₂ en continu (µg/m³)

	Concentration de NO ₂ (µg/m ³)		Valeurs de référence (µg/m ³)
	Campagne 1 (hiver)	Campagne 2 (été)	
Moyenne*	20	23	40
percentile 98*	52	73	200
percentile 99,8*	64	95	200

*Calculé à partir des moyennes horaires

La concentration moyenne en NO₂ mesurée sur la globalité de la période été / hiver est inférieure à la valeur limite et à l'objectif qualité en moyenne annuelle. Il en est de même pour le percentile 98 et le percentile 99,8.

4.3.1.3 Synthèse des campagnes 2006 et 2010

En 2006, les valeurs réglementaires ont été respectées pour :

- le dioxyde de soufre ;
- les particules PM₁₀ ;
- les métaux ;
- le benzo(a)pyrène.

Concernant le benzène, seuls deux points de proximité ne respectaient pas l'objectif de qualité. La valeur limite était quant à elle respectée.

Concernant le benzo(a)pyrène, les trois points de mesures respectaient la valeur-cible en moyenne annuelle (devant être respectées le 31 décembre 2012).

Les concentrations en formaldéhyde sont typiques de ce qui peut être mesuré à l'extérieur de logements (cf. concentrations médianes extérieures issues de l'étude logements de l'OQAI¹⁶).

Des dépassements de la valeur limite et de l'objectif de qualité pour le dioxyde d'azote ont été observés en 2006. Ce constat a été à nouveau dressé en 2010, ces points étaient tous à proximité du trafic routier.

Compléments – 2014 :

Une étude¹⁷ a été menée par l'Airaq dans le cadre du Plan de protection de l'atmosphère (PPA) de l'agglomération de Bordeaux, arrêté par le préfet de Gironde le 17 décembre 2012.

Elle visait à améliorer les connaissances sur la qualité de l'air à proximité de la rocade bordelaise, en ciblant deux établissements recevant du public sensible (situés à environ 75 m de la rocade) à Bruges et Mérignac.

Il ressort de cette étude que, sur les deux établissements, les principales valeurs réglementaires sont respectées. Par ailleurs, aucune influence majeure de la rocade n'est observée pour les PM₁₀, les PM_{2,5} et le benzène. En revanche, pour le dioxyde d'azote, une influence directe de la rocade est observée. Cet impact reste limité sur les établissements sensibles. Il est plus important à proximité immédiate de la rocade, et plus spécifiquement dans la bande des 20 m à proximité de la voie de droite, où des niveaux supérieurs à la valeur limite sont observés.

4.3.2 Qualité des sols et des végétaux

La pollution des sols est estimée grâce à la quantification de sept éléments traces métalliques (chrome, nickel, cadmium, arsenic, plomb, mercure et baryum) et d'un HAP, le benzo(a)pyrène. Selon les recommandations de la note d'information n° 73 de décembre 2004 du Sétra, les prélèvements de sols sont effectués sur les dix premiers centimètres.

Pour les végétaux, la procédure d'échantillonnage adoptée repose sur le même principe et concerne les mêmes polluants.

Dans le cadre de l'état initial réalisé sur les sols et les végétaux, une campagne de mesures sur ces différents milieux a été réalisée pour les composés particuliers.

4.3.2.1 Notions générales sur les polluants étudiés

Pour les sols

La qualité chimique des sols est appréhendée par comparaison des résultats des analyses de laboratoire avec les concentrations caractéristiques du bruit de fond dans les sols.

Pour les métaux et métalloïdes, en l'absence de données locales, la gamme de concentrations qui sera utilisée pour comparaison est celle correspondant aux valeurs de référence pour un sol dit « sol ordinaire ». Ces valeurs sont extraites d'études de l'ATSDR de 1992 et de 2005 et de l'INRA de 1997.

¹⁶ Campagne nationale logements – Etat de la qualité de l'air dans les logements français – Rapport final, 2007. Observatoire de la qualité de l'air intérieur

¹⁷ Etude ESPROB : Evaluation de la qualité de l'air sur des établissements sensibles à proximité de la rocade bordelaise, 2014, Airaq

Tableau 24: Bruit de fond pour les métaux lourds dans les sols

Composé	Sols ordinaires		Sols à anomalie modérée		Sols à anomalie forte	
	mg/kg	Source	mg/kg	Source	mg/kg	Source
Arsenic	1-25	INRA, 1997	30-60	INRA, 1997	60-230	INRA, 1997
Baryum	10-3000*	INRA, 1997	-		-	
Cadmium	0,05-0,45	INRA, 1997	0,7-2	INRA, 1997	2-7	INRA, 1997
Chrome (III)	10-90	INRA, 1997	90-150	INRA, 1997	150-534	INRA, 1997
Mercure	0,02-0,2	INRA, 1997	0,2-0,45	INRA, 1997	néant	INRA, 1997
Nickel	2-60	INRA, 1997	60-130	INRA, 1997	130-48	INRA, 1997
Plomb	9-50	INRA, 1997	60-90	INRA, 1997	100-3000	INRA, 1997

* sans distinction des anomalies

Pour le benzo(a)pyrène, en l'absence de données locales, les valeurs de référence qui seront utilisées sont extraites d'études de l'ATSDR de 1995 et 2005 et de l'INERIS (« teneurs anthropiques dans les sols urbains »).

Tableau 25: Bruit de fond pour le benzo(a)pyrène dans les sols

Composé	« Teneurs naturelles dans les sols ruraux ou agricoles »	« Teneurs anthropiques dans les sols urbains »
	Concentrations en mg/kg	
Benzo(a)pyrène	<1,3	-

L'arrêté du 8 janvier 1998 (qui fixe des valeurs limites de concentrations en métaux lourds dans les sols à vocation agricole) peut également être pris comme référence. L'article 11 de cet arrêté précise que les boues ne peuvent pas être épandues si les teneurs en éléments-traces métalliques dans les sols dépassent l'une des valeurs limites figurant au tableau suivant :

Tableau 26: Réglementation des métaux lourds dans les sols

Éléments-traces dans les sols	Valeur limite en mg/kg de matière sèche
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercure	1
Nickel	50
Plomb	100

Pour les végétaux

Peu de données de bruit de fond sont disponibles pour les végétaux dans la bibliographie. Seules les teneurs en métaux sont relativement bien documentées. Pour ceux-ci, ont été retenues comme valeurs de référence : les valeurs réglementaires françaises lorsqu'elles existent, ou à défaut la plus faible des valeurs réglementaires recensées pour les autres pays, ou encore, si aucune valeur réglementaire n'est disponible, la borne haute des concentrations « moyennes » mesurées dans les parties consommables référencées dans l'ouvrage « Contamination des sols », ADEME 2005.

Contrairement aux valeurs réglementaires, données en mg/kg de poids frais, ces concentrations « moyennes » sont données en mg/kg de matière sèche. Pour passer de la concentration en poids sec à la concentration en poids frais dans le végétal, le taux d'humidité du végétal doit être considéré. Ce taux varie en fonction des végétaux entre 0,95 pour la salade et 0,74 pour les petits pois. Les valeurs proposées par les modèles intégrés HESP et VOLASOIL ont été retenues.

Pour les parties racinaires du végétal (taux d'humidité de 0,798) :

Pour les parties aériennes du végétal (taux d'humidité de 0,883) :

Afin de définir des valeurs de référence conservatoires, la plus faible de ces valeurs a été retenue.

Les valeurs réglementaires et les concentrations usuelles issues de la littérature sont reprises dans le tableau ci-après.

Tableau 27: Concentrations usuelles et valeurs réglementaires pour les métaux dans les végétaux

Composé	Concentrations « typiques »	Concentrations « moyennes » parties consommables	Valeurs réglementaires françaises ou associées
	mg/kg		mg/kg
	matières sèches		matières sèches
Arsenic	0,01 à 0,3	0 à 1,5	-
Baryum	5 à 54	-	-
Cadmium	0,03 à 0,8	0 à 1	0,05 à 0,2*
Chrome (III)	0,06 à 6	0 à 3	-
Mercure	0,01 à 0,12	0 à 0,5	0,03 à 0,05*
Nickel	0,8 à 8,6	0,1 à 0,6	-
Plomb	0,3 à 6,4	0,01 à 4	0,1 à 0,3*
			0,3 à 0,5**
	source : Contamination des sols. Transferts des sols vers les plantes, ADEME, 2005 (tableau page 53)	source : Contamination des sols. Transferts des sols vers les plantes, ADEME, 2005 (tableau page 106)	* Reglement CE /466/2001 ** CHSPF, 1996

4.3.2.2 Campagne de mesures 2006 – 2007

Sont reprises ci-dessous les conclusions de la campagne réalisée en 2006 et 2007 par Cap Environnement.

4.3.2.2.1 Description de la campagne de mesures

La réalisation du plan d'échantillonnage s'est basée sur les données de la phase 1 mais également sur des visites préliminaires dans la bande d'étude, autour de la rocade, afin de repérer les sites susceptibles de répondre aux attentes de l'étude. Les mairies ont par exemple été contactées afin d'établir la présence ou non de bacs à sables (lieux de risque d'absorption par les petits enfants) ou de cultures spécifiques.

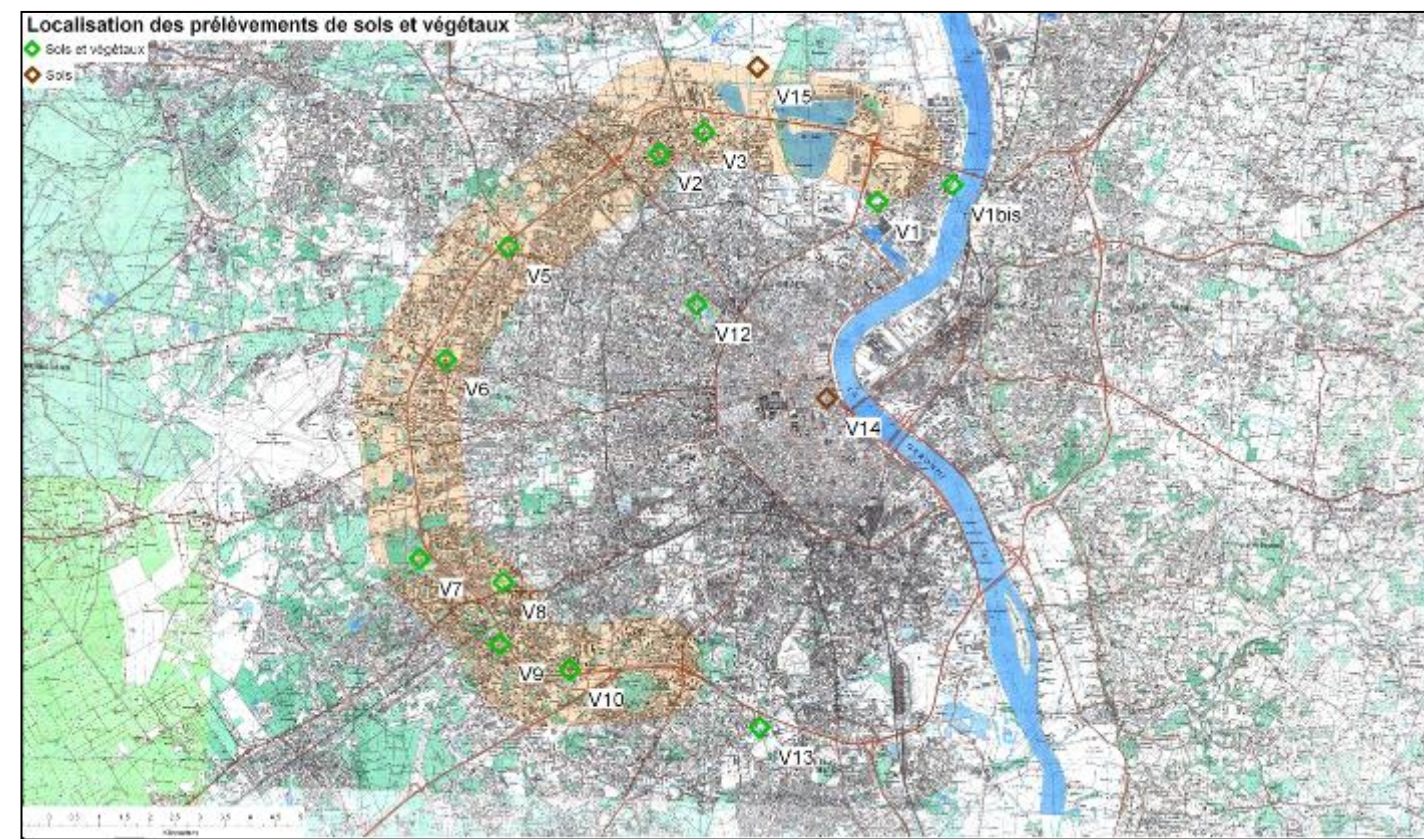


Figure 26: Localisation des prélèvements de sols et de végétaux

L'étude a porté sur douze prélèvements de végétaux et de sols.

Tableau 28: Composition des échantillons de végétaux par site de prélèvement

Point	Catégorie	Valeur limite en mg/kg de matière sèche
V1	Association « Jardins d'aujourd'hui » : jardins familiaux au nord-est de Bordeaux	Tomates
V1 bis		Tomates
V2 sol	Crèche de Bruges	Bac à sable couvert
V2 végétaux	Rue en bordure de la crèche de Bruges	Pommes et poires
V3	Domaine du Grand Darnal (mairie)	Raisins
V5	Jardins potagers particuliers	Raisins et aubergines
V6		Tomates
V7		Tomates et courgettes
V8	Château Pape Clément	Raisins
V9	Jardins potagers particuliers	Pommes
V10		Tomates
V12	Parc Bordelais (mairie)	Tomates et choux
V13	Parc de la Tannerie (mairie)	Kiwi
V14	Square Vinet (mairie)	Bac à sable non couvert
V15	Réserve naturelle	Terre

4.3.2.2.2 Bilan de la campagne de mesures 2006 – 2007

Pour les sols

Les valeurs limites sont dépassées :

- pour le plomb au point V12 (Parc bordelais) et V15 (réserve naturelle) ;
- pour le mercure au point V12 (Parc bordelais) ;
- pour le chrome au point V13 (parc de la Tannerie à Gradignan) ;
- pour le nickel au point V15 (réserve naturelle).

Tableau 29: Résultats des mesures dans les sols – Campagne 2006

Point	Résultats sols : concentration en mg/kg de matière sèche							
	BaP	Chrome	Nickel	Arsenic	Cadmium	Baryum	Plomb	Mercure
V1	0,101	41,78	19,58	18,80	0,44	278,10	82,23	0,573
V2	<0,010	17,14	<0,97	1,20	<0,19	24,50	7,70	<0,19
V3	0,105	10,60	4,62	2,93	<0,19	68,30	45,48	<0,19
V5	0,434	26,27	6,44	8,41	0,26	126,60	63,37	0,38
V6	0,094	16,58	3,75	4,12	0,19	140,00	84,03	0,59
V8	0,055	22,42	5,61	10,77	<0,19	111,80	54,95	0,45
V9	0,017	22,57	5,77	3,58	<0,18	95,00	43,98	<0,18
V12	0,671	37,63	14,37	8,18	0,5100	329,20	317,14	4,917
V13	0,025	449,66	4,66	17,23	<0,17	84,90	25,68	0,28
V14	<0,010	4,37	<0,98	0,93	<0,2	19,50	3,26	<0,2

Globalement, les sols les plus chargés en métaux lourds sont ceux des points V1, V12 et V15. A contrario, les sols présentant les concentrations les plus faibles sont ceux des points V2 et V14. Il s'agit dans les deux cas de bacs à sable ; le premier à Bruges, le second à Bordeaux. La réglementation en vigueur impose des nettoyages réguliers du sable. Cette précaution est sans doute à l'origine des teneurs très faibles en métaux lourds mesurées dans ce milieu comparativement aux autres points de mesure. Hormis ces deux points spécifiques, les sols les moins chargés sont ceux du point V3 à Bruges (domaine du Grand Darnal). Si l'on s'intéresse plus spécifiquement au plomb et au cadmium qui sont les éléments les plus traceurs du trafic routier parmi les polluants quantifiés, on aperçoit à nouveau les points V1, V12 et V15 parmi les plus chargés avec des dépassements de la valeur limite du plomb aux points V12 et V15. Le point V1 est situé à proximité d'un dépôt de bus et peut donc subir l'impact du roulage de ces véhicules. Le point V12 situé en plein centre-ville est au contact direct des émissions et dans un milieu plus propice aux retombées des polluants qu'à leur dispersion. Le point V15 est à la limite de la zone des 1000 mètres de part et d'autre de la rocade.

Les points V5 et V6 sont situés à l'est de la rocade respectivement à 100 et 370 mètres de celle-ci. On s'aperçoit que les teneurs en métaux lourds sont souvent plus élevées au point V5 plus proche de la rocade qu'au point V6. Toutefois, les différences de concentration pour le cadmium et le plomb ne sont pas significatives à l'inverse de l'arsenic ou du nickel. Le point V9 situé à environ 120 mètres à l'ouest de la rocade présente des concentrations globalement plus faibles que celles mesurées aux points V5 et V6. C'est notamment le cas pour le plomb et le cadmium. Donc, sous toute réserve de spécificité de la composition géologique des sols diagnostiqués, l'influence de la rocade sur le point de mesure ne peut être liée à son éloignement et à sa position relative.

Les concentrations les plus importantes en benzo(a)pyrène sont mesurées aux points V5 et V12.

Pour les végétaux

D'une façon générale, les concentrations en métaux dans les végétaux sont très faibles et souvent inférieures aux limites de quantification. Il n'existe pas de grandes disparités dans les concentrations d'un point de mesure à l'autre. Les teneurs en plomb et en cadmium sont très largement inférieures aux valeurs limites du règlement européen : d'un facteur 8 à 33 pour le cadmium et 43 à 300 pour le plomb.

L'INRA¹⁸ a fait paraître en mai 2004 les résultats d'une étude sur l'alimentation totale française portant sur l'exposition aux mycotoxines, éléments traces et minéraux présents dans les aliments « tels que consommés ». Le tableau ci-après est issu de cette étude INRA, « Étude de l'alimentation totale française – Mycotoxines, minéraux et éléments-traces ».

¹⁸ INRA : Institut national de la recherche agronomique

Tableau 30: Résultats des mesures dans les végétaux – Campagne 2006

Point	Résultats végétaux : concentration en mg/kg de matière fraîche							
	BaP	Chrome	Nickel	Arsenic	Cadmium	Baryum	Plomb	Mercure
V1	<1	0,011	<0,011	<0,002	0,008	0,077	<0,002	<0,002
V1bis	<1	<0,010	<0,010	<0,002	0,012	0,101	<0,002	<0,002
V2	<0,5	<0,022	0,03	<0,004	0,005	0,231	<0,004	<0,004
V3	<0,5	0,064	<0,033	<0,007	<0,007	0,085	<0,007	<0,007
V5	<1,5	0,018	<0,015	0,016	0,006	0,242	<0,003	<0,003
V6	<1,5	0,009	0,012	<0,001	0,003	0,181	<0,001	<0,001
V7	<1	<0,009	<0,009	<0,002	0,004	0,190	0,002	<0,002
V8	<0,5	<0,034	<0,034	<0,007	<0,007	0,252	<0,007	<0,007
V9	<0,5	<0,030	<0,030	<0,006	<0,006	0,333	<0,006	<0,006
V10	<1,5	<0,008	<0,008	<0,002	0,012	0,069	<0,002	<0,002
V12	<1	<0,010	<0,010	<0,002	0,003	0,531	0,003	<0,002
V13	<1	0,034	<0,019	0,009	<0,004	3,239	<0,004	<0,004

La comparaison de ces données aux résultats des mesures effectuées sur les prélèvements de fruits et légumes dans les différents jardins montre que la majorité des teneurs mesurées sont conformes aux moyennes relevées par l'INRA dans l'alimentation française. Les exceptions concernent principalement le chrome pour les points V3 (domaine du Grand Darnal) et V13 (parc de la Tannerie à Gradignan) avec des teneurs 3 à 6 fois plus élevées dans les fruits. On observe un dépassement de 33 % au point V5 pour l'arsenic, ce qui est faible au vu des incertitudes sur la mesure tout comme le sont les dépassements en cadmium dans les légumes des points V1bis et V10.

4.3.2.3 Campagne de mesures 2010

A l'issue de l'enquête publique de 2008, l'État s'est engagé à approfondir l'évaluation des risques sanitaires liés aux teneurs en arsenic, baryum, cadmium et mercure dans les sols.

A cette fin, la DREAL a fait appel au groupement BioMonitor / LECES / Micropolluants Technologie qui a mis en œuvre en 2010 une procédure d'échantillonnage de la qualité de l'air pour apporter les éléments qui ont permis de réaliser une évaluation des risques sanitaires sur les substances pour lesquelles des risques de dépassements de seuils toxicologiques étaient possibles en situation initiale (2005).

4.3.2.3.1 Description de la campagne de mesures

Dans le cadre de l'étude BioMonitor, les analyses de polluants dans les compartiments environnementaux ont concerné les polluants ayant présenté, pour la voie d'exposition considérée, des dépassements des risques sanitaires. Cela concernait l'arsenic, le baryum, le cadmium, et le mercure pour l'exposition par ingestion (mesures de la qualité des sols et des végétaux).

Les points de mesures ont été choisis selon une analyse multicritère via une analyse documentaire (notamment à partir de l'étude air du groupement Cap Environnement / KTT-IMA / Numtech) et en fonction des contraintes de terrain. Ont ainsi été prises en compte : les stations présentant les impacts les plus forts, la nature et la localisation des points d'exposition.

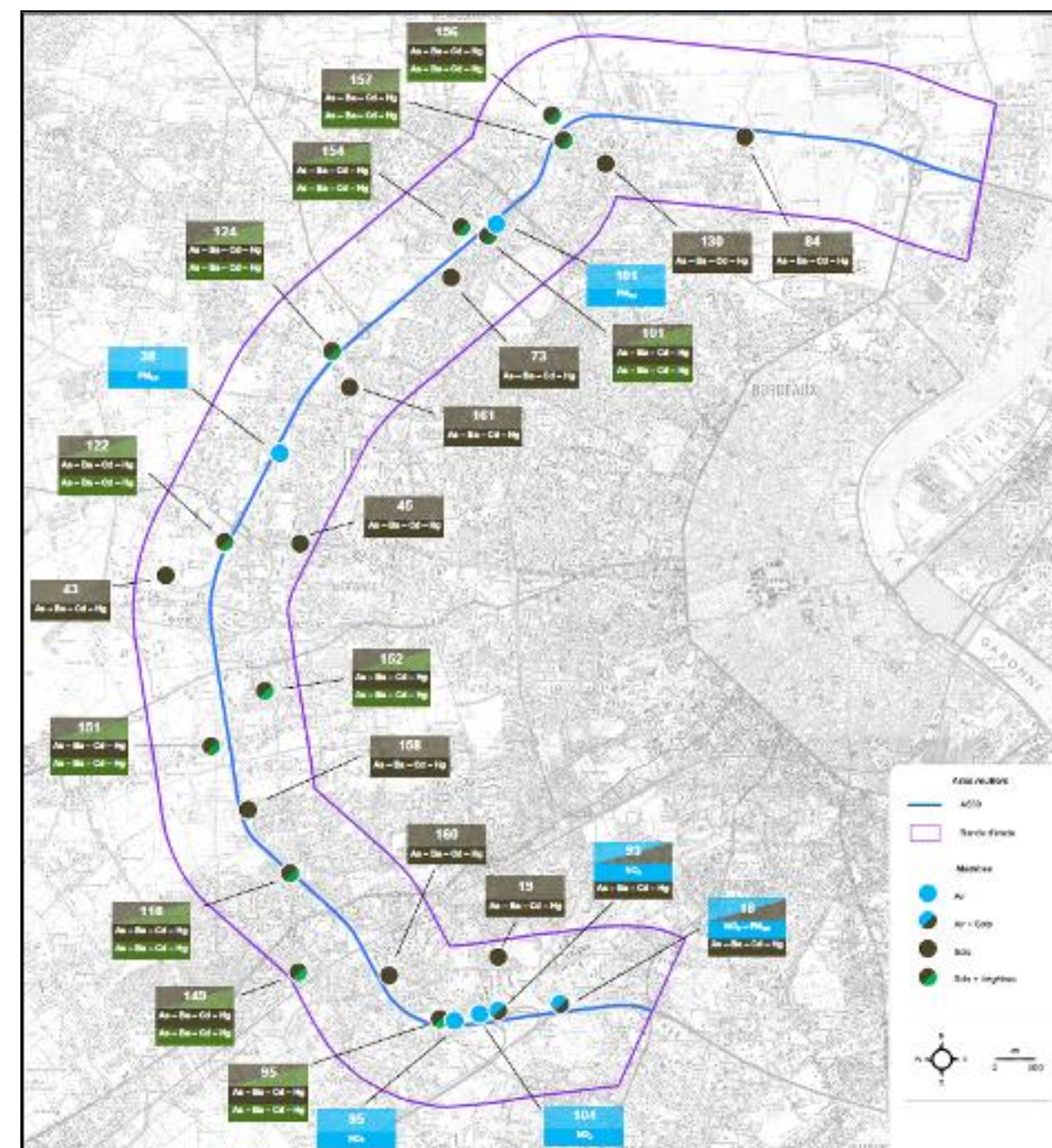


Figure 27: Répartition des matrices prélevées et des polluants mesurés sur chaque point de mesure

L'étude a porté sur onze prélèvements de végétaux et de sol et onze prélèvements de sols seuls

Tableau 31: Points de mesures

Point	Catégorie	Matrice prélevée
95	Jardins potagers (Pessac)	Sol et végétaux
93	École (Pessac)	Sol
18	École (Pessac)	Sol
160	École (Pessac)	Sol
19	École (Pessac)	Sol
149	Jardins potagers (Pessac)	Sol et végétaux
118	Jardins potagers (Pessac)	Sol et végétaux
158	École (Pessac)	Sol
151	Jardins potagers (Merignac)	Sol et végétaux
152	Jardins potagers (Merignac)	Sol et végétaux
43	Stade (Merignac)	Sol
122	Jardins potagers (Merignac)	Sol et végétaux
45	École (Merignac)	Sol
124	Jardins potagers (Eysines)	Sol et végétaux
161	École (Mérignac)	Sol
73	École (Mérignac)	Sol
154	Jardins potagers (Eysines)	Sol et végétaux
101	Jardins potagers (Eysines)	Sol et végétaux
130	Petite enfance (Bruges)	Sol
84	Stade (Bruges)	Sol
156	Jardins potagers (Bruges)	Sol et végétaux
157	Jardins potagers (Bruges)	Sol et végétaux

4.3.2.3.2 Bilan de la campagne de mesures 2010

Pour les sols

Tableau 32: Résultats des mesures dans les sols – Campagne 2010

Station	Nature du point d'exposition	Typologie	Concentrations en métaux (mg/kg de MS)			
			As	Ba	Cd	Hg ^(a)
95	Jardins potagers	Proximité routière	10,1	38,3	<0,2	<0,2
93	Ecole	Proximité routière	4,5	30,0	<0,2	<0,2
18	Stade	Proximité routière	5,1	63,8	0,32	<0,2
160	Ecole	Proximité routière	5,9	37,1	<0,2	<0,2
19	Ecole	Bruit de fond	7,0	34,0	0,25	<0,2
149	Jardins potagers	Bruit de fond	6,9	157,6	0,40	<0,2
118	Jardins potagers	Proximité routière	6,8	200,5	0,38	<0,2
158	Ecole	Proximité routière	5,2	34,6	0,39	<0,2
151	Jardins potagers	Proximité routière	5,2	107,1	0,74	<0,2
152	Jardins potagers	Bruit de fond	5,6	48,6	0,24	<0,2
43	Stade	Bruit de fond	4,0	30,9	<0,2	<0,2
122	Jardins potagers	Proximité routière	5,6	115,9	0,22	<0,2
45	Ecole	Proximité routière	6,6	47,8	<0,2	<0,2
124	Jardins potagers	Proximité routière	9,0	136,1	0,46	0,251
161	Ecole	Bruit de fond	3,5	18,9	<0,2	<0,2
73	Ecole	Proximité routière	6,7	30,9	<0,2	<0,2
154	Jardins potagers	Bruit de fond	6,1	60,0	0,40	<0,2
101	Jardins potagers	Proximité routière	6,1	89,0	0,30	<0,2
130 ^(b)	Petite enfance	Bruit de fond	23,2	135,0	1,40	0,402
84	Stade	Proximité routière	18,7	74,9	0,51	<0,2
157	Jardins potagers	Proximité routière	7,8	155,4	1,0	<0,2
156	Jardins potagers	Bruit de fond	9,9	73,0	0,48	<0,2

L'analyse montre que les concentrations en métaux s'apparentent aux teneurs habituellement trouvées dans les sols. Quelques cas particuliers ont été mis en évidence. Ils sont observés sur les stations 124, 130 et 157 pour lesquelles les valeurs ne correspondent plus à celles traditionnellement identifiées dans les sols et/ou sont significativement plus élevées

que sur les autres stations. Cela concerne l'arsenic sur la station 130, le cadmium sur les stations 130 et 157 et le mercure sur les stations 124 et 130.

On observe, pour le baryum et le cadmium, une imprégnation légèrement plus élevée dans les sols non remaniés et dans les sols situés à proximité de la rocade.

Pour les végétaux

Tableau 33: Résultats des mesures dans les végétaux – Campagne 2010

Station	Nature du point d'exposition	Typologie	Salades				Tomates				Poireaux				Radis			
			As	Ba	Cd	Hg	As	Ba	Cd	Hg	As	Ba	Cd	Hg	As	Ba	Cd	Hg
95	Jardins potagers	Proximité routière	0,017	0,711	0,013	<0,002	<0,002	0,049	0,009	<0,002	0,003	0,272	0,007	<0,002				
149	Jardins potagers	Bruit de fond	0,006	0,672	0,008	<0,002	<0,003	0,064	<0,013	<0,003					0,005	0,695	0,004	<0,002
118	Jardins potagers	Proximité routière	0,006	0,351	0,040	<0,002	<0,002	<0,022	0,007	<0,002					0,016	0,359	0,006	<0,002
151	Jardins potagers	Proximité routière	<0,002	0,781	0,049	<0,002	<0,002	0,109	0,020	<0,002					0,005	1,100	0,007	<0,002
152	Jardins potagers	Bruit de fond	0,018	4,11	0,241	<0,004	<0,002	<0,024	0,007	<0,002					0,007	0,963	0,005	<0,001
122	Jardins potagers	Proximité routière	0,008	0,67	0,009	<0,002	<0,002	0,04	0,002	<0,002								
124	Jardins potagers	Proximité routière	<0,002	0,092	0,004	<0,002	<0,002	0,059	0,006	<0,002	0,004	0,452	0,005	<0,003				
154	Jardins potagers	Bruit de fond	0,007	0,392	0,033	<0,002	<0,002	0,047	0,006	<0,002	0,006	0,385	0,010	<0,004				
101	Jardins potagers	Proximité routière	<0,002	0,248	0,010	<0,002	<0,002	0,058	0,004	<0,002								
157	Jardins potagers	Proximité routière	0,005	0,258	0,018	<0,001	<0,003	0,037	0,004	<0,003	0,003	0,51	0,010	<0,003				
156	Jardins potagers	Bruit de fond	0,012	0,289	0,022	<0,002	0,006	0,046	0,016	<0,002	0,003	0,085	0,004	<0,002				

Concernant les mesures de la qualité des végétaux, l'analyse permet d'isoler certaines particularités pour certains points de prélèvement (globalement les sites 95, 151, 152 et 156). Elle montre également qu'aucun lien ne peut être établi entre la typologie de la station, la concentration relevée et l'éloignement de la rocade par rapport aux potagers retenus. En effet, les valeurs relevées sur les stations de fond sont souvent conformes, voire supérieures, à celles mesurées sur les stations potentiellement impactées par la rocade. Seule la situation rencontrée sur la station 152 exigerait des investigations complémentaires afin d'identifier l'origine du dépassement admissible de la teneur maximale réglementaire pour le cadmium dans les légumes.

4.3.2.4 Synthèse des campagnes 2006 – 2007 et 2010

En 2006, d'une façon générale, les concentrations en métaux dans les végétaux sont très faibles et souvent inférieures aux limites de quantification. Il n'existe pas de grandes disparités dans les concentrations d'un point de mesure à l'autre.

En 2010, l'analyse des sols montre que les concentrations en métaux s'apparentent aux teneurs habituellement trouvées dans les sols avec quelques cas particuliers sur quelques points (arsenic / cadmium / mercure). Une imprégnation légèrement plus élevée dans les sols non remaniés et dans les sols situés à proximité de la rocade a été observée, pour le baryum et le cadmium.

Concernant les mesures de la qualité des végétaux, l'analyse permet d'isoler certaines particularités pour certains points de prélèvement. Aucun lien ne peut être établi entre la typologie de la station, la concentration relevée et l'éloignement de la rocade, par comparaison sur les potagers retenus. Un point exigerait des investigations complémentaires afin d'identifier l'origine du dépassement de la teneur maximale réglementaire pour le cadmium admissible dans les légumes.

4.3.3 Bruit de fond

4.3.3.1 Air

Concernant la pollution de fond, les données proviennent des mesures réalisées en 2005 par l'Airaq à la station de Talence (station de type urbaine de fond) pour les NO_x, NO₂, SO₂ et PM₁₀ (cf. paragraphe 4.2.2.3.1) année de référence pour la caractérisation de l'état initial avant programme de mise en 2x3 voies.

Pour les PM_{2,5}, la concentration de pollution de fond est issue des concentrations mesurées également sur la station de Talence d'Airaq (étude BioMonitor¹⁹). En 2010, la moyenne annuelle était de 18 µg/m³. Selon le cadastre des émissions, le transport routier était à l'origine de 7,3 % des émissions totales en PM_{2,5} sur la station de Talence. Par approximation, on peut donc considérer un bruit de fond en particules diesel de 1,3 µg/m³. Cette hypothèse est issue du rapport d'étude de BioMonitor¹⁵.

Les concentrations de fond des autres substances sont estimées à partir de la campagne de mesure réalisée par Cap Environnement,

Les bruits de fond ainsi retenus sont présentés dans le tableau ci-après.

¹⁹ A630 – Mise à 2x3 voies de la rocade ouest de Bordeaux – Evaluation des risques sanitaires de 2^{ème} approche avec métrologie spécifique sur les polluants à enjeux – Rapport 10-RA-11-RM-18

Tableau 34: Bruit de fond des polluants étudiés

Polluants	Bruit de fond	Source
NO₂	Mesures réalisées en 2005 sur la station de Talence (Airaq)	
SO₂	Mesures réalisées en 2005 sur la station de Talence (Airaq)	
PM10	Mesures réalisées en 2005 sur la station de Talence (Airaq)	
PM2,5	16,7 µg/m ³	Station de Talence 2010 (Airaq) + inventaire des émissions 2010 (Airaq)
PM diesel	1,3 µg/m ³	Station de Talence 2010 (Airaq) + inventaire des émissions 2010 (Airaq)
Chrome	2,27 ng/m ³ Cr IIII : 2,04 ng/m ³ Cr VI : 0,23 ng/m ³	Point B1 – Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Acroléine	< 0,3 µg/m ³	Points B1/B2 - Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement = Limite quantification – 2006/2007
Formaldéhyde	1,3 µg/m ³	Point B2 – Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Acétaldéhyde	0,9 µg/m ³	Point B1 – Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Benzo(a)pyrène	0,3 ng/m ³	Points B1/B2 - Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Cadmium	0,2ng/m ³	Point B1 – Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Nickel	1,1 ng/m ³	Point B1 – Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Arsenic	0,9 ng/m ³	Point B1 – Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Baryum	6,6 ng/m ³	Point B1 – Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Mercure	0,2 ng/m ³	Point B2 – Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Plomb	8,6 ng/m ³	Point B1 – Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
1,3-butadiène	< 0,3 µg/m ³	Points B1/B2 - Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement = limite quantification – 2006/2007
Benzène	1,5 µg/m ³	Point B1 – Moyenne annuelle max campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007

Ces concentrations « bruit de fond » seront utilisées ultérieurement dans le cadre des calculs de risques au chapitre 8.

4.3.3.2 Sol

Les concentrations de fond en polluants sont déterminées à partir des mesures réalisées sur la zone d'étude par Cap Environnement et BioMonitor.

L'estimation de la concentration de fond a été réalisée de la façon suivante :

- la médiane des mesures représentatives du bruit de fond de la campagne BioMonitor a été retenue, cette campagne permettant de disposer des données les plus récentes ; Le choix de la médiane a été conservé en vue d'une cohérence avec l'étude menée par Biomonitor ;
- lorsque le composé n'a pas été mesuré en 2010, alors la concentration maximale mesurée lors de la campagne de mesures Cap Environnement a été considérée par cohérence avec l'étude menée par Cap Environnement.

Les bruits de fond ainsi retenus sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 35: Concentrations dans les sols (mg/kg de matière sèche)

Polluants	Bruit de fond	Source
Arsenic	6,5	Sol remanié – Médiane Bruit de fond - Campagne de mesures BioMonitor – 2010
Baryum	66,5	Sol remanié – Médiane Bruit de fond - Campagne de mesures BioMonitor – 2010
Cadmium	0,4	Sol remanié – Médiane Bruit de fond - Campagne de mesures BioMonitor – 2010
Mercure	0,1	Sol remanié – Médiane Bruit de fond - Campagne de mesures BioMonitor – 2010
Chrome	41,8 Cr IIII : 37,6 Cr VI : 4,2	Point V1 – Concentration max - Campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Nickel	19,6	Point V1 – Concentration max - Campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Plomb	84,0	Point V6 – Concentration max - Campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007
Benzo(a)pyrène	4,3.10 ⁻⁴	Point V6 – Concentration max - Campagne de mesures Cap Environnement – 2006/2007

4.3.3.3 Cas des produits manufacturés

Les données relatives aux produits manufacturés sont issues du rapport de BioMonitor. Pour les aliments suivants : viandes, lait, œuf, céréales, poissons, pommes de terre et volailles, il a été considéré que ces derniers ne sont pas produits localement mais achetés.

Les quantités d'aliments consommées par les classes d'âge concernées par l'étude ainsi que les données de consommation alimentaire retenues dans la présente étude sont présentées ci-dessous. Elles sont issues de l'annexe A-8 de l'étude de BioMonitor.

Pour calculer les DJE (dose journalière d'exposition), les concentrations des polluants dans ces aliments achetés dans le commerce définies dans le tableau 36 (enquête INRA) sont multipliées par les quantités d'aliments définies dans le tableau 37.

Tableau 36: Concentration moyenne (mg/kg de poids frais) des aliments tels que consommés

Groupe aliment	As	Ba	Cd	Hg
Lait	0,019	0	0,0004	0,0030
Œufs et dérivés	0,008	0	0,0004	0,0004
Viandes	0,021	0	0,0037	0,0070
Pommes de terre	0,017	0	0,0109	0,0070
Céréales	0,006	0	0,0039	0,0088
Volailles	0,022	0	0,0019	0,0051
Poissons	2,082	0	0,0422	0,0040

Tableau 37: Ration alimentaire journalière par classe d'âge pour la France entière (ADEME/IRSN, 2004 ; AFSSA/CREDOC/DGAL, 1999]

Age (années)	[1 an ; 2 ans[	[2 ans ; 7 ans[	[17 ans ; 60 ans[
Quantité de viande ingérée (kg/j)	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$6,8 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$
Quantité d'œufs ingérée (kg/j)	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$
Quantité de lait ingérée (kg/j)	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$2,6 \cdot 10^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$

5. Estimation des émissions de polluants

L'estimation des émissions dues au trafic automobile est réalisée pour les 16 polluants et pour les 5 situations d'étude.

5.1 Méthodologie

5.1.1 Méthodologie générale

L'origine des émissions des polluants automobiles est multiple. Le tableau suivant présente les différentes sources d'émission possibles.

Tableau 38: Liste des origines des émissions de polluants

Polluant	Polluant émis à l'échappement et à l'évaporation	Polluant émis par les équipements automobiles	Polluant émis par l'entretien des voies
Acroléine	X		
Dioxyde d'azote	X		
Dioxyde de soufre	X		
Benzène	X		
Particules diesel	X		
Chrome	X	X	X
Formaldéhyde	X		
1,3-Butadiène	X		
Acétaldéhyde	X		
Nickel	X	X	X
Cadmium	X	X	X
Benzo(a)pyrène	X	X	
Arsenic		X	X
Plomb	X		
Mercure			X
Baryum		X	

La figure suivante présente le principe général de la méthodologie d'estimation des émissions.

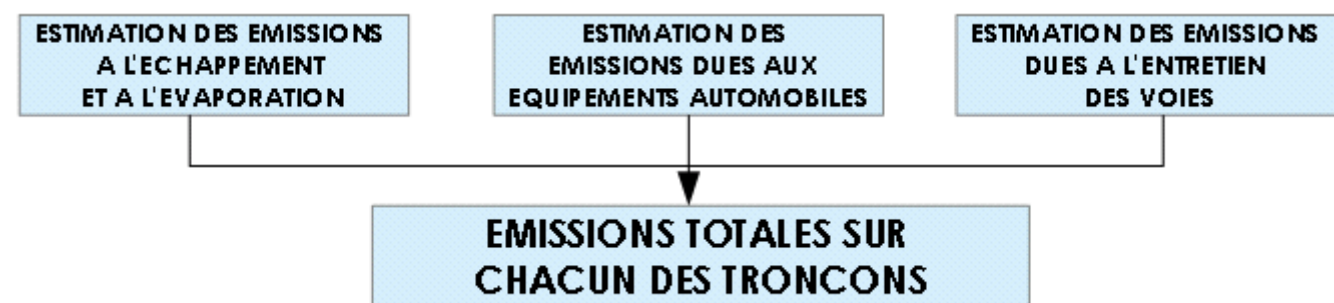


Figure 28: Méthodologie générale d'estimation des émissions

5.1.2 Méthodologie – Émissions à l'échappement et à l'évaporation

L'estimation des émissions à l'échappement et à l'évaporation est réalisée à l'aide du logiciel ARIA TREFIC basé sur la méthodologie COPERT IV.

La figure suivante présente le principe général du mode de calcul du logiciel.

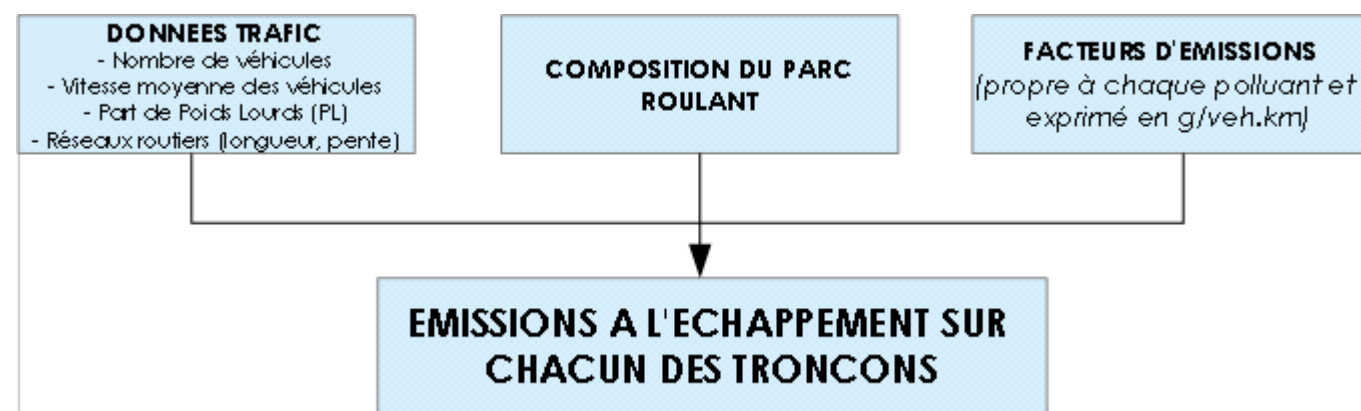


Figure 29: Méthodologie d'estimation des émissions à l'échappement et à l'évaporation

Il est nécessaire de disposer, pour chaque tronçon étudié, de la longueur du tronçon, des trafics moyens journaliers (TMJA), de la répartition des véhicules (taux de poids lourds, véhicules légers) et de la vitesse moyenne des véhicules, ceci pour chacune des 5 situations étudiées (état initial et états futurs avec ou sans projet).

Le logiciel ARIA TREFIC permet également de calculer la consommation énergétique ainsi que les émissions de gaz à effet de serre (GES). Les émissions de GES regroupent les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (N₂O).

Pour les calculs d'émissions à l'échappement et à l'évaporation, il est également nécessaire de connaître la répartition du parc roulant automobile (nombre de véhicules essence ou diesel, catalysés ou non, année de mise en service du véhicule par rapport aux normes sur les émissions) pour chaque catégorie de véhicules :

- véhicules légers, VL (regroupant les véhicules particuliers, VP, et les véhicules utilitaires légers, VUL²⁰),
- poids lourds (PL).

La répartition du parc aux horizons 2005, 2022 et 2042 pris en compte dans les calculs est celle présentée dans l'étude réalisée par le groupement ADEME-INRETS²¹. A noter toutefois qu'aucune information concernant la répartition du parc roulant français au-delà de 2025 n'est publiée. Ainsi, pour l'horizon d'étude 2042, la distribution du parc automobile supposée à 2025 est appliquée par défaut aux niveaux de trafic estimés en 2042.

5.1.3 Usure des équipements automobiles, de la route et de ses équipements

5.1.3.1 Facteurs d'émissions des émissions à l'échappement et à l'évaporation

Pour les émissions à l'échappement et à l'évaporation, les facteurs d'émissions sont exprimés en g/veh.km. Ces facteurs proviennent d'expérimentations sur banc d'essais ou en conditions réelles. Ils dépendent :

- de la nature des polluants ;
- du type de véhicule (essence ou diesel, VL ou PL, etc.) ;
- du « cycle » de déplacement (trajet urbain, autoroute, moteur froid ou chaud) ;
- de la vitesse du véhicule ;
- de la température ambiante (pour les émissions à froid).

Les facteurs d'émissions que nous utiliserons pour la présente étude sont ceux recommandés par l'Union européenne, c'est-à-dire ceux du programme COPERT IV (version 10.0). En France, son utilisation est par ailleurs recommandée par le CERTU pour la réalisation des études d'impact du trafic routier. Pour les horizons futurs, les facteurs d'émissions sont déterminés à partir d'une reconstitution tenant compte de l'évolution des normes pour chaque catégorie de véhicules.

Dans le cadre de l'estimation des émissions à l'échappement et à l'évaporation, il existe également des facteurs de surémissions dues aux démarrages à froid. Ces facteurs sont liés à la typologie des routes (autoroute, voie urbaine, route rurale) et au parcours moyen. En zone urbaine, la longueur moyenne d'un trajet est de l'ordre de 3 km, ce qui engendre un facteur d'émission à froid de l'ordre de 50 %, alors que sur autoroute la longueur moyenne d'un trajet est de l'ordre de 60 km, avec un facteur d'émission à froid de l'ordre de 10 %. En moyenne, en France, la longueur moyenne d'un trajet est de 12 km et le facteur d'émission à froid moyen est de l'ordre de 30%.

Dans le cadre de cette étude, le parcours moyen retenu sur la zone d'étude sera le parcours moyen français, en raison de la diversité de typologie des routes de la zone d'étude.

De plus, les données issues de l'enquête « Ménages - déplacements » et de l'enquête cordon réalisées sur l'agglomération bordelaise en 2008-2009 ont montré qu'il y a très peu de transit sur la rocade ouest.

²⁰ A défaut d'information, une clef de répartition VP/VUL a été appliquée : il s'agit de la moyenne nationale, soit 77 %

²¹ Parc, usage et émissions des véhicules en France de 1970 à 2025, C. Hugrel et al., Rapport de convention ADEME/INRET-LTE n°01 03 035.t

5.1.3.2 Facteurs d'émissions unitaires pour les émissions dues aux équipements automobiles

Les facteurs d'émission choisis pour les polluants émis par les équipements automobiles sont issus du document « Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires liés aux infrastructures routières » (Ministère de la Santé - Novembre 2004). Ils peuvent être émis par les pneumatiques et les garnitures de freins (notons que les émissions par les huiles lubrifiantes ne sont pas quantifiables et exclues des études).

5.1.3.3 Facteurs d'émissions unitaires pour les émissions dues à l'entretien des voies

Les facteurs d'émission choisis pour les polluants émis par l'entretien des voies sont issus du document « Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires liés aux infrastructures routières » (Ministère de la Santé - Novembre 2004). Ils sont émis uniquement par les fondants routiers (notons que les émissions par les glissières de sécurité ne sont pas quantifiables et exclues des études).

5.2 Données d'entrée

5.2.1 Données de trafic

L'ensemble des données de trafic sont récapitulées en annexe 12.

- *Rocade ouest et échangeur n° 15*

Les données de trafic utilisées pour le calcul des émissions sur la rocade entre les échangeurs 4 et 15 pour l'état initial proviennent de simulations de trafic fournies par le Cerema / DTerSO²², quant aux débits journaliers et taux de PL, et des vitesses moyennes associées, fournies par la DREAL en utilisant le modèle Transcad.

²² Direction territoriale Sud-Ouest du centre d'étude et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Tableau 39: Données de trafics sur la rocade ouest pour l'état initial

		2005			2022 – Sans projet			2022 – Avec projet			2042 – Sans projet			2042 – Avec projet			Origine des données
	Point de mesure	TMJA 2005	%PL	Vitesse (km/h)	TMJA 2022 REF	%PL	Vitesse (km/h)	TMJA 2022 PRO	%PL	Vitesse (km/h)	TMJA 2042 REF	%PL	Vitesse (km/h)	TMJA 2042 PRO	%PL	Vitesse (km/h)	
Rocade	Pont d'aquitaine	76 560	8,0	57	100 300	7,0	66	105 300	7,0	64	112 600	6,7	61	118 400	6,3	59	Cerema/DREAL
	Echangeur 4-5	71 360	7,8	94	84 500	8,0	68	104 200	7,2	83	93 400	7,9	60	110 300	6,8	80	Cerema/DREAL
	Echangeur 5-6	83 150	7,1	85	87 000	6,9	66	105 600	6,1	83	90 400	7,2	63	110 200	6,2	81	Cerema/DREAL
	Echangeur 6-7	80 720	7,8	86	87 900	7,9	65	106 400	7,1	82	91 400	8,1	62	111 300	7,2	80	Cerema/DREAL
	Echangeur 7-8	84 420	7,3	83	87 400	7,6	65	114 300	6,1	79	95 100	8,2	59	115 900	7,2	77	Cerema/DREAL
	Echangeur 8-9	88 560	6,7	80	92 300	7,2	62	109 500	6,4	81	95 700	7,1	59	114 200	6,4	79	Cerema/DREAL
	Echangeur 9-10	93 380	5,2	76	97 100	5,9	59	110 100	5,4	81	101 000	5,9	55	114 700	5,6	78	Cerema/DREAL
	Echangeur 10-11	90 500	5,3	79	96 400	6,1	86	104 500	5,8	83	99 400	6,1	85	108 200	5,7	82	Cerema/DREAL
	Echangeur 11-12	93 130	5,0	76	99 300	4,9	85	101 900	4,8	84	102 900	4,8	84	106 000	4,9	83	Cerema/DREAL
	Echangeur 12-13	91 930	5,8	77	100 500	5,5	84	100 600	6,2	84	103 500	5,4	84	103 600	5,6	83	Cerema/DREAL
	Echangeur 13-14	91 040	5,9	78	100 200	5,5	85	99 500	5,7	85	103 300	5,4	84	103 200	5,6	83	Cerema/DREAL
	Echangeur 14-15	88 490	5,4	81	94 800	5,6	86	94 300	6,4	86	98 500	5,5	85	98 400	6,2	85	Cerema/DREAL
Liens d'échange entre A63 et A630	Section courante A630 sous les PS d'échangeur n°15	66 140	5,4	99	67 500	3,3	89	65 800	4,4	90	69 900	3,6	89	68 200	4,0	89	Cerema/DREAL
	Bretelle Mérignac vers Bayonne	11 230	5,4	80	13 100	7,6	90	13 600	7,4	90	13 800	6,5	90	14 700	8,2	90	Cerema/DREAL
	Tronc commun Bayonne vers A630	36 250	5,4	88	39 800	12,8	68	39 850	12,2	68	41 500	12,3	68 h	41 800	13,9	68	Cerema/DREAL
	Bretelle Bayonne vers Mérignac	11 130	5,4	70	14 200	14,8	50	14 900	14,1	50	14 800	13,5	50	15 500	14,2	50	Cerema/DREAL
	Bretelle Bayonne vers Garonne	25 120	23,1	84	25 600	11,7	67	24 950	11,0	67	26 700	11,6	66	26 300	13,7	66	Cerema/DREAL
	Bretelle Garonne vers Bayonne	28 360	11,2	75	24 900	17,7	85	24 050	16,0	86	26 100	18,0	84	25 500	18,4	85	Cerema/DREAL
	Section courante A630 échangeur 15-16	119 620	10,5	66	118 000	8,1	75	114 800	8,3	77	122 700	8,4	72	120 000	9,2	73	Cerema/DREAL
	Amorce A63	75 840	13,4	87	77 800	13,5	88	77 500	12,5	88	81 400	13,1	85	82 000	14,3	84	Cerema/DREAL

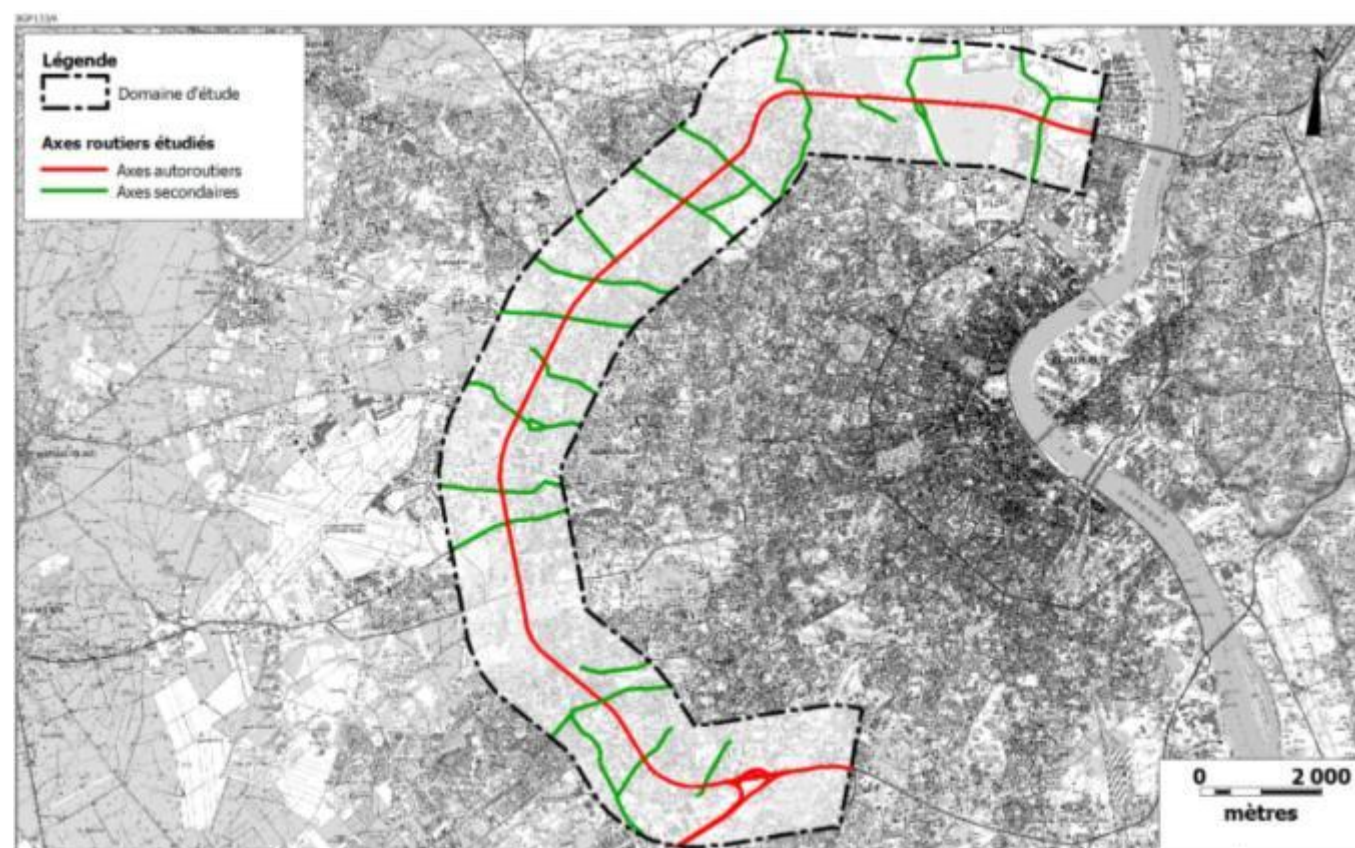


Figure 30: Réseau routier modélisé

- Axes routiers secondaires

Les données de trafics concernant les axes routiers « secondaires » de la bande d'étude (p.m. : 1 km autour de la rocade A630) ont été obtenues par les sources suivantes :

- CUB (cellule exploitation et développement) ;
- DDE de la Gironde et Conseil général de la Gironde : Bilan annuel des trafics routiers en Gironde 2005 (édition mai 2006).

Les données de trafics utilisées pour le calcul des émissions sont reportées dans le tableau 38. Ces données correspondent aux trafics moyens journaliers mesurés les jours ouvrés (TMJO). Les pourcentages de poids lourds ont également été reportés.

Tableau 40: Données de trafics sur les axes secondaires pour l'état initial

	TMJO 2005 (sens 1/2)	%PL (sens 1/2)	Origine des données
Cours Charles Bricaud	16 606 / 20 078	5*	CUB
Bd Parc des expositions	8 451 / 9 755	3.6 / 4.5	CUB
Rue Fieusal	3 138 / 2 993	7.8 / 9.7	CUB
Av Charles de Gaulle	7 015 / 6 642	4.4 / 4.25	DDE / CG33
Av des 4 ponts	18 000	5*	DDE / CG33
Av du Médoc	24 950	5*	DDE / CG33
Route du Médoc	11 332 / 11 626	5.9 / 4.8	CUB
Av de l'hippodrome	6 122	5*	DDE / CG33
Av du Taillan-Médoc	5 555 / 5 283	2.5 / 1.8	CUB
Av d'Eysines	7 096 / 7 626	2.6 / 2.3	DDE / CG33
RN215	18 000	5*	DDE / CG33
Av Saint Médard	6 962 / 6 977	4 / 4.4	CUB
Av de Magudas	10 129 / 15 609	3.1 / 2.8	CUB
Av du Chut	6 382 / 5 944	2.6 / 3.3	CUB
Av Marcel Dassault	19 600	5*	DDE / CG33
Rue de l'Yser	10 758 / 10 744	5.8 / 3.53	CUB
Rue Cassin	24 200	5*	DDE / CG33
Av de l'Argonne	17 400	5*	DDE / CG33
Av de la Somme	7 340 / 6 006	3.6 / 4	CUB
Av de Madran	7 782 / 7 908	4.6 / 5	CUB
Av Pasteur	8 150 / 9 597	3.6 / 3	CUB
Av de Canejan	10 757 / 10 909	2.7 / 2.6	CUB
Av de Saige	10 371 / 10 756	1.8 / 2.5	CUB
Av du Général Leclerc	6 900	5*	DDE / CG33
Av du Haut Leveque	8 599 / 8 723	3.8 / 3.2	CUB

**Données non fournies : la valeur retenue correspond au pourcentage PL moyen évalué sur l'agglomération bordelaise. Cette valeur est extraite d'une étude de l'Observatoire des déplacements poids lourds et véhicules particuliers.*

La cellule Exploitation et développement de la CUB a fourni à Cap Environnement les vitesses moyennes journalières sur la plupart des axes routiers secondaires modélisés (tableau 41).

Tableau 41: Vitesses moyennes en km/h (source : CUB)

	Vitesse moyenne (sens ½)	Origine des données
Cours Charles Bricaud	45*	CUB
Bd du Parc des expositions	48 / 56	CUB
Rue de Fieusal	51 / 50	CUB
Avenue Charles de Gaulle	45*	CUB
Avenue des Quatre ponts	45*	CUB
Avenue du Médoc	45*	CUB
Route du Médoc	41 / 40	CUB
Avenue de l'Hippodrome	45*	CUB
Avenue du Taillan-Médoc	51 / 54	CUB
Avenue d'Eysines	37 / 39	CUB
Avenue de Saint Médard	51 / 52	CUB
Avenue de Magudas	36 / 39	CUB
Avenue du Chut	43 / 41	CUB
Avenue Marcel Dassault	45*	CUB
Rue de l'Yser	28 / 40	CUB
Rue Cassin	45*	CUB
Avenue de l'Argonne	45*	CUB
Avenue de la Somme	39 / 39	CUB
Avenue de Madran	38 / 51	CUB
Avenue Pasteur	45*	CUB
Avenue de Canéjan	53 / 44	CUB
Avenue de Saige	28 / 42	CUB
Avenue du Général Leclerc	45*	CUB
Avenue du Haut Lévêque	42 / 56	CUB

* données non fournies, la valeur retenue correspond à la moyenne des vitesses fournies

En l'absence de valeurs aux heures de pointe du matin et du soir, les émissions ont été calculées à partir des données de trafics journalières et des vitesses moyennes (vitesse cependant plus réalistes que les vitesses limites).

Pour les horizons futurs 2022 et 2042 (avec et sans projet), il a été décidé de conserver l'hypothèse d'un trafic saturé sur ces axes. Ainsi, les données utilisées (trafic et vitesses) correspondent à celles de l'horizon initial 2005.

5.3 Bilan des émissions

Cette section comporte :

- le bilan détaillé des émissions en NO_x (polluant traceur de la pollution automobile) pour les différents tronçons de la rocade et des principaux axes routiers présents sur la bande d'étude ;
- le bilan global des émissions calculées sur l'ensemble de la bande d'étude pour l'ensemble des polluants étudiés.

Les émissions présentées dans cette section correspondent à la somme des émissions provenant de l'échappement, de l'évaporation, de l'usure des véhicules et de l'entretien des voies.

5.3.1 Bilan des émissions en NO_x (polluant traceur de la pollution automobile)

La figure 29 présente une synthèse des émissions moyennes horaires calculées sur l'ensemble des axes de la bande d'étude (rocade et principaux axes secondaires).

Globalement, on constate que :

- les émissions en NO_x devraient diminuer dans le futur dans les situations « fil de l'eau » ; la diminution calculée sur la seule rocade est de 49 % en à l'horizon 2022 et 39 % à l'horizon 2042 par rapport à l'état initial ; elle est de 49 % à l'horizon 2022 et de 41 % à l'horizon 2042 sur la bande d'étude (rocade ouest et principaux axes secondaires) ;
- les émissions en NO_x sont plus élevées pour la situation avec projet (2x3 voies) que pour la situation « fil de l'eau » (de 9 % en 2022 et 6 % en 2042 sur la seule rocade et de 5 % et 4 % sur la bande d'étude respectivement aux horizons 2022 et 2042) ; ceci s'explique « mécaniquement » par l'augmentation des trafics avec la mise à 2x3 voies.

A noter que les émissions de la rocade représentent environ 60 % des émissions totales de la bande d'étude.

Les figures 32 à 36 présentent les émissions horaires calculées en NO_x (polluants traceurs de la pollution automobile) sur la rocade et sur les axes secondaires pour l'état initial et les situations 2022 et 2042. Les émissions horaires les plus importantes sont celles des axes supportant les trafics les plus importants : rocade ouest et A63.

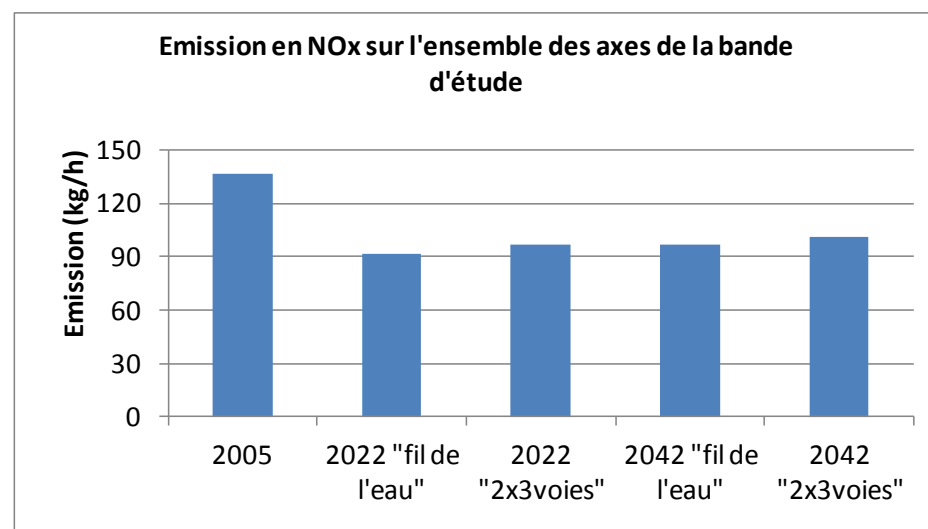
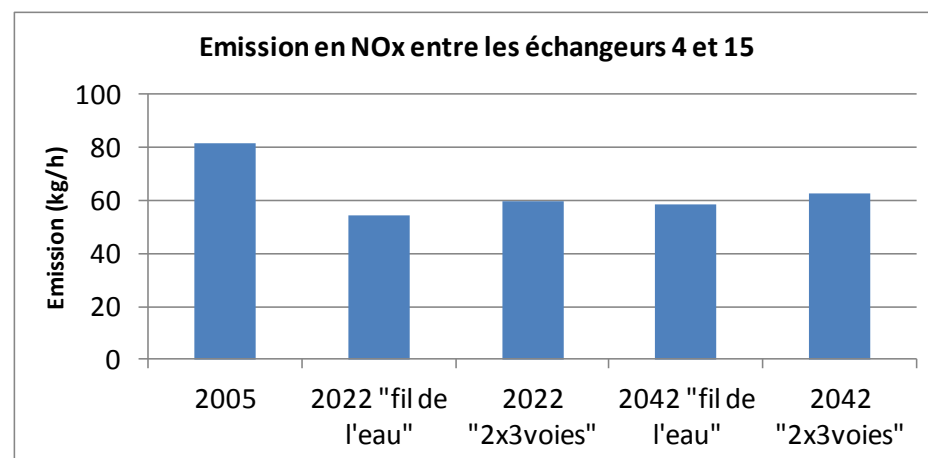


Figure 31: Bilan des émissions en NOx dans la bande d'étude

Situation	NOx (kg/h)
Etat initial	136.5
2022 "fil de l'eau"	91.4
Variation (%)	-49.4
2042 "fil de l'eau"	97.0
Variation (%)	-40.7

Situation	NOx (kg/h)
2022 "fil de l'eau"	91.4
2022 "2x3 voies"	96.5
Variation (%)	5.4
2042 "fil de l'eau"	97.0
2042 "2x3 voies"	101.4
Variation (%)	4.4

Situation	NOx (kg/h)
Etat initial	81.5
2022 "fil de l'eau"	54.6
Variation (%)	-49.1
2042 "fil de l'eau"	58.8
Variation (%)	-38.6

Situation	NOx (kg/h)
2022 "fil de l'eau"	54.6
2022 "2x3 voies"	60.0
Variation (%)	8.9
2042 "fil de l'eau"	58.8
2042 "2x3 voies"	62.5
Variation (%)	6.0

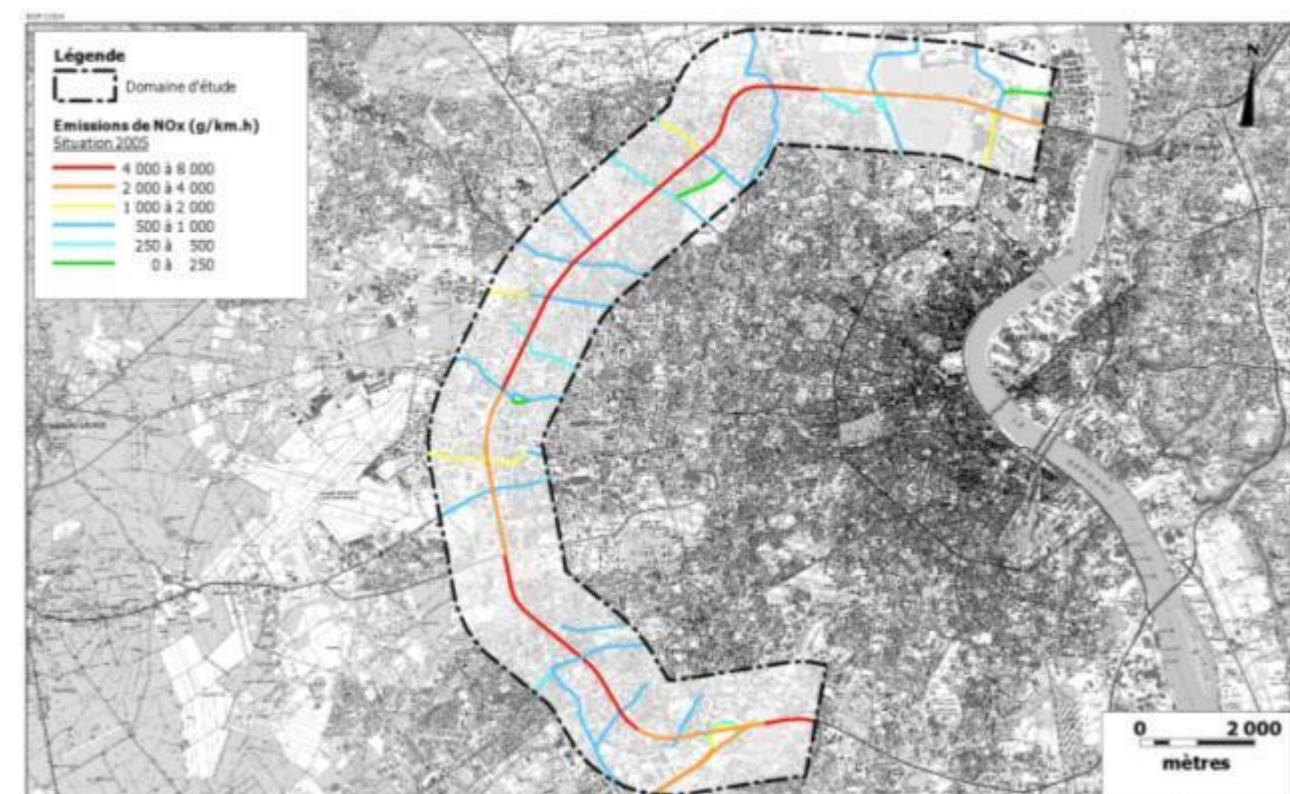


Figure 32: État initial – Émissions en NOx des axes de la bande d'étude (g/km.h)

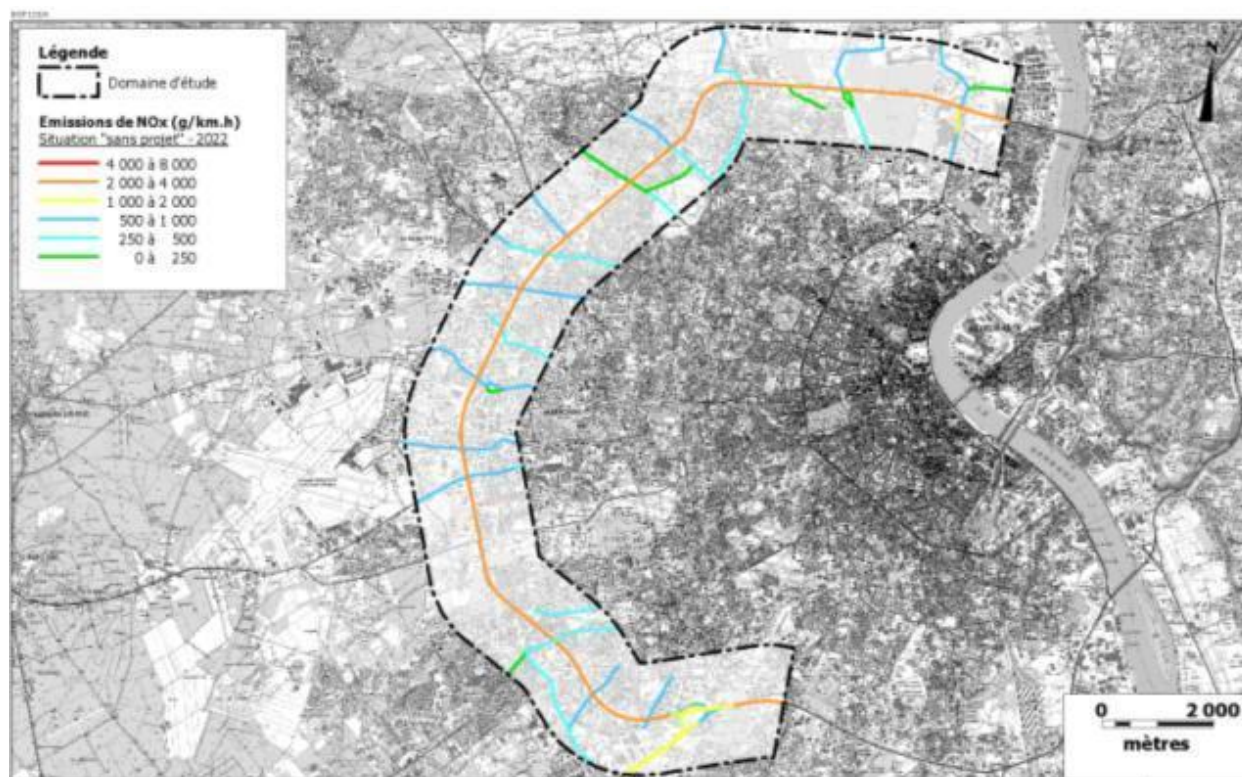


Figure 33: Situation « fil de l'eau - 2022 » – Émissions en NOx des axes de la bande d'étude (g/km.h)

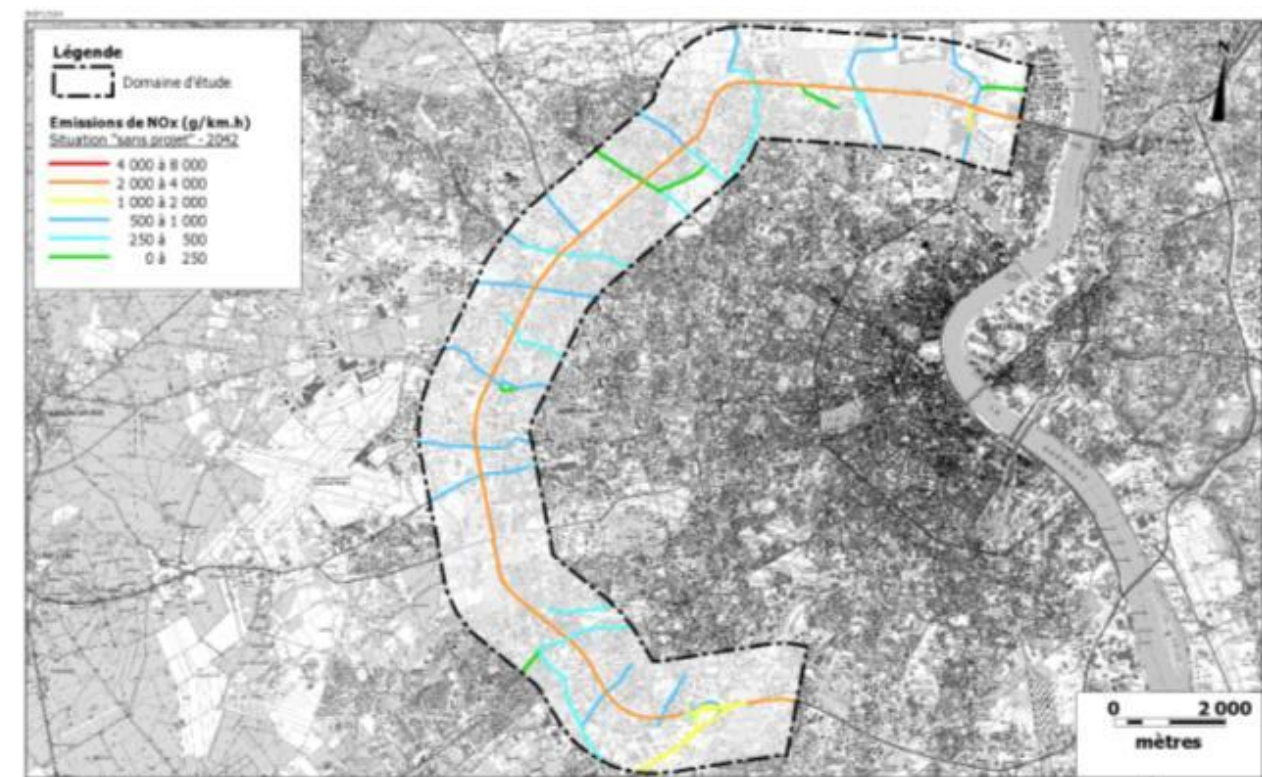


Figure 35: Situation « fil de l'eau - 2042 » – Émissions en NOx des axes de la bande d'étude (g/km.h)

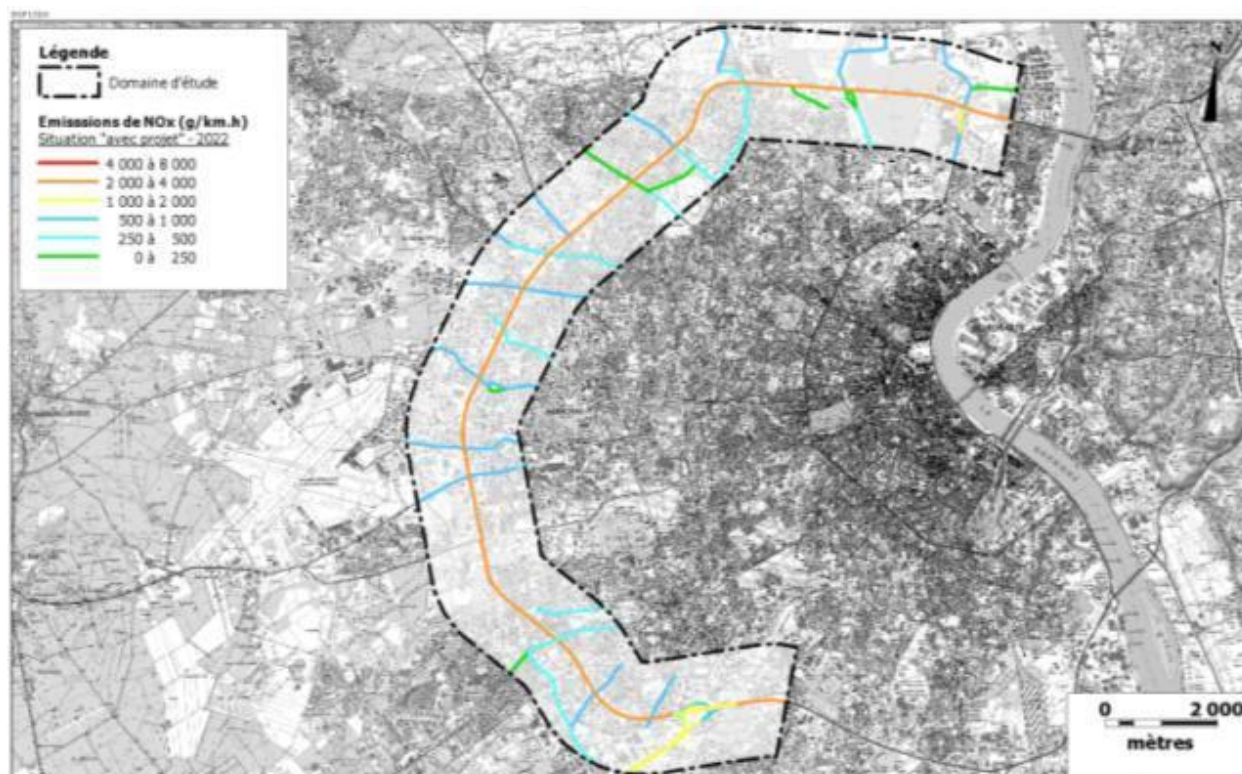


Figure 34: Situation « 2x3 voies - 2022 » – Émissions en NOx des axes de la bande d'étude (g/km.h)

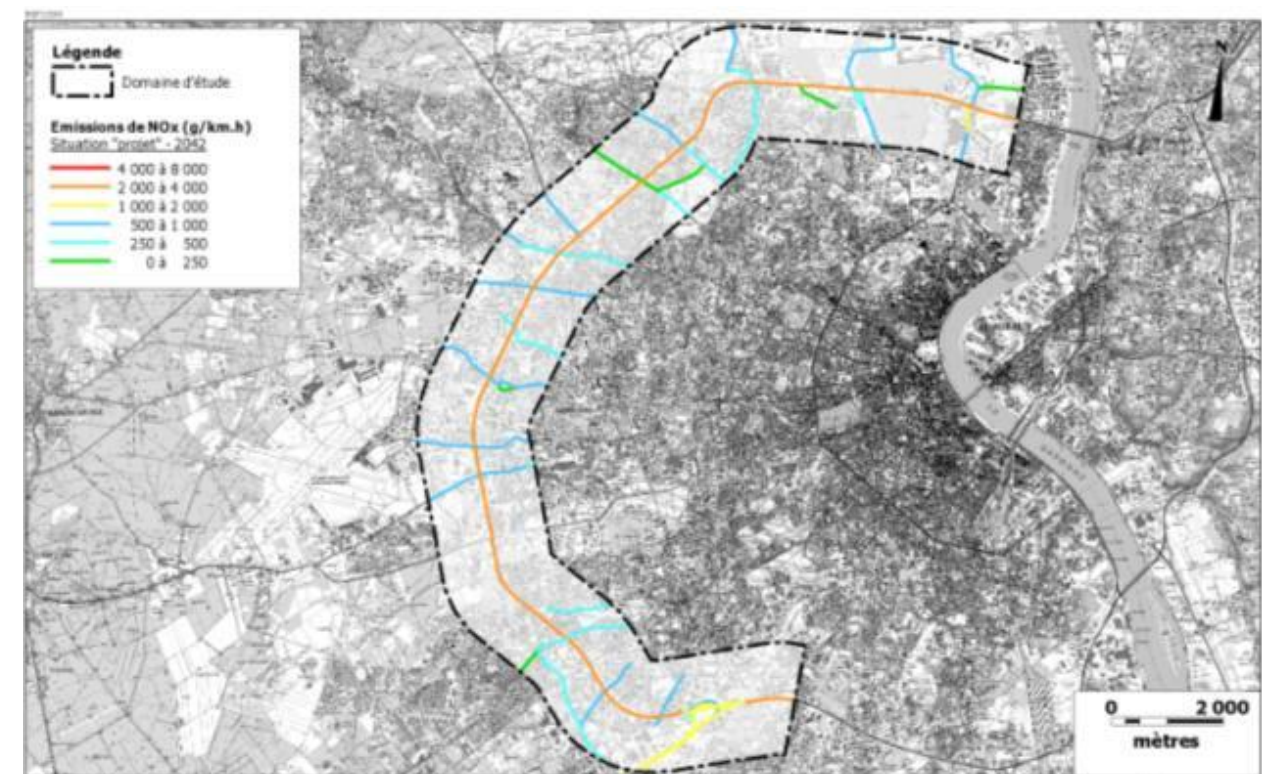


Figure 36: Situation « 2x3 voies - 2042 » – Émissions en NOx des axes de la bande d'étude (g/km.h)

5.3.2 Bilan des émissions pour les autres polluants étudiés

Le calcul des émissions sur l'ensemble du réseau routier considéré dans la bande d'étude et pour l'ensemble des polluants met en évidence deux tendances :

- une diminution globale ou stagnation des émissions entre 2005 et 2022 / 2042 qui concerne l'acroléine, l'acétaldéhyde, le formaldéhyde, le benzène, le 1,3-butadiène, les PM10, les PM2,5, le mercure, le benzo(a)pyrène, l'arsenic et les NOx (figure 37 ci-dessous). La diminution des émissions est plus ou moins importante suivant le polluant considéré. Ceci dépend des améliorations technologiques prévues pour 2022 et 2042 quant au rejet des gaz d'échappement des véhicules. Pour ces polluants, on constate une légère augmentation des émissions entre la situation « fil de l'eau » et « 2x3 voies » liée à l'augmentation des trafics engendrée par l'aménagement de la rocade ;

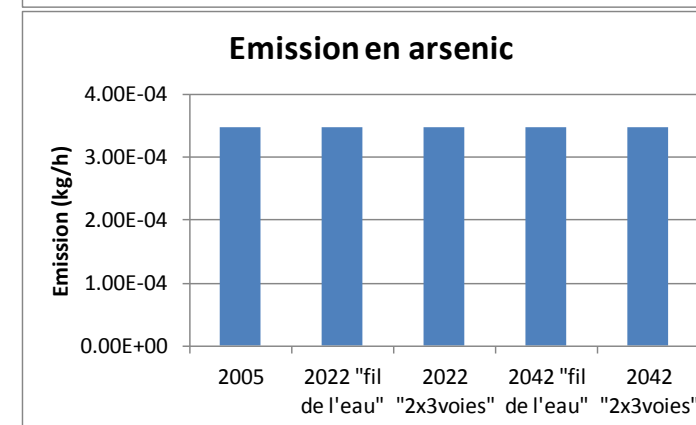
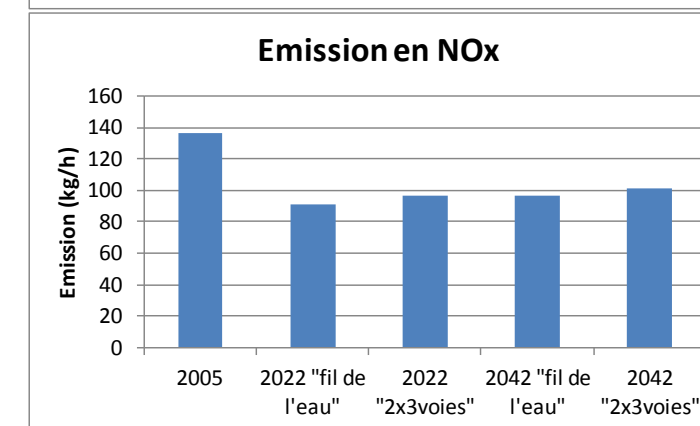
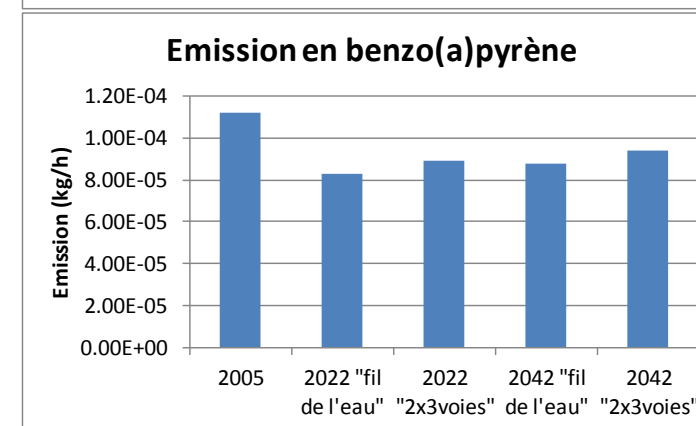
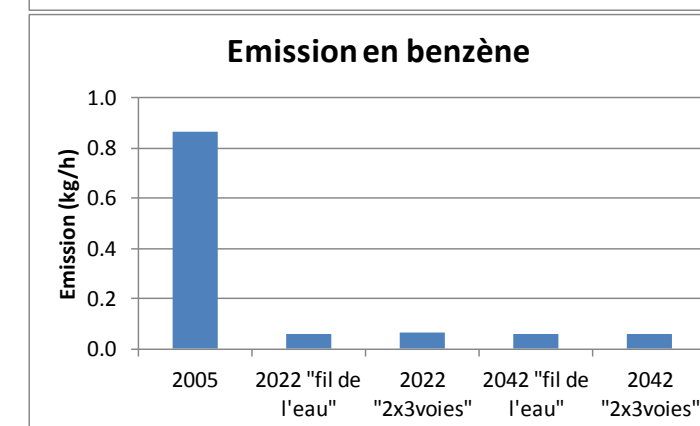
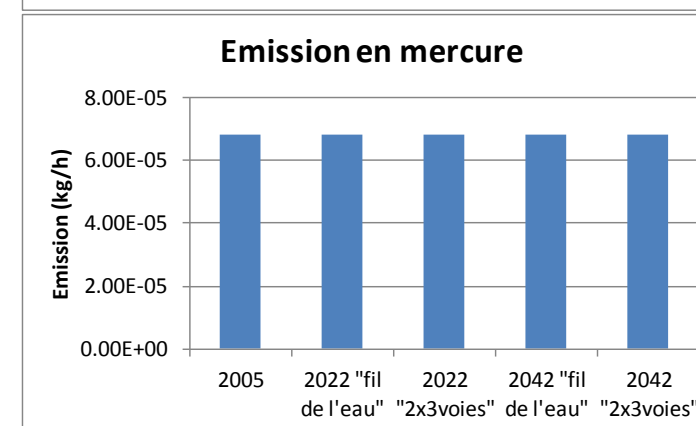
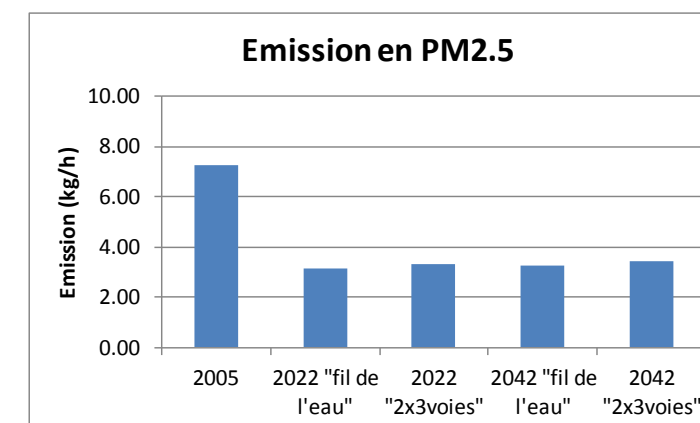
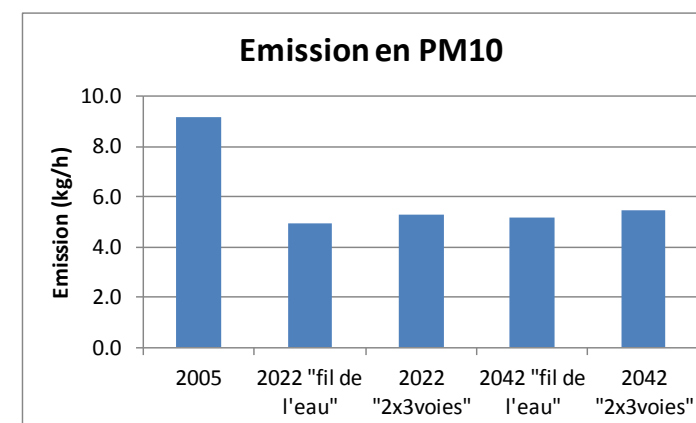
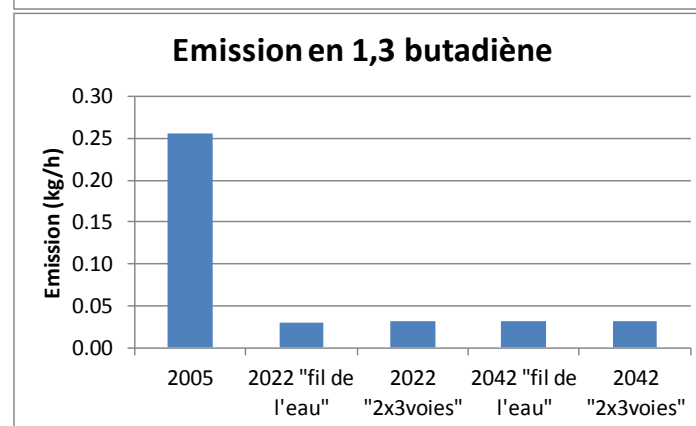
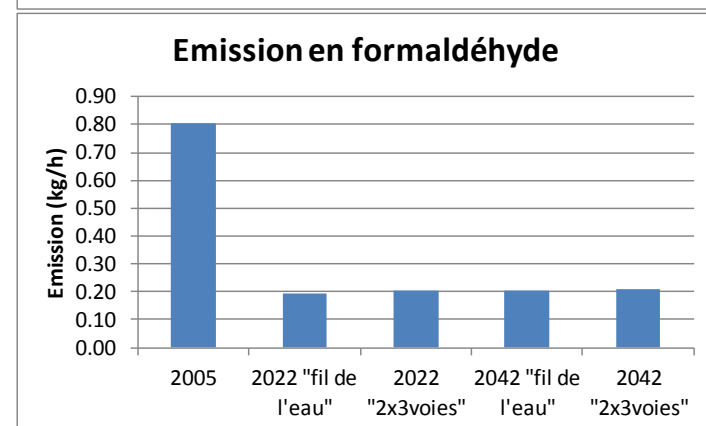
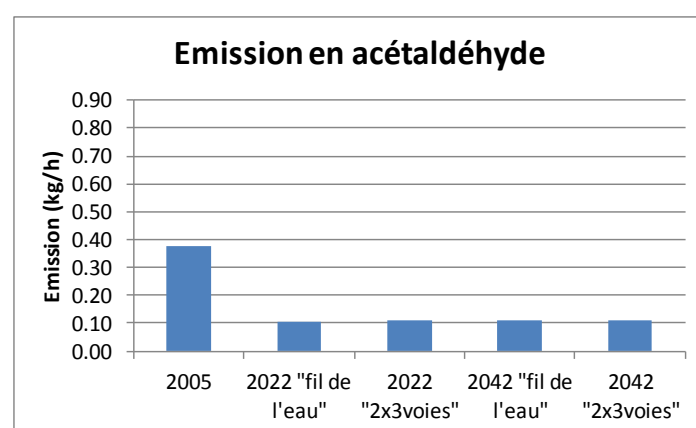
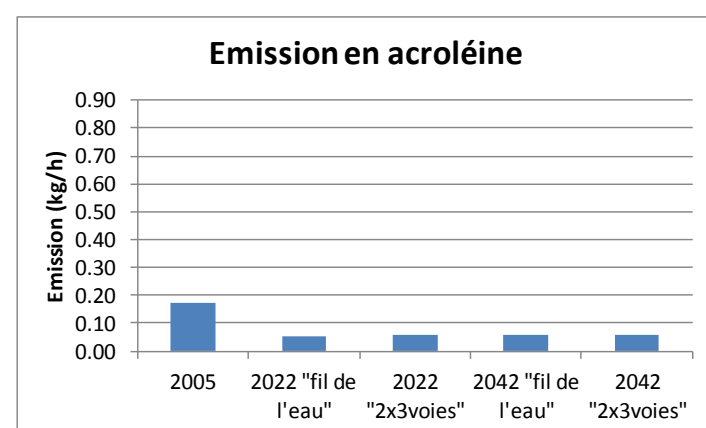


Figure 37: Polluants dont les émissions dans la bande d'étude présentent une diminution ou stagnation entre l'état initial et les situations futures

- une augmentation des émissions entre 2005 et 2022 / 2042 avec ou sans projet qui concerne le SO₂, le cadmium, le chrome, le baryum, et le nickel (figure 38 ci-dessous). Pour ces polluants, l'augmentation des rejets liés à l'augmentation des trafics ne devrait pas être compensée par la diminution des émissions relatives à l'amélioration des moteurs. Comme pour les autres polluants étudiés, le bilan des émissions réalisé en 2022 et 2042 montre que l'augmentation prévue des trafics liée à l'aménagement de la rocade à la mise en 2x3 voies (étude de trafic) aura comme conséquence une augmentation des émissions pour la situation « 2x3 voies » par rapport à la situation « fil de l'eau ».

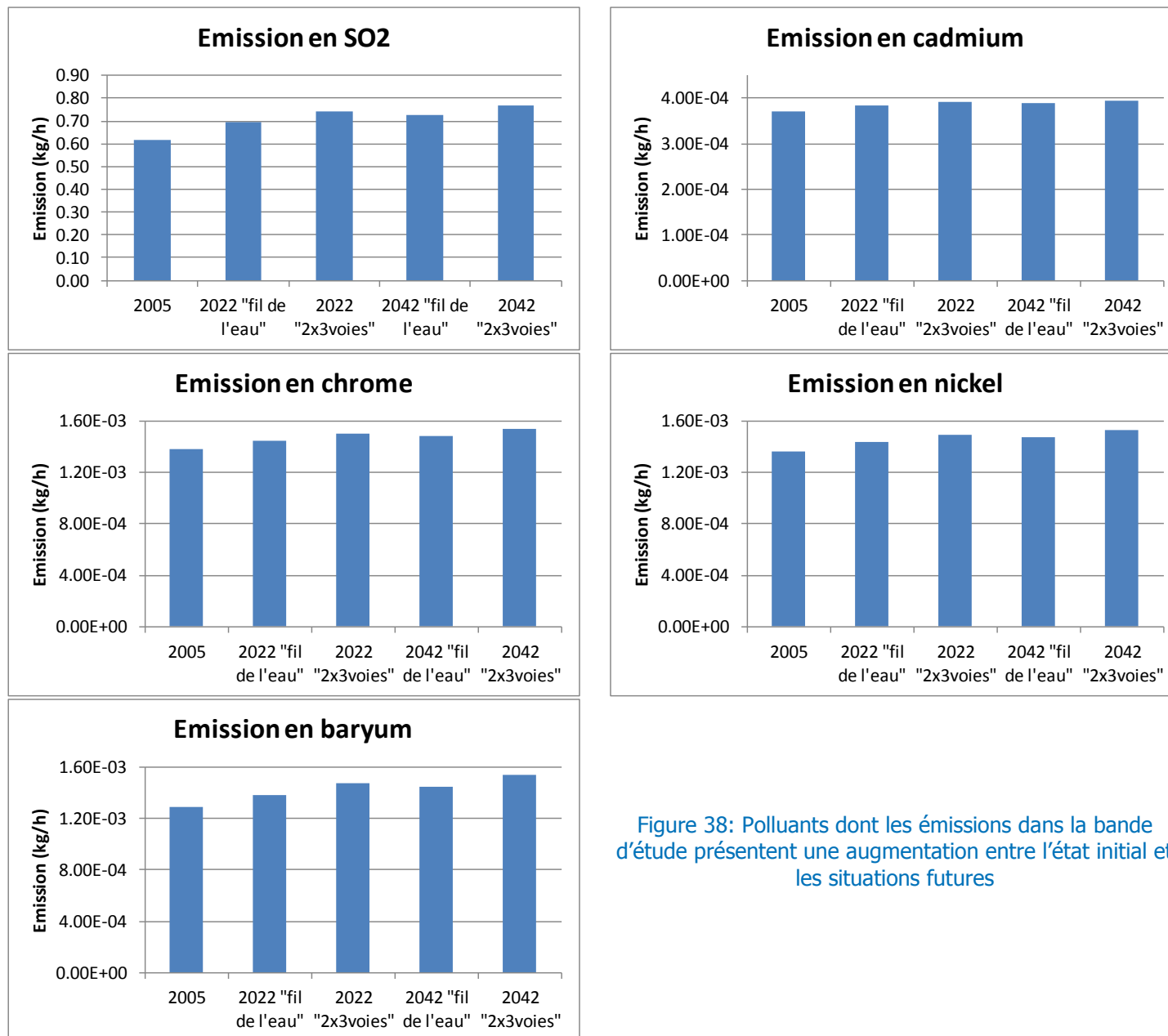


Figure 38: Polluants dont les émissions dans la bande d'étude présentent une augmentation entre l'état initial et les situations futures

5.3.3 Synthèse

Aux échéances 2022 et 2042 avec aménagement et d'après le calcul des émissions, l'aménagement de la rocade à 2x3 voies tendra globalement à une augmentation des émissions en polluants dans la bande d'étude par rapport à la situation 2x2 voies. Ceci est directement lié à l'augmentation des trafics sur la rocade après l'aménagement à 2x3 voies.

Par rapport à l'état initial (2005), le bilan des émissions (basé sur les données de trafics qui prévoient une augmentation sensible des trafics entre 2005 et 2022 / 2042) met toutefois en évidence une diminution globale des émissions en 2022 et 2042, avec et sans aménagement, pour les polluants suivants : l'acroléine, l'acétaldéhyde, le formaldéhyde, le benzène, le 1,3-butadiène, les PM10, les PM2,5, le benzo(a)pyrène et les NOx. Pour ces polluants, cette diminution est liée à l'amélioration technologique significative des émissions des véhicules entre 2005 et 2022 / 2042. Pour ces polluants là, dont l'impact sur la santé peut être significatif, les calculs indiquent donc que les émissions de la rocade aménagée à 2x3 voies en 2022 / 2042 seront inférieures à celles que l'on connaît initialement.

5.3.4 Bilan de la consommation énergétique

Le tableau suivant présente les résultats de la consommation énergétique journalière sur le domaine d'étude. Le total est exprimé en tonnes-équivalent pétrole par jour (TEP/j). Les tableaux détaillés des consommations estimées par le logiciel TREFIC sont également présentés en annexe 13.

Tableau 42: Consommation énergétique totale sur le domaine d'étude

	Consommation
	TEP/j
Situation actuelle - 2005	173
Situation future sans projet - 2022	195
Situation future sans projet - 2042	204
Impact au fil de l'eau - 2022	13%
Impact au fil de l'eau - 2042	18%
Situation future avec projet - 2022	208
Situation future avec projet - 2042	216
Impact du projet - 2022	6,9%
Impact du projet - 2042	5,7%

Entre 2005 et 2022 (différence entre la situation « future sans projet en 2022 et la situation initiale 2005), la consommation énergétique totale augmente de 13 %.

Entre 2005 et 2042 (différence entre la situation future sans projet en 2042 et la situation initiale 2005), la consommation énergétique totale augmente de 18 %.

Ces augmentations sont directement liées à l'augmentation des trafics.

Le projet induit, quant à lui, une augmentation de la consommation énergétique totale respective de 7 % et 6 % en 2022 et 2042 (différence entre les situations futures avec projet – 2022 / 2042 » et « futures sans projet – 2022 / 2042 ») liée à l'augmentation de la distance totale parcourue sur le domaine d'étude.

5.3.5 Bilan des gaz à effet de serre

Le tableau suivant présente les résultats des émissions des gaz à effet de serre (GES) sur le domaine d'étude. Ces émissions de GES regroupent les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (N₂O). Le total est exprimé en tonnes-équivalent CO₂. Pour convertir les émissions dans cette unité, nous avons utilisé le pouvoir de réchauffement global (PRG) sur 100 ans du GIEC des gaz étudiés.

Les tableaux détaillés des émissions estimées sur chacun des tronçons selon les situations considérées sont également présentés en annexe 13.

Tableau 43: Émissions journalières de GES des tronçons étudiés

	Consommation
	T eq CO ₂ /j
Situation actuelle - 2005	589
Situation future sans projet - 2022	664
Situation future sans projet - 2042	697
Impact au fil de l'eau - 2022	13%
Impact au fil de l'eau - 2042	18%
Situation future avec projet - 2022	710
Situation future avec projet - 2042	737
Impact du projet - 2022	6,8%
Impact du projet - 2042	5,7%

Entre 2005 et 2022 (différence entre la situation future sans projet en 2022 et la situation initiale 2005), les émissions en GES augmentent de 13 %.

Entre 2005 et 2042 (différence entre la situation future sans projet en 2042 et la situation initiale 2005), les émissions en GES augmentent de 18 %.

L'amélioration de la consommation de carburant ne devrait pas permettre de compenser l'augmentation attendue des trafics entre 2005 et les horizons 2022 / 2042.

Le projet induit, quant à lui, une augmentation des émissions de GES totale de 7 % en 2022 (différence entre les situations futures avec projet et sans projet en 2022) et de 6 % en 2042 (différence entre les situations futures avec projet et sans projet en 2042) liée à l'augmentation de la distance totale parcourue sur le domaine d'étude.

6. Modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants

Conformément à la circulaire n° 2005-273, une modélisation de la dispersion des effluents émis par les véhicules circulant sur la rocade ouest (entre les échangeurs 4 et 15) et les principaux axes voisins (axes présentant une modification des flux de trafic de plus de 10 %) a été réalisée afin d'évaluer la contribution de la rocade aux concentrations moyennes annuelles dans l'air pour l'état initial et les situations 2022 et 2042. Le modèle de dispersion ADMS Roads a été utilisé dans cette étude. La modélisation s'est appuyée sur les émissions évaluées avec le logiciel ARIA TREFFIC d'ARIA Technologies SA.

6.1 Description du modèle ADMS Roads

ADMS Roads repose sur le modèle de dispersion atmosphérique ADMS (*Atmospheric Dispersion Modelling System*), utilisé, reconnu et validé internationalement. Considéré par l'INERIS²³ comme la nouvelle génération des modèles de dispersion atmosphérique, il a été validé grâce au « Model Validation Kit », outil européen d'évaluation des modèles de dispersion. Il se base en effet sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine, et remplace l'ancienne génération des modèles de dispersion.

Le modèle ADMS est développé depuis 1993 par le *Cambridge Environmental Research Consultant* (CERC), groupe de chercheurs de Cambridge (Royaume-Uni).

D'un point de vue technique, ADMS Roads permet de prendre en compte la dispersion simultanée de plusieurs polluants (NO_x, CO, SO₂, COV, particules...) émis par plus de 150 sources de nature différente telles que les routes et les trafics associés.

ADMS Roads réalise des calculs en régime stationnaire pour une situation météorologique donnée. L'utilisation d'un schéma de dispersion fonctionnant en régime stationnaire est tout à fait adéquate, car celui-ci est précis en termes de dispersion.

Le modèle ADMS Roads permet d'ajuster très finement la grille de calcul (sans limitation du nombre de points de calcul utilisés) en fonction des contraintes locales (occupation des sols, sources modélisées, etc.).

Le modèle ADMS Roads est décrit de façon plus complète en annexe 14.

²³ INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques

6.2 Hypothèses retenues pour la modélisation

6.2.1 Phénomènes pris en compte par le modèle

Pour cette étude, les phénomènes physiques pris en compte par le modèle ADMS Roads sont listés dans le tableau suivant :

Tableau 44: Phénomènes pris en compte dans la modélisation

Phénomène physique	Pris en compte par le modèle dans l'étude	Commentaires
Météorologie locale	oui	Données de surface tri-horaires de l'année 2005 mesurées à la station Météo France de Mérignac pour le vent, la température, la nébulosité et les précipitations
Description verticale de la turbulence atmosphérique	oui	Analyse d'échelle de Monin-Obukhov
Cycle diurne du développement de la couche de mélange atmosphérique	oui	Les données météorologiques horaires ne sont pas traitées de façon indépendante, mais en considérant toujours les 24 heures précédentes
Traitement spécifique des conditions météorologiques convectives (rabattement des panaches près du sol)	oui	Trajectoires gaussiennes « obliques » en situation convective
Nature des sols rencontrés	oui	Hauteur de rugosité constante de 0.5 mètre sur le domaine d'étude (valeur représentative de sol majoritairement urbain et périurbain)
Calcul de la conversion NO – NO ₂	oui	Le modèle intègre un code photochimique incluant la chimie des NO, NO ₂ et ozone (schéma à 7 réactions)
Variabilité temporelle des émissions	oui	Utilisation de profils temporels pour les différents axes modélisés
Nature particulière des poussières	oui	Prise en compte du dépôt sec (chute par gravité) et humide (lessivage par les précipitations) pour les particules, métaux et BaP
Obstacles autour des voies	non	L'effet « canyon » est observé lorsque les voies de circulation se trouvent encaissées entre des bâtiments de hauteur significative. Ceci n'est pas le cas pour la section de la rocade étudiée.
Effet de la topographie (relief) sur la dispersion des panaches	oui	Le modèle de dispersion a été couplé au modèle d'écoulements fluides FLOWSTAR. Ce modèle recalcule les champs de vent et de turbulence en 3D sur tout le domaine (BD TOPO de l'IGN)

6.2.2 Grilles de calcul et récepteurs

- Grille de calcul

Les concentrations ont été calculées sur la grille présentée sur la figure suivante.

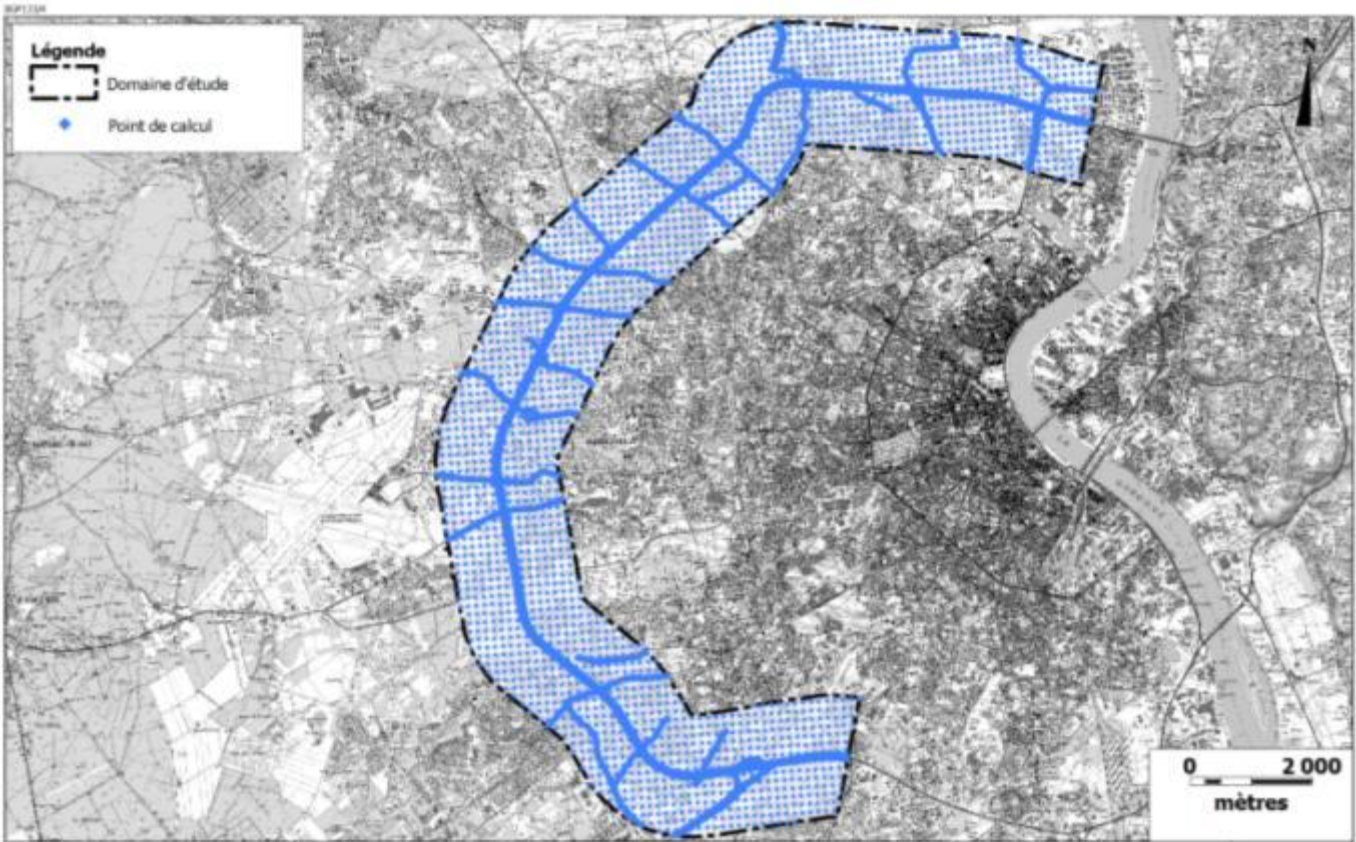


Figure 39: Grille de calcul

- Récepteurs

Les concentrations en polluants ont été calculées également sur 158 points supplémentaires qui correspondent :

- aux populations dites « sensibles » présentes sur le domaine d'étude (voir paragraphe 3.2),
- aux habitations et zones résidentielles situées à proximité directe de la rocade, sites sportifs, ...

Une description de ces points est présentée au chapitre 3. L'annexe 15 présente l'implantation de ces sites.



Figure 40: Points récepteurs sur le domaine d'étude

6.2.3 Nature des sols et topographie

Le modèle de calcul utilisé permet d'intégrer la topographie dans le calcul de la dispersion atmosphérique des émissions. Le relief influence les champs de vent et de turbulence, et donc la répartition en surface des concentrations en polluants. La topographie a donc été intégrée dans la modélisation. Les valeurs utilisées sont issues de la base de données BD TOPO de l'Institut géographique national (IGN). Le domaine topographique est représenté sur la figure 39. Il est à noter que le relief est peu marqué sur la bande d'étude.

A partir de la topographie, le module dynamique FLOWSTAR (inclus dans le modèle ADMS) ajuste l'altitude réelle des sources, des obstacles, et de tous les points de grille en fonction du relief. Il recalcule également, pour chaque donnée météorologique, les champs de vent et de turbulence modifiés par le relief, sur le domaine d'étude, et sur plusieurs niveaux verticaux (jusqu'à 2000 mètres au-dessus du sol).

La nature des sols a été caractérisée grâce à un paramètre de rugosité. Ce paramètre est couramment utilisé pour représenter le sol dans les modèles de dispersion atmosphérique. Représentant la nature rugueuse des obstacles occupant le sol, il a les dimensions d'une longueur variant entre 0 (surface complètement lisse) et 1,5 mètre pour les sols urbains les plus denses. Concernant le domaine étudié, nous avons retenu une hauteur de rugosité de 0,5 mètre, correspondant à une rugosité moyenne par rapport aux types de sol rencontrés dans la bande d'étude (sol homogène de type urbain et périurbain). Cette valeur a été établie à partir de données de l'IFEN provenant de la base Corine Land Cover (Figure 41).

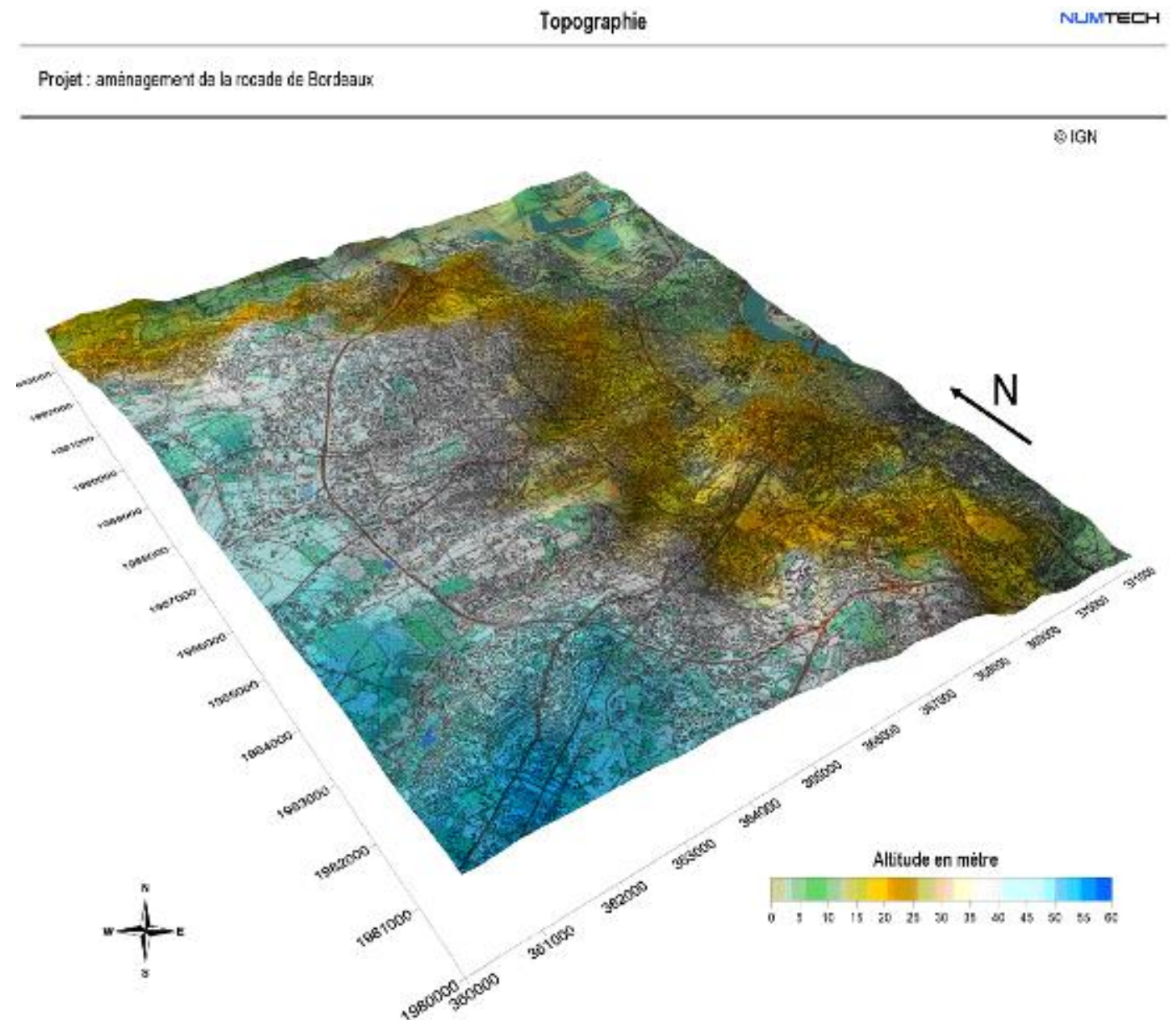


Figure 41: Topographie sur le domaine d'étude

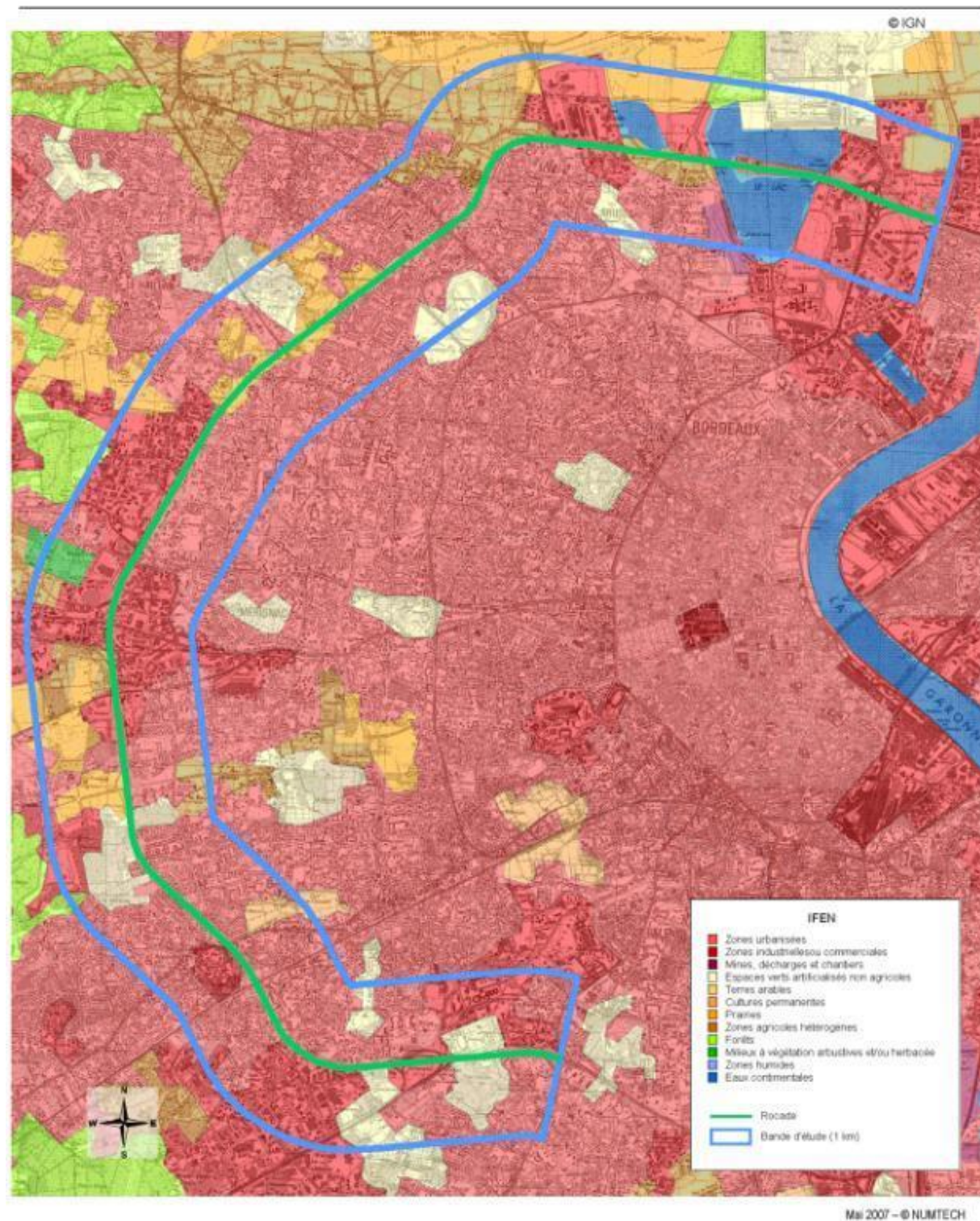


Figure 42: Nature des sols sur le domaine d'étude

6.2.4 Météorologie

La connaissance des paramètres météorologiques est primordiale pour l'étude de la dispersion des rejets d'effluents dans l'atmosphère. Les données telles que la direction et la vitesse du vent ou la température de l'air sont des grandeurs physiques qui permettent de caractériser l'état de l'atmosphère, mais elles ne sont pas suffisantes. D'autres variables comme le rayonnement solaire, la nébulosité (ou couverture nuageuse) sont nécessaires pour bien représenter la climatologie locale, en particulier les mouvements d'air dans les premières couches de l'atmosphère. Ces données sont mesurées par les principales stations météorologiques du réseau de Météo France.

Dans le cas de ce projet, l'étude s'appuie sur les paramètres météorologiques mesurés par Météo France à la station de Mérignac pour les vitesses et directions du vent, la température, la nébulosité et les précipitations.

Les données Météo France utilisées dans cette étude sont celles de l'année 2005. Ces données ont été mesurées à fréquence tri-horaire, ce qui représente 2 920 situations météorologiques modélisées. On peut donc considérer que la simulation couvre la grande majorité des conditions météorologiques susceptibles d'être rencontrées pendant l'année sur le domaine d'étude.

La direction et la vitesse du vent sont représentées sur la figure 41 sous la forme d'une rose des vents. Cette rose a été calculée à partir de données horaires (année 2005). Elle montre des vents dominants nettement orientés ouest, sud/est et nord-nord/est.

En comparaison à la rose des vents issue des paramètres mesurés par Météo France à la station de Mérignac sur la période 1991-2010, il apparaît qu'elle donne des directions et vitesses de vent sensiblement identiques à celles de 2005 pour cette même station. Concernant les données de vent, on peut donc considérer l'année 2005 comme représentative des situations météorologiques rencontrées sur la zone d'étude.

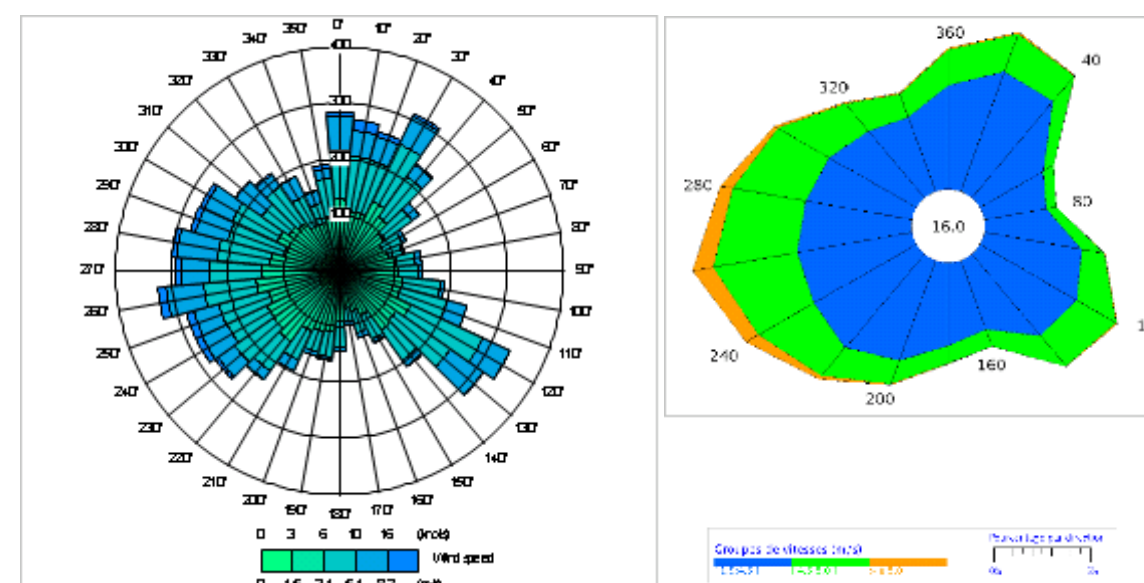


Figure 43: Rose des vents pour l'année 2005 (gauche) et sur la période 1991-2010 (droite) mesurée à la station de Mérignac

6.2.5 Caractéristiques des polluants considérés

Les polluants pris en compte dans les simulations sont les suivants :

- l'acroléine (C_3H_4O) ;
- le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- le dioxyde de soufre (SO_2) ;
- le benzène (C_6H_6) ;
- les particules émises à l'échappement (PM) ;
- le chrome (Cr) ;
- le formaldéhyde (CH_2O) ;
- le 1,3-butadiène (C_4H_6) ;
- l'acétaldéhyde (CH_3CHO) ;
- le nickel (Ni) ;
- le cadmium (Cd) ;
- le benzo(a)pyrène (BaP) ;
- l'arsenic (As) ;
- le plomb (Pb) ;
- le mercure (Hg) ;
- le baryum (Ba).

Dans les simulations, les polluants de type gazeux (SO_2 , NO_2 , C_6H_6 , acétaldéhyde, acroléine, formaldéhyde, 1,3-butadiène) ont été assimilés à des gaz passifs. Les métaux (Pb, Cd, Ni, Cr, As, Hg et Ba) et les HAP ont quant à eux été assimilés à des particules de $2,5 \mu m$ de diamètre. A défaut de valeurs pour la densité de ces polluants, celle-ci a été fixée à $5\,000 \text{ kg/m}^3$.

Pour les particules :

- les PM diesel et les PM_{2,5} ont été assimilées à des particules de diamètre $2,5 \mu m$; leur densité a été fixée à $3\,000 \text{ kg/m}^3$;
- les PM₁₀ et les PM ont été assimilées à des particules de diamètre $10 \mu m$; leur densité a été fixée à $3\,000 \text{ kg/m}^3$.

Cas spécifique des NO_x – NO_2

La famille des oxydes d'azote (NO_x) est composée du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO_2). Ce dernier étant le composé le plus toxique, il est le seul à faire l'objet d'une réglementation dans l'air. Les concentrations en NO_2 ont été calculées par notre modèle à partir des concentrations simulées en NO_x grâce à un code photochimique incluant la chimie des NO, NO_2 et ozone (schéma à sept réactions) et en intégrant la pollution de fond en NO_x , NO_2 et O_3 .

Les concentrations en NO_2 calculées sans la pollution de fond (contribution des axes routiers modélisés uniquement) ont été déterminées par le modèle ADMS Roads à partir des concentrations en NO_x et d'un calcul de corrélation entre les NO_x et le NO_2 (corrélation de Dewent-Middleton, 1996).

Calculs des dépôts au sol

Les calculs des dépôts au sol ont été réalisés en considérant les dépôts secs mais également les dépôts humides conduisant à un appauvrissement du panache (diminution des concentrations dans l'air).

- dépôts secs : les particules se déposent sur les surfaces par divers processus biologiques, chimiques et physiques. Il est donc nécessaire de connaître les vitesses de dépôt des différents polluants étudiés. Le paramètre qui influence les dépôts secs est la vitesse de dépôt, exprimée en m/s. Cette vitesse permet de tenir compte de la capacité du sol à retenir le polluant qui se dépose. Ces vitesses ont fait l'objet de plusieurs recherches et plusieurs références bibliographiques existent sur ces données ;
- dépôts humides : Les dépôts humides correspondent aux dépôts de polluant au sol entraînés par la pluie. Les calculs de dispersion qui intègrent le lessivage par la pluie prennent en compte un coefficient de lessivage exprimé en s^{-1} , correspondant à la proportion du polluant qui est entraîné par la pluie pendant 1 seconde. Ce coefficient varie de $0,4 \cdot 10^{-5}$ à $3 \cdot 10^{-3} s^{-1}$ selon la littérature et le polluant considéré.

6.2.6 Réseau routier modélisé

La figure ci-après présente le réseau routier modélisé : rocade et principaux axes secondaires.

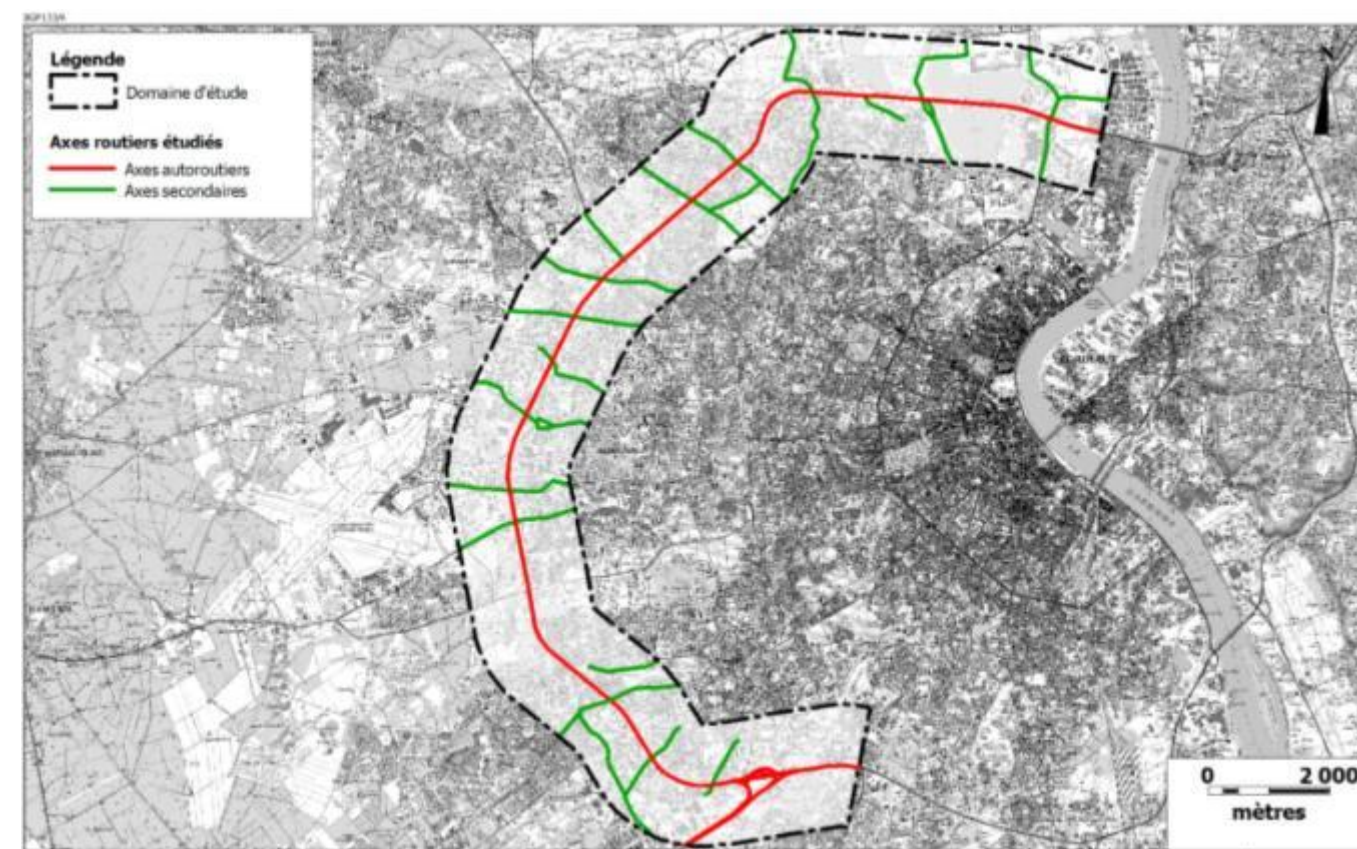


Figure 44: Réseau routier modélisé

6.2.7 Pollution de fond

Pour les calculs des concentrations en NO₂, SO₂ et PM₁₀, la pollution de fond a été intégrée dans les calculs de concentrations. Les données proviennent des mesures réalisées par le réseau de surveillance de la qualité de l’air Airaq à la station de Talence (station de type urbaine de fond) pour les NO_x, NO₂, SO₂ et PM₁₀ et à la station de Léognan pour l’ozone. Des données mesurées sur l’année 2005 ont été intégrées, à un pas de temps horaire, pour le calcul des concentrations en NO₂, SO₂ et poussières avec prise en compte de la pollution de fond. Les données en ozone sont nécessaires pour le calcul des concentrations en NO₂ réalisé à l’aide du schéma chimique à sept réactions incluant l’ozone.

Les niveaux moyens annuels mesurés sur la station de mesure de Talence ont été comparés sur les années 2005 et 2012 en analyse critique de l'utilisation des données.

Tableau 45: Comparaison des niveaux moyens 2005 et 2012 sur la station de Talence

	Talence - 2005	Talence - 2012
SO ₂	2	-
PM10	24	25
NO ₂	24	21

Les niveaux sont globalement comparables entre les deux années.

6.2.8 Emissions

Les émissions moyennes en polluants ont été calculées avec le logiciel ARIA TREFIC basé sur la méthodologie COPERT IV (voir chapitre précédent). Les calculs de concentrations étant réalisés à un pas de temps horaire avec le logiciel AMDS Roads, les émissions calculées avec Impact pour la rocade ont été pondérées par un profil temporel horaire établi à partir des données de trafics enregistrées sur la rocade entre les mois de janvier et juillet 2012 (données fournies par la DIR Atlantique) pour les jours ouvrés, les samedis et les dimanches. Ceci permet de tenir compte des variations de trafics, et donc d’émissions, sur la journée et en particulier de l’augmentation des trafics aux heures de pointe du matin et du soir.

Le profil déduit a été appliqué à l’ensemble des tronçons de la rocade ainsi qu’aux axes routiers secondaires de la bande d’étude.

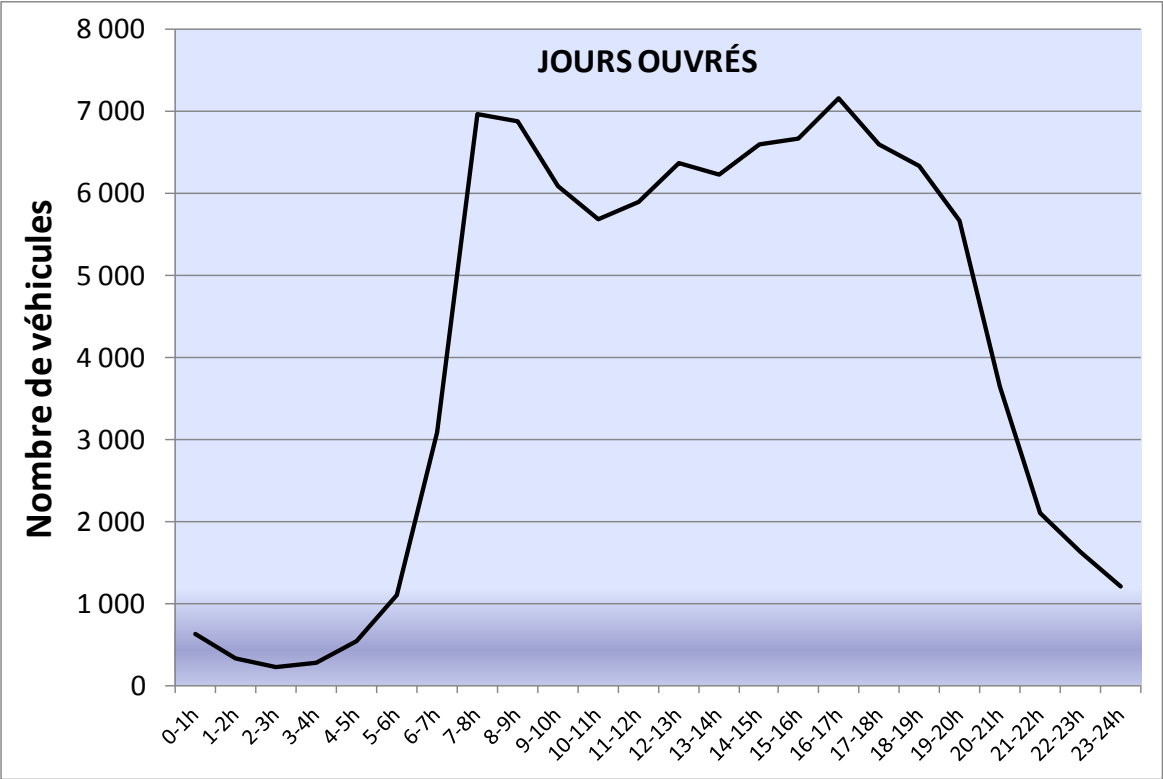


Figure 45: Répartition horaire des trafics sur la rocade : jours ouvrés

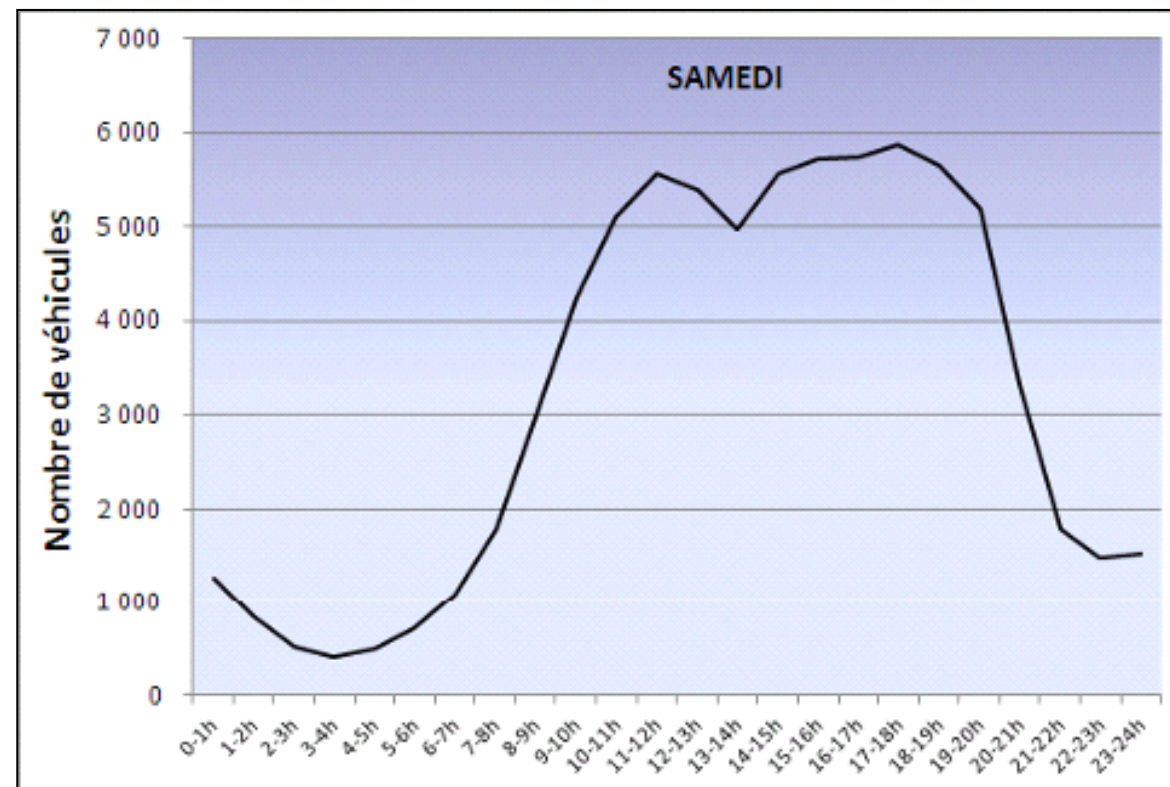


Figure 46: Répartition horaire des trafics sur la rocade : samedi

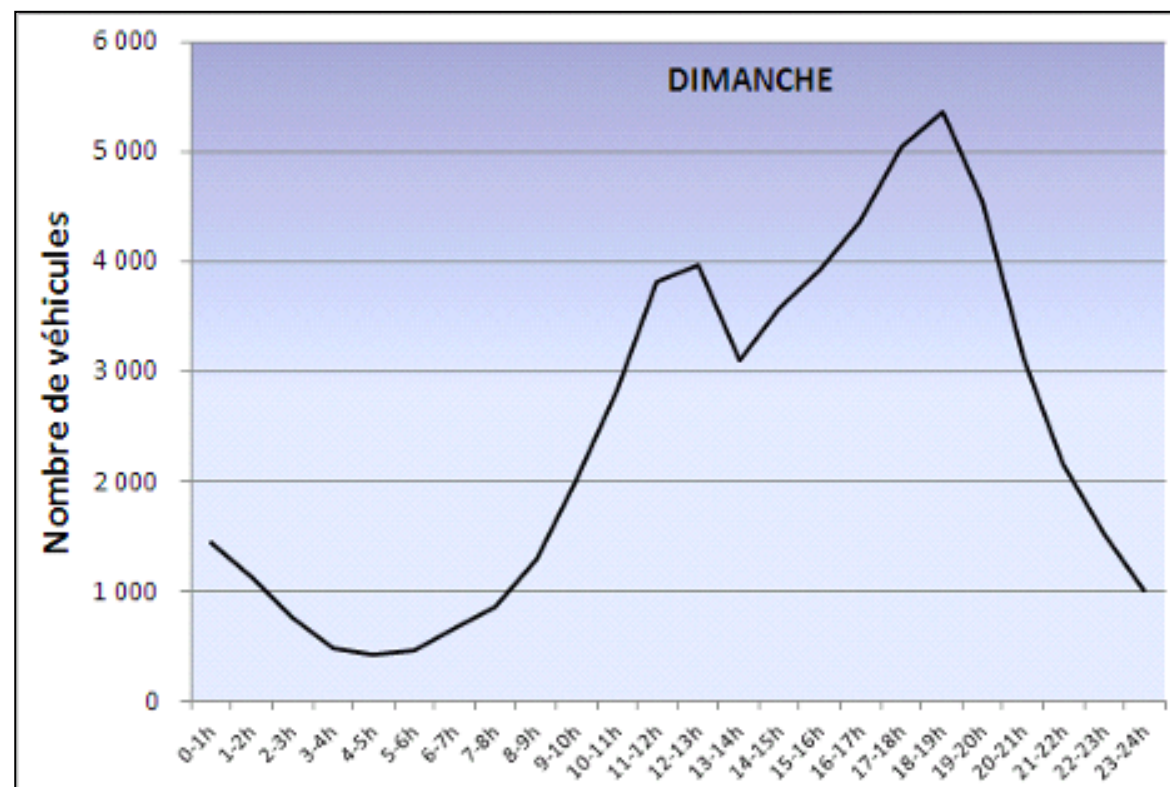


Figure 47: Répartition horaire des trafics sur la rocade : dimanches

6.2.9 Calage du modèle

Avant de lancer les calculs, un calage préliminaire du modèle de dispersion a été réalisé en comparant les concentrations simulées aux mesures de Cap Environnement / Numtech / KTT iMA réalisées dans la bande d'étude au cours des campagnes de septembre 2006 et de janvier – février 2007.

La comparaison des résultats du modèle aux valeurs mesurées a permis dans un premier temps d'ajuster les paramètres du modèle (principe de calage) afin d'obtenir de meilleurs résultats, et dans un deuxième temps de valider le modèle sur la zone. Le calage a principalement porté sur l'ajustement des paramètres de dispersion (caractérisation de la turbulence atmosphérique).

Les concentrations ont été simulées à partir :

- des données de trafics mesurées sur la rocade au cours des campagnes de mesures ;
- des données météorologiques relevées sur ces périodes ;
- des données de pollution de fond mesurées par le réseau Airaq aux stations de Talence et Léognan sur ces périodes.

Pour évaluer le modèle, les concentrations de NO₂ mesurées ont été comparées à celles simulées au même point. Les concentrations ont été calculées en utilisant un modèle photochimique (intégré au système ADMS), qui tient compte de la pollution de fond en NO₂, en NO_x et en ozone. La pollution de fond intégrée dans les simulations provient des mesures horaires réalisées par le réseau Airaq à la station de Talence pour les NO_x et le NO₂ et à la station de Léognan pour l'ozone, sur les mêmes périodes que celles des campagnes de mesure.

A titre d'exemple, les figures 48 et 49 présentent les concentrations horaires en NO₂ simulées à proximité directe de la rocade, au droit de l'échangeur 15 (point de mesure de plus grand impact) ainsi que les concentrations mesurées en ce même point, respectivement pour les campagnes de septembre 2006 et janvier – février 2007. La pollution de fond intégrée au modèle a également été reportée sur ces graphiques. On constate que le modèle reproduit de manière satisfaisante le cycle journalier des concentrations en NO₂. Les simulations réalisées sur les autres points de mesures de Cap Environnement (plus éloignés de la rocade) donnent des résultats semblables, avec une contribution plus marquée de la pollution de fond.

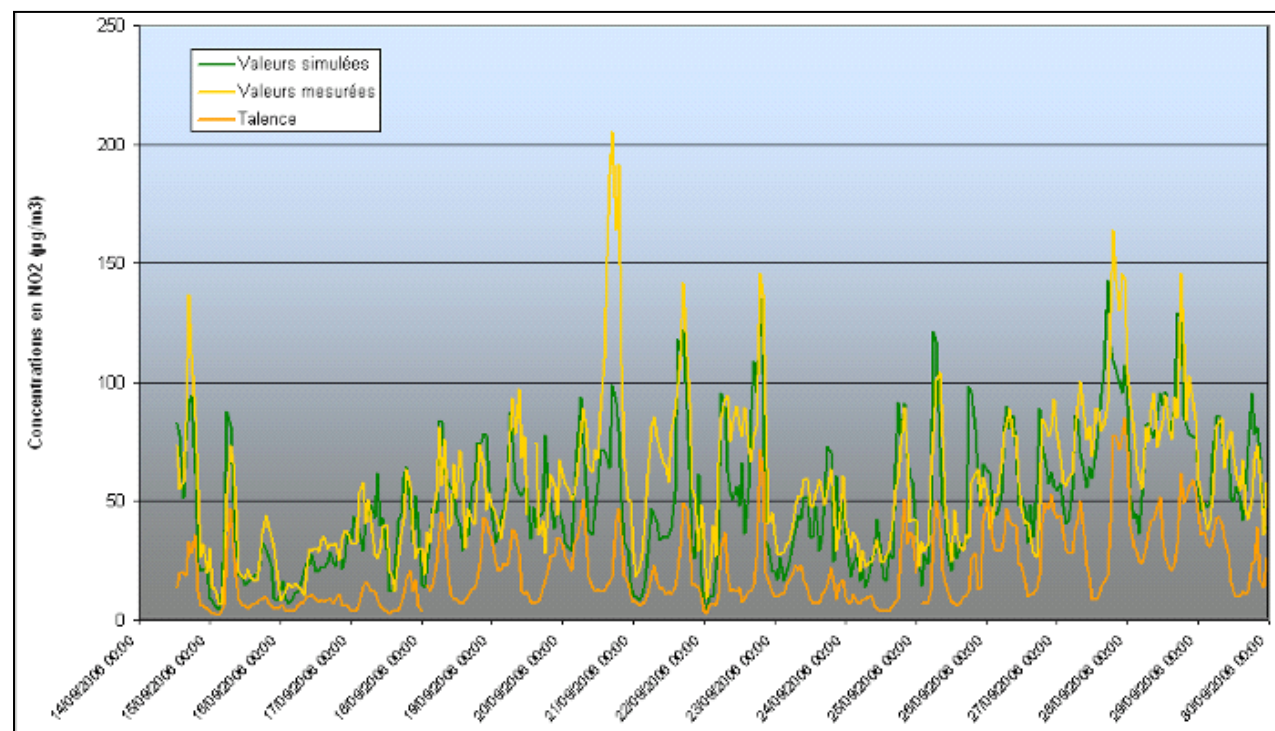


Figure 48: Comparaison des concentrations mesurées et simulées en NO₂ au cours de la campagne de septembre 2006 au droit de l'échangeur 15 de la rocade

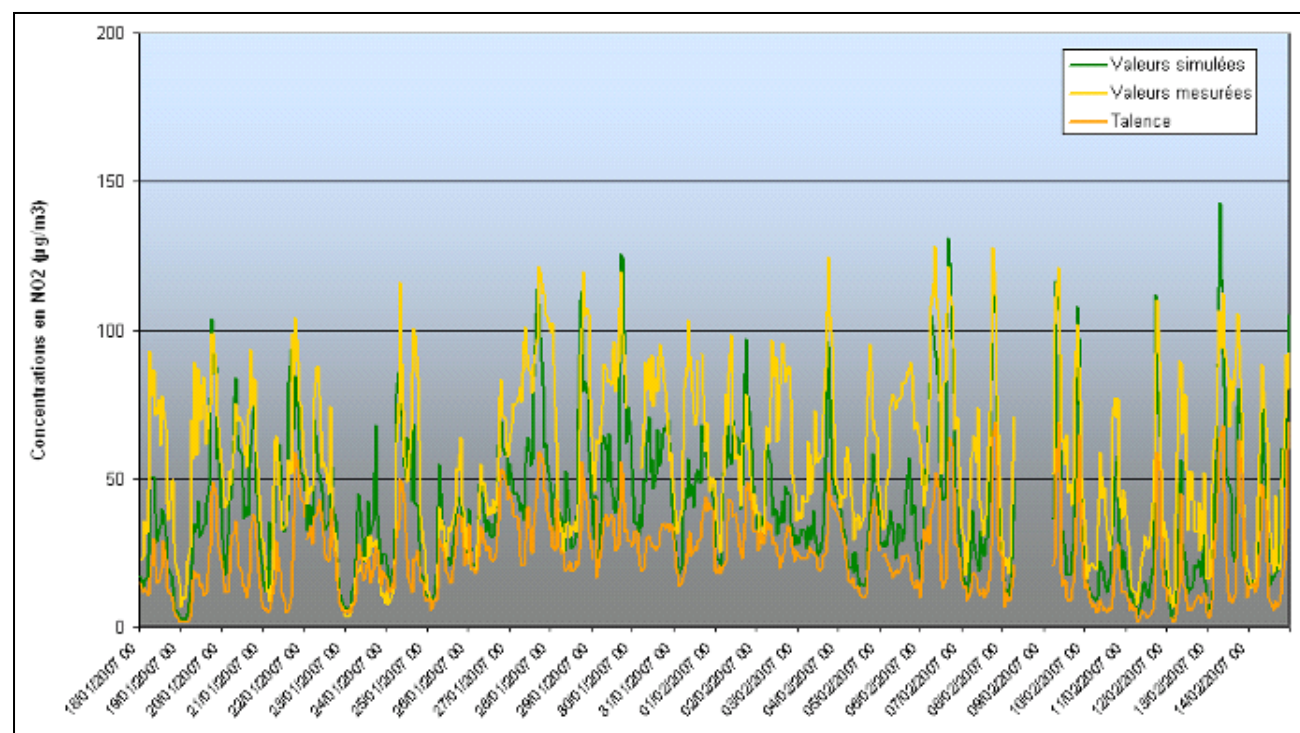


Figure 49: Comparaison des concentrations mesurées et simulées en NO₂ au cours de la campagne de janvier – février 2007 au droit de l'échangeur 15 de la rocade

Les figures ci-après présentent la corrélation entre les concentrations horaires simulées et les concentrations mesurées en NO₂ au cours des campagnes de mesure, au droit de l'échangeur 15, sous forme de nuages de points. Les coefficients de corrélation (R^2), proches de 0,6, correspondent à des valeurs que l'on peut considérer comme satisfaisantes pour ce genre d'exercice. Il faut par ailleurs noter que ces résultats intègrent des points particuliers correspondant à des valeurs en NO₂ fortes mesurées et non reproduites par le modèle le 20 septembre 2006. Ces concentrations semblent liées à un événement particulier. En effet, ces fortes concentrations n'ont pas été observées à la station de Talence. De plus, les données de trafics mesurées à l'échangeur 15 pendant ce pic de concentration indiquent une baisse anormale du nombre de véhicules sur la rocade, entre 15 h et 20 h, dans les deux sens de circulation. Cet événement, très local, ne semble donc pas lié à un épisode météorologique particulier, mais bien à un événement de circulation. Il ne peut donc pas être considéré comme un épisode représentatif.

Par ailleurs, cette modélisation a pour objectif d'estimer les valeurs de concentrations pertinentes pour l'étude sanitaire (essentiellement des concentrations moyennes annuelles et percentiles), c'est-à-dire de déterminer les niveaux (chroniques et aigus) auxquels sont et seront soumises les populations du fait de la rocade. Il ne s'agit pas forcément de reproduire précisément toutes les concentrations heure par heure.

Les mêmes comparaisons ont été effectuées pour des points plus éloignés de la rocade, et donc moins exposés. Les performances obtenues en ces points sont semblables à ceux présentés ci-dessus.

Au vu des différents résultats, on peut considérer le modèle de dispersion comme valide pour mener à bien l'évaluation quantitative des risques sanitaires.

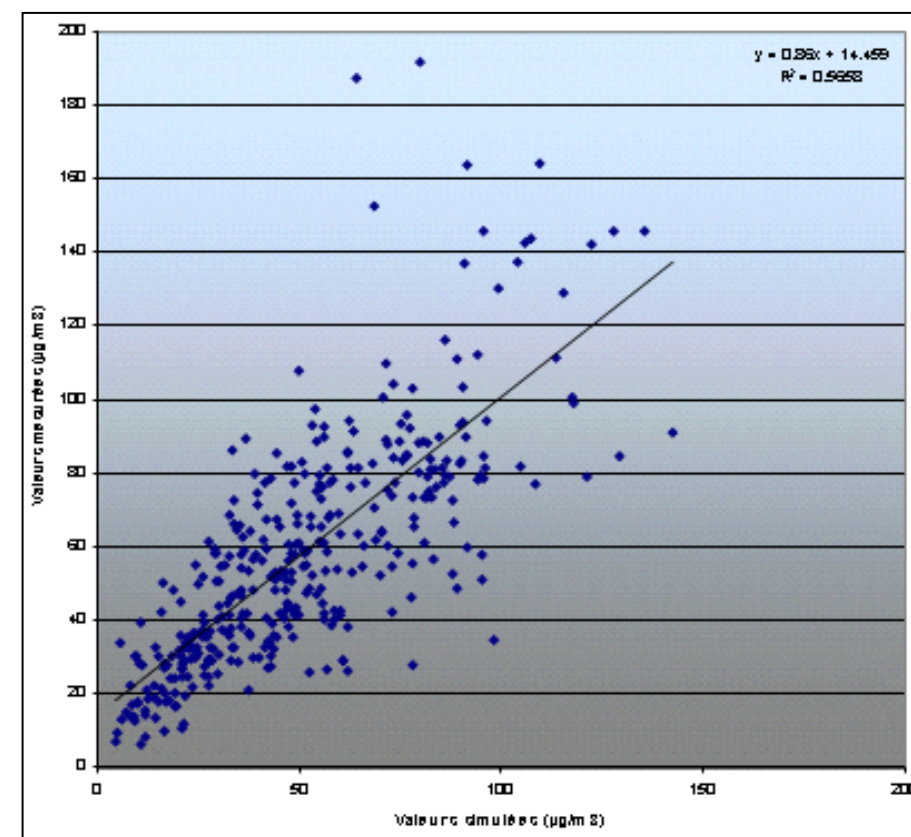


Figure 50: Corrélation des concentrations horaires mesurées et simulées en NO₂ au cours de la campagne de septembre 2006 au droit de l'échangeur 15 de la rocade

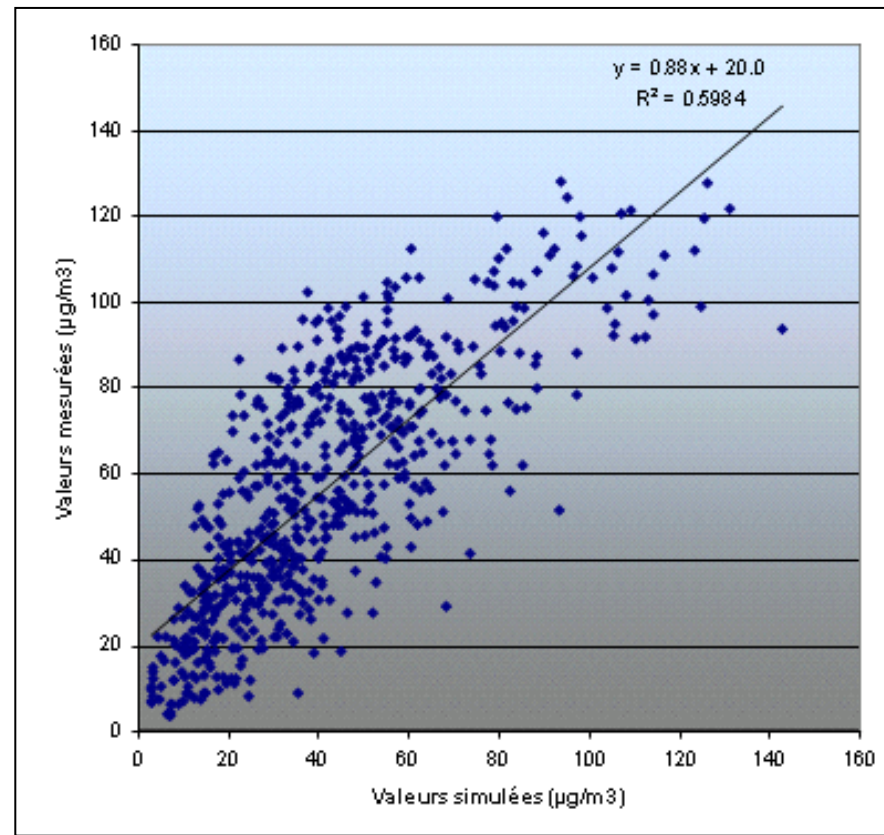


Figure 51: Corrélation des concentrations horaires mesurées et simulées en NO₂ au cours de la campagne de janvier-février 2007 au droit de l'échangeur 15 de la rocade ouest

6.3 Calcul des concentrations dans l'air

Les simulations réalisées dans cette étude ont permis d'évaluer dans la bande d'étude :

- les concentrations moyennes annuelles en NO₂, PM, PM₁₀, PM_{2,5}, particules diesel, SO₂, benzène, 1,3-butadiène, acétaldéhyde, acroléine, formaldéhyde, benzo(a)pyrène, plomb, cadmium, chrome, nickel, arsenic, baryum et mercure,
- les dépôts moyens annuels en poussières (PM, PM₁₀, PM_{2,5} et particules diesel) et métaux (plomb, cadmium, chrome, nickel, arsenic, baryum et mercure),
- les percentiles réglementaires,
- les percentiles nécessaires à l'évaluation de l'impact sanitaire (percentiles 100 horaires pour le dioxyde d'azote, percentiles 100 journaliers pour le benzène, l'acroléine et le dioxyde de soufre).

L'ensemble des valeurs est présenté en annexe 16.

Les percentiles sont les valeurs de la variable qui divisent la variable continue en 100 groupes égaux en nombre.

Le percentile 100 horaire correspond à la pire situation rencontrée une heure dans l'année (et associée à la pire condition météorologique horaire en matière de dispersion des polluants). Le percentile 98 horaire correspond à la situation qui n'est subie que pendant 2 % des heures de l'année.

Les percentiles calculés dans le cadre de cette étude sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 46: Percentiles calculés pour les 3 situations étudiées

	NO ₂	SO ₂	PM ₁₀	Benzène	Acroléine
Percentiles 100 horaires	X	X			
Percentiles 100 journaliers		X		X	X
Percentiles 98 horaires	X				
Percentiles 99,8 horaires	X				
Percentiles 99,7 horaires		X			
Percentiles 99,2 journaliers		X			
Percentiles 90,4 journaliers			X		

Ces calculs ont été réalisés pour l'état initial 2005, les situations futures 2022 et 2042 avec et sans projet. Pour le NO₂, le SO₂ et les PM₁₀, les calculs réalisés avec la prise en compte de la pollution de fond mesurée à résolution horaire sur l'année 2005 par les stations du réseau Airaq sont également présentés.

Les tableaux ci-après synthétisent les concentrations moyennes annuelles et les percentiles réglementaires (avec et sans prise en compte de la pollution de fond) maximales simulés aux points spécifiques de la bande d'étude pour l'ensemble des polluants et pour les cinq situations considérées.

Toutes les valeurs (concentrations, percentiles et dépôts) simulées aux points spécifiques pour l'ensemble des polluants et pour les différentes situations sont présentées en annexe 16.

Les valeurs simulées pour le NO₂, le SO₂ et les poussières sont présentées avec et sans prise en compte de la pollution de fond. Pour rappel, la pollution de fond correspond aux mesures horaires de 2005 réalisées aux stations de mesures du réseau Airaq (station de Talence pour le NO, le NO₂, le SO₂ et les poussières et station de Léognan pour l'ozone).

Les simulations ont permis de mettre en évidence deux tendances entre les horizons 2005 et 2022 / 2042 (avec et sans projet) :

- une diminution ou stabilisation des concentrations moyennes annuelles en NO₂, poussières, benzène, acroléine, acétaldéhyde, 1,3 butadiène, formaldéhyde, plomb, arsenic et benzo(a)pyrène liée au renouvellement du parc automobile avec l'introduction progressive de véhicules plus propres en termes d'émission de polluants et à l'application de normes plus restrictives (NOx, particules, plomb) ;
- une augmentation des concentrations moyennes annuelles pour les autres polluants (SO₂, cadmium, chrome, nickel, baryum et mercure). L'amélioration des émissions des véhicules ne devrait pas être suffisante pour compenser l'augmentation des trafics prévue aux horizons 2022 et 2042.

Les concentrations moyennes annuelles simulées en NO₂ dans la bande d'étude pour les cinq situations étudiées sont présentées sur la figure 50.

Afin d'être plus réaliste, les résultats présentés en NO₂ tiennent compte de la pollution de fond horaire mesurée par les stations du réseau Airaq. On constate que les concentrations sont maximales sur les voies de circulation et en particulier sur la rocade et l'A63 (axes pour lesquels les trafics sont les plus importants). Les concentrations diminuent ensuite en fonction de la distance aux voies pour retomber assez rapidement à un niveau de fond. A noter que pour les polluants particuliers, le dépôt tend à diminuer plus rapidement les concentrations en fonction de la distance aux voies.

L'évolution des concentrations pour les horizons 2022 et 2042 avec projet (mise à 2X3 voies entre les échangeurs 4 et 10) et sans projet est étudiée dans le chapitre 7 « Impact du projet sur la qualité de l'air ».

	Concentrations moyennes annuelles rencontrées aux récepteurs les plus exposés									
	Etat initial		2022 « fil de l'eau »		2022 « 2x3 voies »		2042 « fil de l'eau »		2042 « 2x3 voies »	
	Sans pollution de fond	Avec pollution de fond	Sans pollution de fond	Avec pollution de fond	Sans pollution de fond	Avec pollution de fond	Sans pollution de fond	Avec pollution de fond	Sans pollution de fond	Avec pollution de fond
NO ₂ (µg/m ³)	29,6	42,8*	27,3	37,3*	25,2	39,5*	24,6	39,1*	26,5	40,5*
SO ₂ (µg/m ³)	0,3	2,3*	0,3	2,3*	0,4	2,43*	0,3	2,3*	0,4	2,4*
PM10 (µg/m ³)	3,0	27,4*	1,6	26,1*	2,1	26,5*	1,8	26,2*	2,1	26,6*
PM diesel (µg/m ³)	0,9	2,2*	0,2	1,5*	0,3	1,61*	0,2	1,5*	0,3	1,61*
PM2,5 (µg/m ³)	2,7	19,4*	1,1	17,8*	1,5	18,2*	1,3	18,0*	1,5	18,2*
Benzène (µg/m ³)	0,3	1,8*	0,02	1,5*	0,03	1,5*	0,02	1,5*	0,03	1,5*
Acroléine (µg/m ³)	0,1	<0,4**	0,02	<0,3**	0,03	<0,3**	0,02	<0,3**	0,03	<0,3**
Acétaldéhyde (µg/m ³)	0,1	1,0*	0,04	0,9*	0,05	0,95*	0,05	0,95*	0,05	0,95*
1,3-butadiène (µg/m ³)	0,1	<0,4**	0,01	<0,3**	0,02	<0,3**	0,01	<0,3**	0,02	<0,2**
Formaldéhyde (µg/m ³)	0,3	1,6*	0,1	1,4*	0,09	1,4*	0,09	1,4*	0,1	1,4*
Cr (µg/m ³)	0,4	2,7*	0,4	2,7*	0,5	2,8*	0,5	2,8*	0,5	2,8*
Cd (µg/m ³)	0,1	0,2*	0,1	0,2*	0,1	0,2*	0,1	0,2*	0,1	0,2*
Pb (µg/m ³)	0	8,6*	0	8,6*	0	8,6*	0	8,6*	0	8,6*
Ni (µg/m ³)	0,4	1,5*	0,4	1,5*	0,5	156*	0,4	1,5*	0,5	1,6*
Ba (µg/m ³)	0,5	7,1*	0,5	7,1*	0,7	7,3*	0,6	7,2*	0,7	7,3*
Hg (µg/m ³)	0,02	0,2*	0,02	0,2*	0,02	0,2*	0,02	0,2*	0,02	0,2*
As (µg/m ³)	0,1	0,98*	0,1	0,98*	0,1	0,98*	0,12	0,98*	0,12	0,98*
BaP (µg/m ³)	0,04	0,3*	0,03	0,3*	0,04	0,3*	0,03	0,3*	0,04	0,3*
Usure véhicules et voies										

* valeurs simulées intégrant la pollution atmosphérique de fond mesurée par le réseau de surveillance de la qualité de l'air Airaq

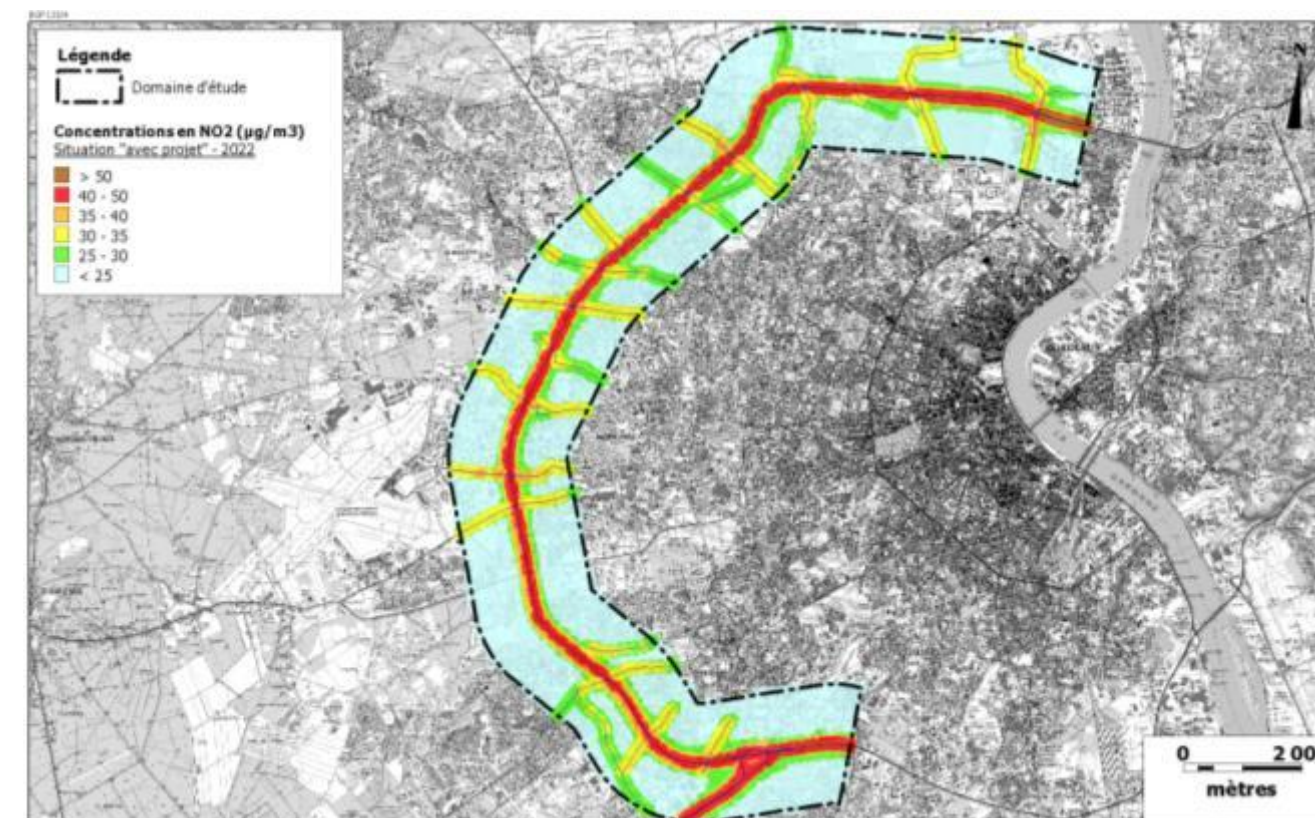
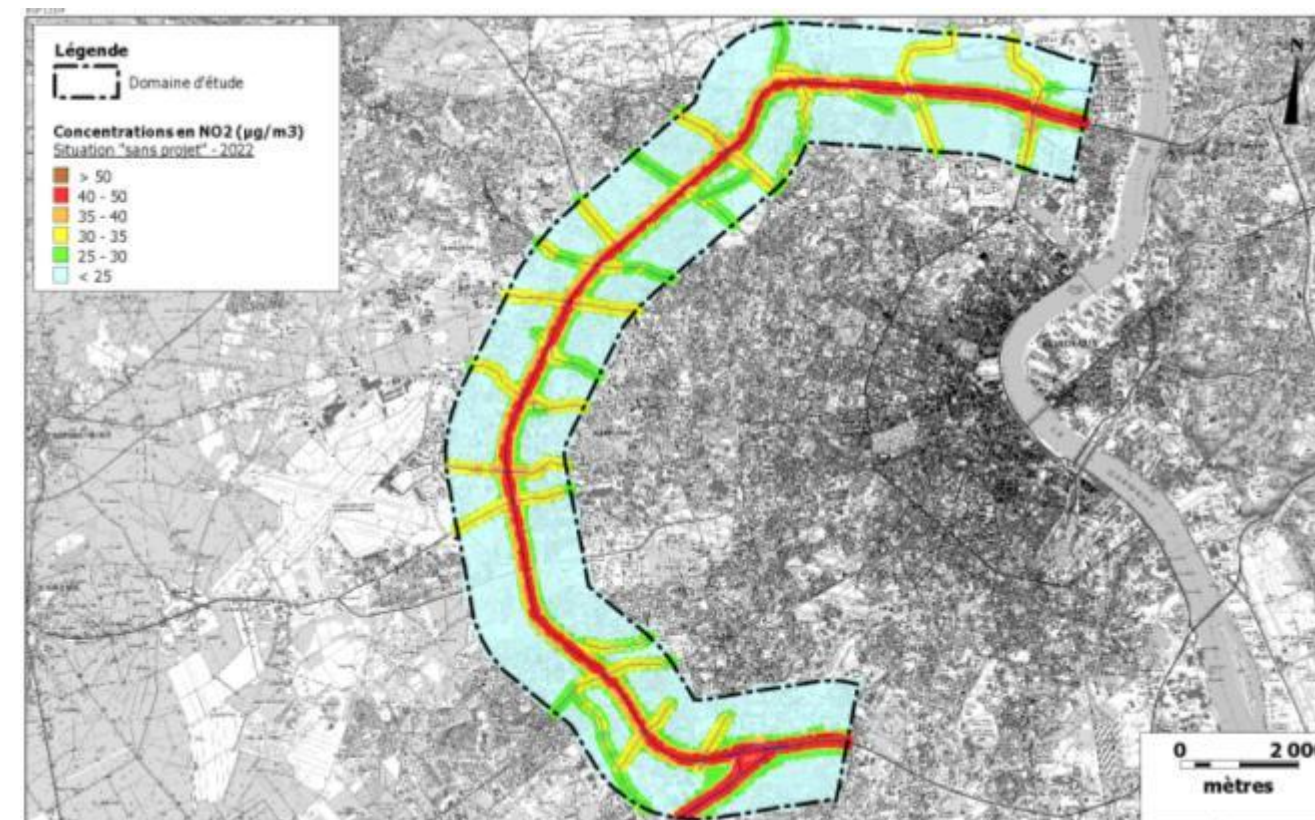
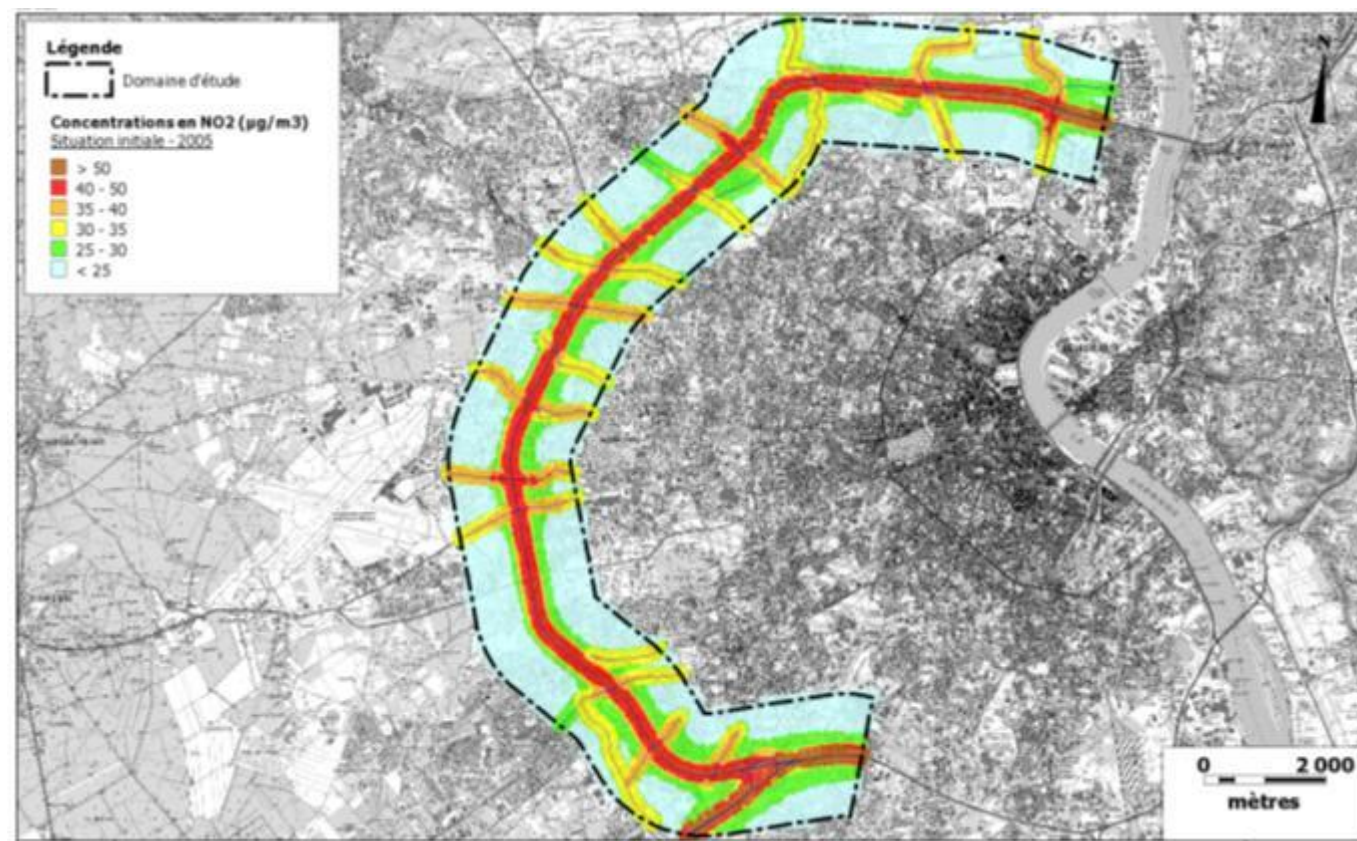
** concernant l'acroléine et le 1,3-butadiène, les limites de quantification ont été considérées puisque les concentrations bruit de fond sont inférieures à ces dernières

Tableau 47: Concentrations moyennes annuelles maximales simulées aux points spécifiques de la bande d'étude pour l'ensemble des polluants et pour les cinq situations considérées

Remarque : la concentration simulée en NO₂ bruit de fond + concentration liée aux axes routiers, ne correspond pas à la somme du bruit de fond seul et de la concentration liée aux axes routiers seuls, du fait de l'équilibre existant entre les concentrations de NO, NO₂ et ozone.

	Valeurs maximales simulées aux points spécifiques									
	Etat initial		2022 « fil de l'eau »		2022 avec projet		2042 « fil de l'eau »		2042 avec projet	
	Sans pollution de fond	Avec pollution de fond	Sans pollution de fond	Avec pollution de fond	Sans pollution de fond	Avec pollution de fond	Sans pollution de fond	Avec pollution de fond	Sans pollution de fond	Avec pollution de fond
Percentiles 100 horaires en SO ₂ (µg/m ³)	1,7	71*	2,0	71*	2,5	71*	2,2	71*	2,6	71*
Percentiles 99,7 horaires en SO ₂ (µg/m ³)	1,3	18*	1,2	18*	2,0	18*	1,7	18*	2,1	18*
Percentiles 100 journaliers en SO ₂ (µg/m ³)	0,8	12*	0,9	12*	1,2	12*	1,0	12*	1,2	12*
Percentiles 99,2 journaliers en SO ₂ (µg/m ³)	0,6	11*	0,7	11*	0,9	11*	0,8	11*	1,0	11*
Percentiles 100 horaires en NO ₂ (µg/m ³)	83	126*	76	118*	80	120*	79	119*	81	121*
Percentiles 99,8 horaires en NO ₂ (µg/m ³)	80	91*	76	89*	77	90*	75	90*	78	90*
Percentiles 98 horaires en NO ₂ (µg/m ³)	72	81*	62	79*	67	80*	66	79*	69	80*
Percentiles 100 journaliers en benzène (µg/m ³)	0,9		0,07		0,1		0,07		0,09	
Percentiles 100 journaliers en acroléine (µg/m ³)	0,2		0,07		0,09		0,08		0,09	
Percentiles 90,4 journaliers en PM10 (µg/m ³)	5,1	42*	2,8	40*	3,6	41*	3,1	40*	3,8	41*

Tableau 48: Valeurs maximales simulées aux points spécifiques de la bande d'étude pour l'ensemble des polluants et pour les cinq situations considérées



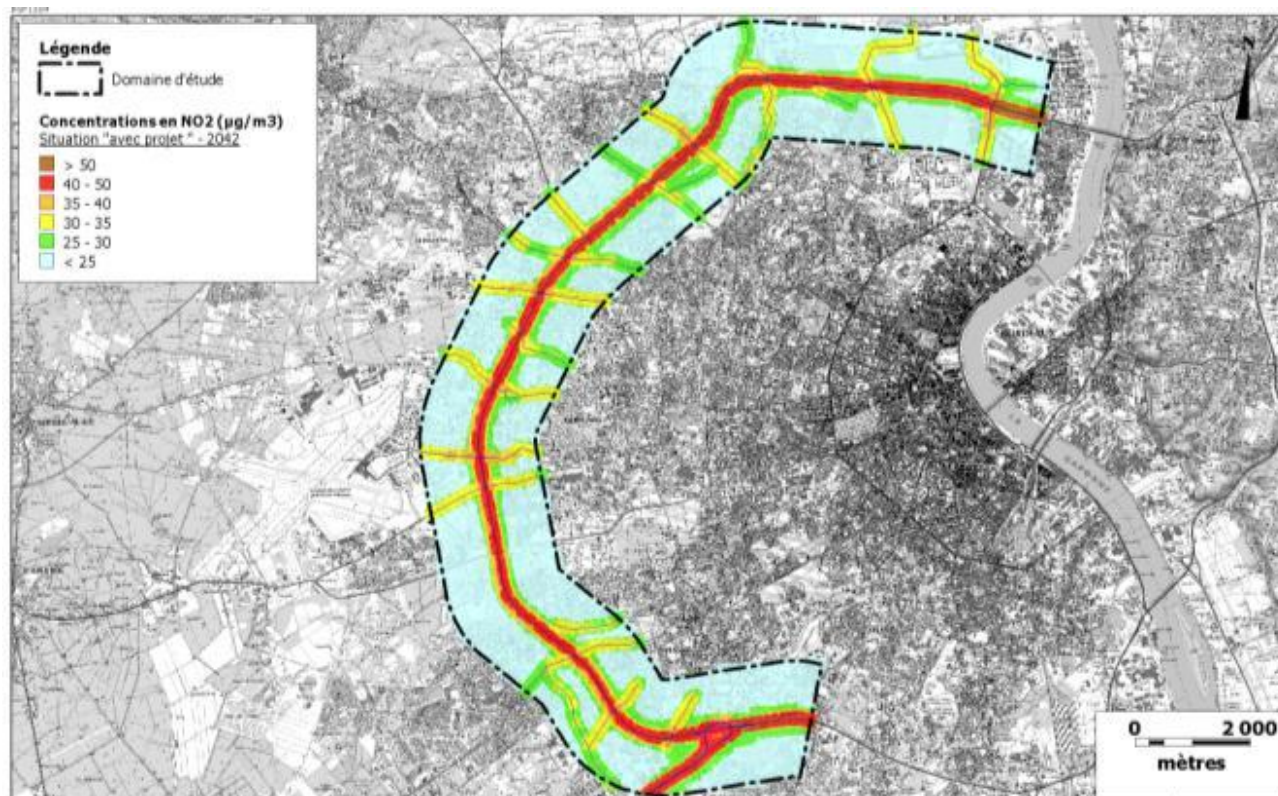
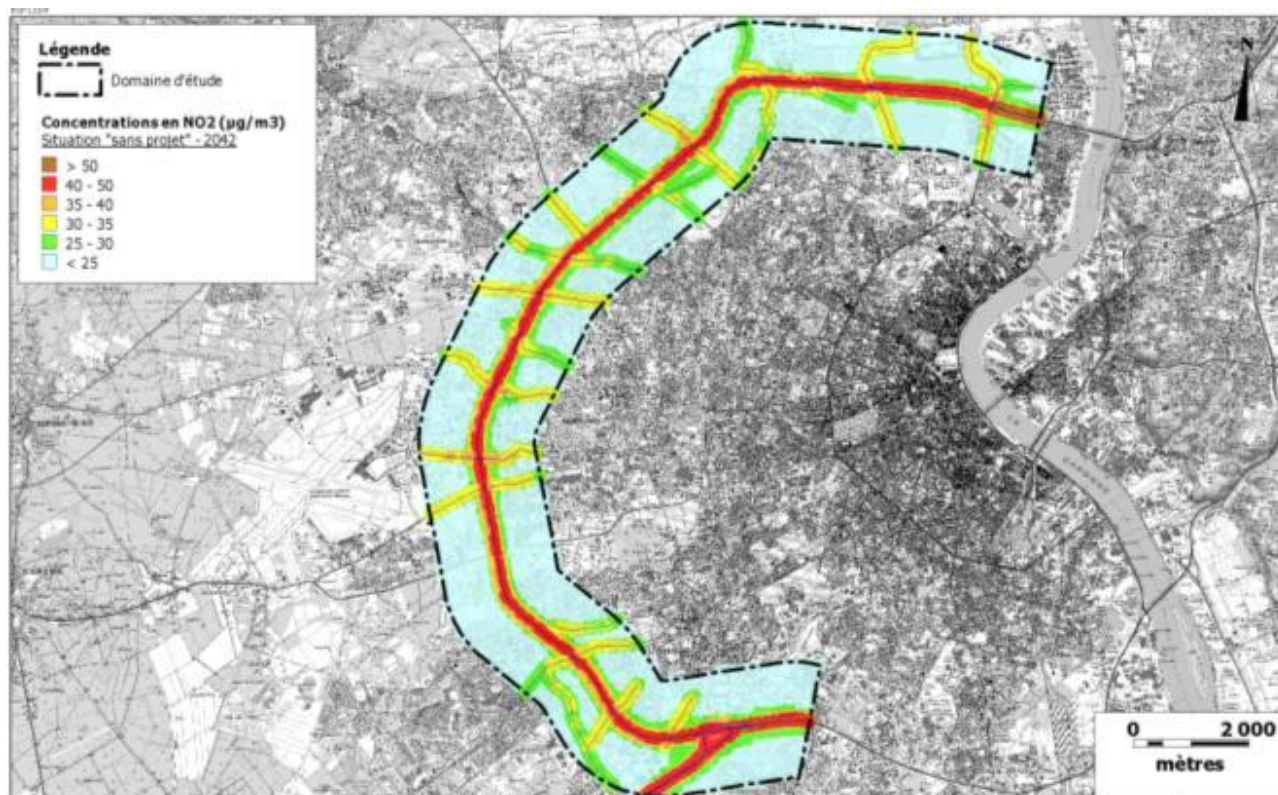


Figure 52: Comparaison des concentrations moyennes annuelles en NO₂ simulées pour les différentes situations étudiées (ces calculs intègrent la pollution de fond mesurées à la station de Talence par Airaq)

7. Impact du projet sur la qualité de l'air

7.1 Valeurs simulées aux récepteurs

Dans cette partie, les valeurs simulées aux récepteurs (chapitre 6) sont comparées aux valeurs réglementaires en vigueur. Pour cela, nous avons retenu pour chaque polluant étudié les concentrations maximales aux récepteurs (sites sensibles et riverains).

Ces valeurs ont été retenues pour chaque horizon étudié :

- état initial (2005) ;
- situation 2022 sans projet (« fil de l'eau ») ;
- situation 2022 avec projet (mise à 2x3 voies entre échangeurs 4 et 10) ;
- situation 2042 sans projet (« fil de l'eau ») ;
- situation 2042 avec projet.

Les contributions de la rocade et des principaux axes routiers sont présentées en moyenne annuelle et percentiles réglementaires. Pour le NO₂, le SO₂ et les particules, les concentrations intégrant la pollution de fond sont également présentées.

Concernant la pollution de fond, pour rappel, les données proviennent des mesures réalisées par le réseau de surveillance de la qualité de l'air Airaq à la station de Talence (station de type urbaine de fond) pour les NO_x, NO₂, SO₂ et PM₁₀ et à la station de Léognan pour l'ozone. Des données mesurées sur l'année 2005 ont été intégrées, à un pas de temps horaire, pour le calcul des concentrations en NO₂, SO₂ et poussières avec prise en compte de la pollution de fond.

7.1.1 Dioxyde d'azote

Les valeurs réglementaires pour le NO₂ sont :

- la valeur limite annuelle :
 - fixée en 2005 à 50 µg/m³ en moyenne annuelle ;
 - fixée actuellement à 40 µg/m³ en moyenne annuelle ;
- la valeur limite horaire :
 - fixée en 2005 à 250 µg/m³ pour les percentiles 99,8 horaires ;
 - fixée actuellement à 200 µg/m³ pour les percentiles 99,8 horaires ;
- La valeur limite horaire de 200 µg/m³ pour les percentiles 98 applicable jusqu'au 31/12/2009. Cette valeur n'est plus applicable depuis 2010 ;
- l'objectif de qualité en moyenne annuelle de 40 µg/m³.

Pour l'état initial, en tenant compte de la pollution de fond, les résultats de la modélisation montrent que les valeurs réglementaires de 50, 250 et 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en vigueur en 2005), respectivement en moyenne annuelle, percentiles 99,8 et 98 horaires, sont respectées au droit des récepteurs. L'objectif de qualité est quant à lui dépassé.

A l'échéance 2022, la modélisation indique qu'aucun dépassement des seuils réglementaires en NO_2 (40 et 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010 respectivement en moyenne annuelle et percentiles 99,8 horaires), ne sera observé aux points retenus dans la bande d'étude.

A l'échéance 2042, la modélisation indique qu'aucun dépassement des seuils horaires réglementaires en NO_2 (200 et 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010 respectivement en moyenne annuelle et percentiles 99,8 horaires), ne sera également observé aux points retenus dans la bande d'étude. Un dépassement de la valeur limite annuelle et de l'objectif de qualité (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est constaté à l'horizon 2042 avec projet avec une valeur de 40,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au point 130 situé à une trentaine de mètres de la rocade.

On rappellera toutefois que des valeurs plus élevées peuvent être atteintes sur les voies de circulation de la rocade et des principaux axes secondaires. Les concentrations moyennes annuelles en NO_2 calculées pour l'état initial peuvent par exemple dépasser 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les voies de la rocade.

La contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles est comprise entre 60 % et 69 % selon la situation étudiée. La mise en place du projet contribue à un dépassement de la valeur limite annuelle en 2042. Elle ne génère pas de dépassement des valeurs limites horaires.

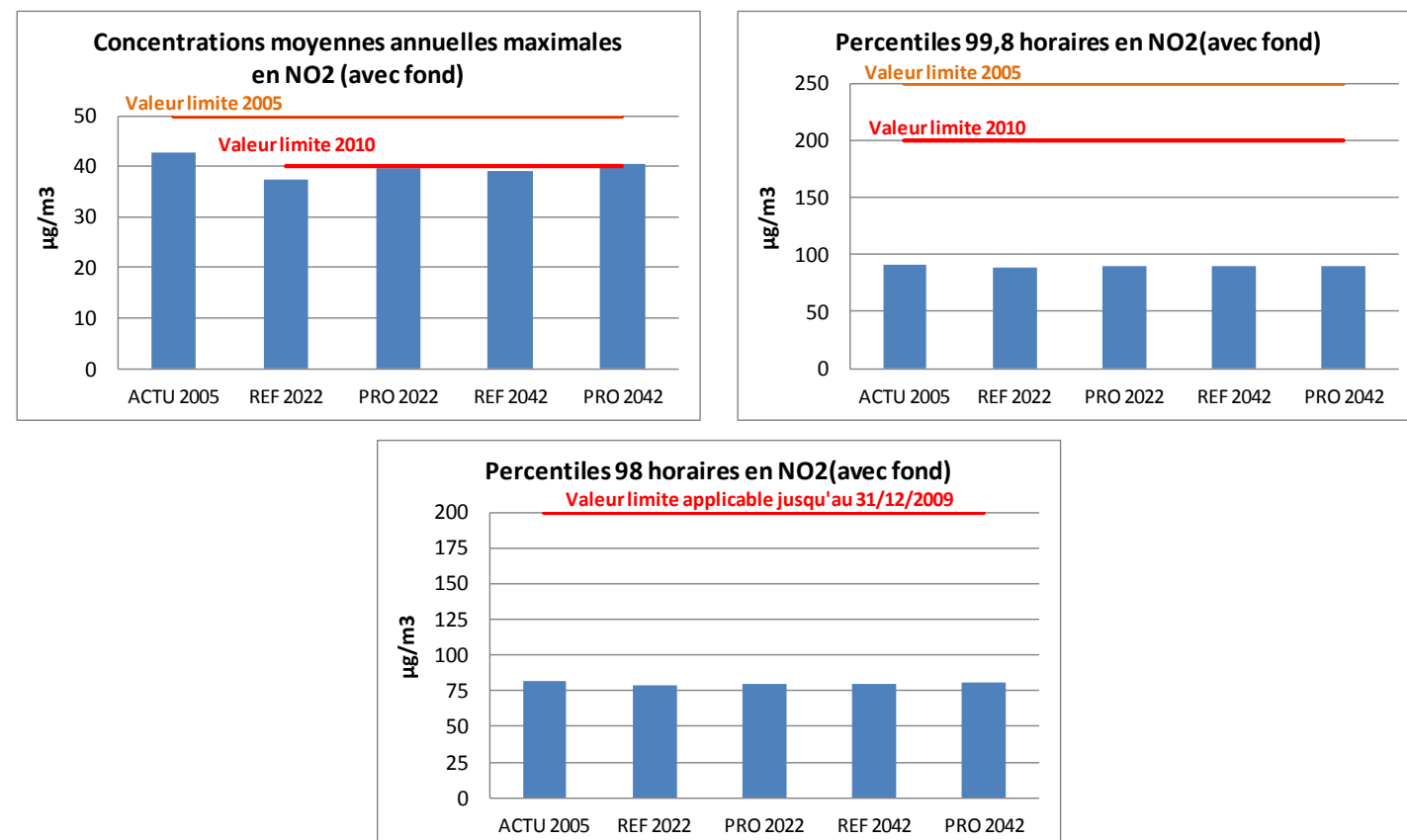


Figure 53: Comparaison des valeurs maximales en NO_2 simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)

7.1.2 Dioxyde de soufre

Les valeurs réglementaires pour le SO_2 sont de :

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle ;
- 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les percentiles 99,7 horaires ;
- 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les percentiles 99,2 journaliers.

Les concentrations simulées en SO_2 (avec ou sans prise en compte de la pollution de fond) sont très faibles par rapport aux valeurs réglementaires en vigueur. Il est à noter que le SO_2 est un traceur de la pollution industrielle et est très peu émis par le trafic automobile.

Aucun dépassement des seuils réglementaires en SO_2 ne devrait être observé dans la bande d'étude pour les cinq situations étudiées.

La contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles est comprise entre 11 % et 16 % selon la situation étudiée. La mise en place du projet ne génère pas de dépassement des valeurs limites ou objectif de qualité.

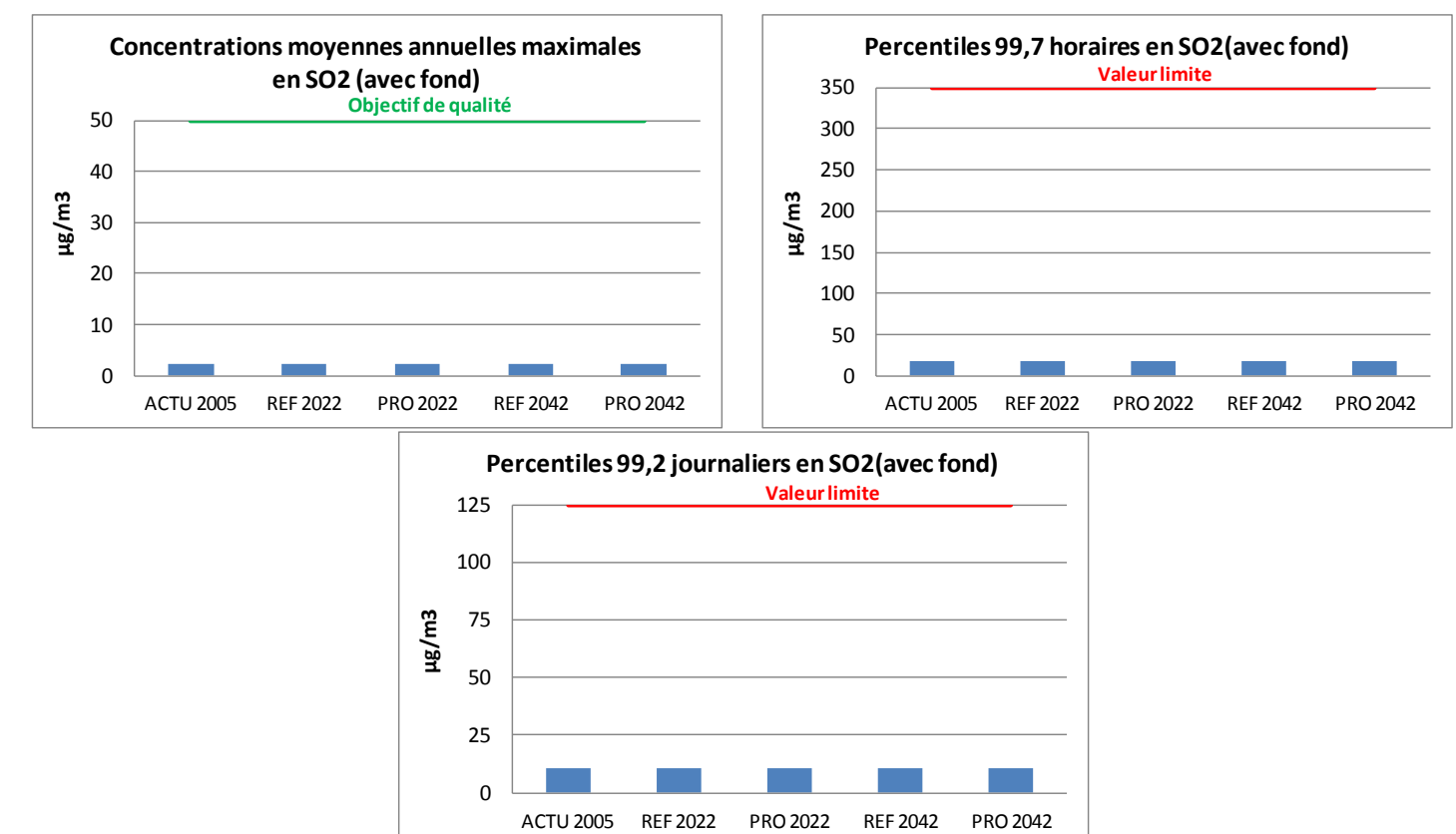


Figure 54: Comparaison des valeurs maximales en SO_2 simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)

7.1.3 Particules PM10

Les valeurs réglementaires pour les PM10 sont de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle (valeur limite), de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les percentiles 90,4 journaliers et de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle (objectif de qualité).

Le calcul indique que les seuils réglementaires en PM₁₀ en moyenne annuelle et percentiles 90,4 journaliers ne sont pas dépassés au niveau des points retenus de la bande d'étude pour les cinq situations étudiées.

La contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles est comprise entre 6 % et 11 % selon la situation étudiée. La mise en place du projet ne génère pas de dépassement des valeurs limites ou objectif de qualité.

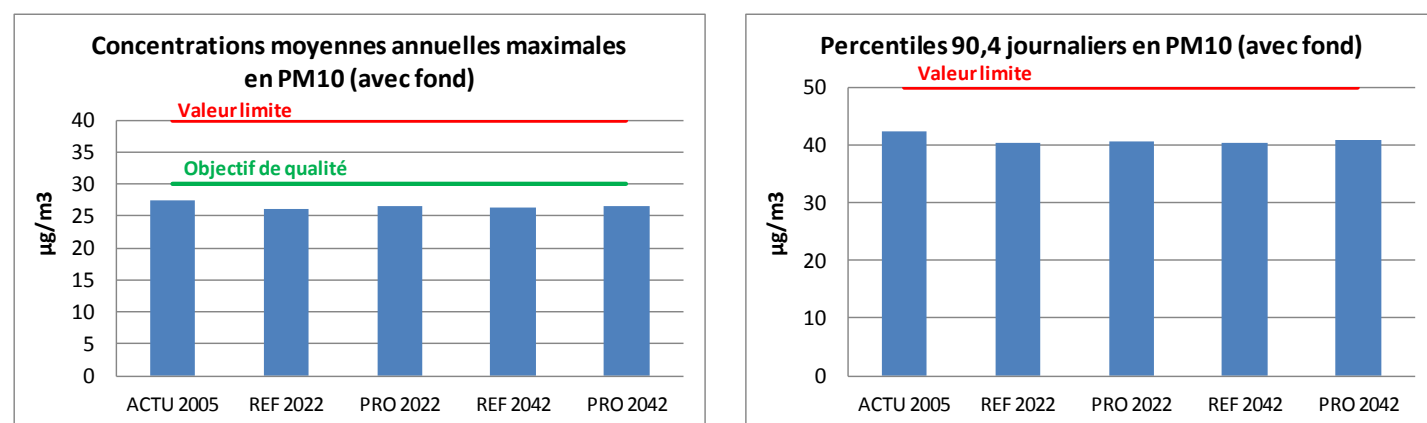


Figure 55: Comparaison des valeurs maximales en PM10 simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)

7.1.4 Benzène

Les valeurs réglementaires pour le benzène sont de 10 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, respectivement pour les échéances 2005 et 2010. L'objectif de qualité défini par le décret n° 2002-213 est de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les concentrations simulées en benzène (sans prise en compte de la pollution de fond) sont faibles par rapport aux valeurs réglementaires en vigueur.

Les concentrations simulées en benzène, en intégrant la pollution de fond, sont proches mais en dessous de la valeur réglementaire.

La contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles est comprise entre 2 % et 16 % selon la situation étudiée. La mise en place du projet ne génère pas de dépassement des valeurs limites ou objectif de qualité.

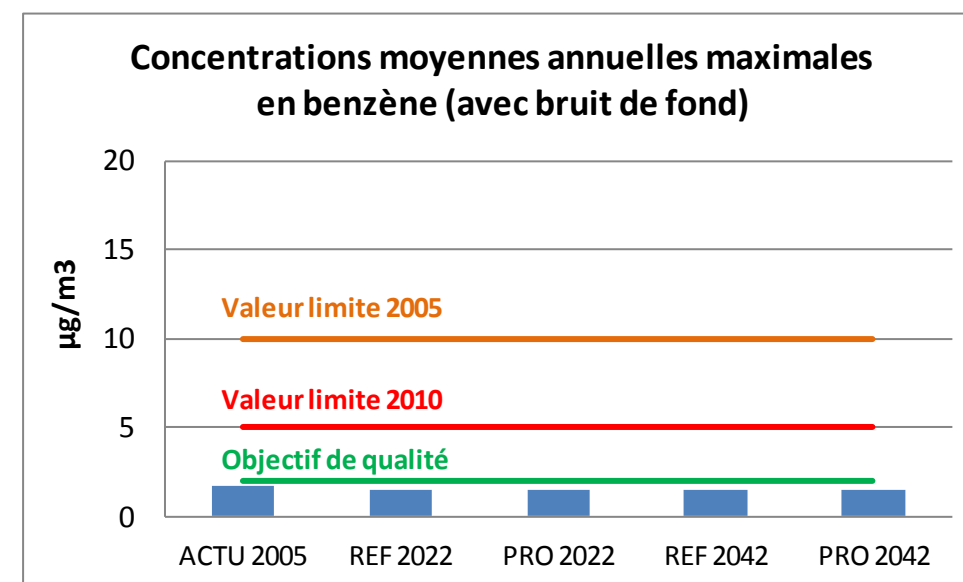


Figure 56: Comparaison des concentrations maximales en benzène simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)

7.1.5 Particules PM2,5

La valeur réglementaire pour les PM2,5 est de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, valeur limite à respecter en 2015. L'objectif de qualité et la valeur-cible définis par le décret n° 2010-1250 sont respectivement de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les concentrations simulées en PM2,5 (sans prise en compte de la pollution de fond) sont faibles par rapport aux valeurs réglementaires en vigueur.

Les concentrations prenant en compte la pollution de fond dépassent l'objectif de qualité. Les autres valeurs réglementaires sont respectées.

La contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles est comprise entre 6 % et 14 % selon la situation étudiée. La mise en place du projet ne génère pas de dépassement des valeurs limites ou de valeur cible. Quant à l'objectif de qualité, celui est déjà dépassé sans mise en place du projet.

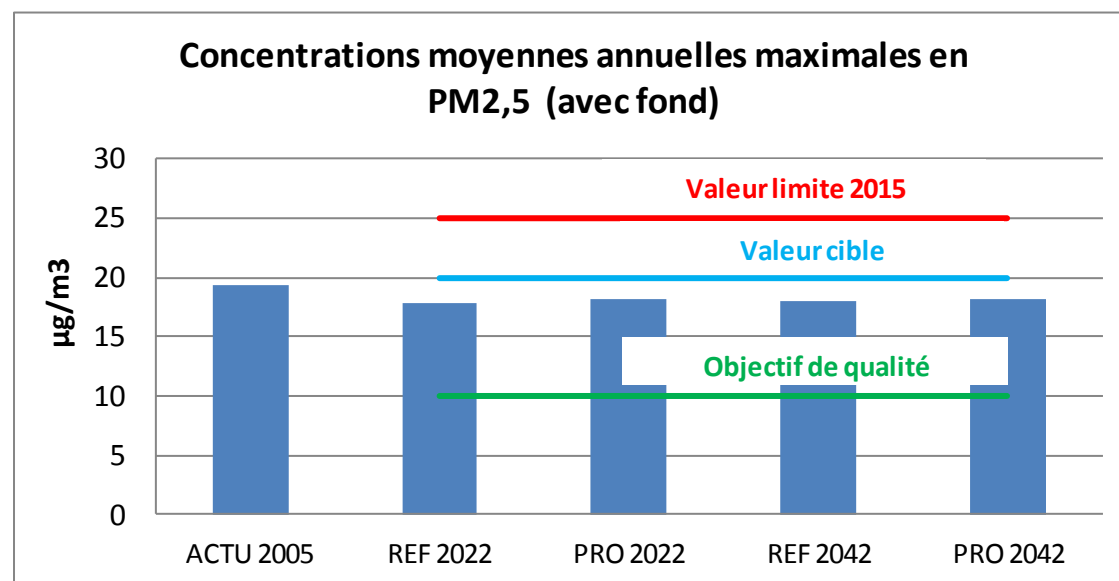


Figure 57: Comparaison des concentrations maximales en PM2,5 simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)

7.1.6 Plomb

Les valeurs réglementaires pour le plomb sont de 500 ng/m^3 en moyenne annuelle (valeur limite) et de 250 ng/m^3 en moyenne annuelle (objectif de qualité).

Les émissions dues au trafic en plomb étant nulles, les concentrations simulées (sans prise en compte de la pollution de fond) en plomb sont nulles.

Les concentrations liées à la pollution de fond respectent les valeurs réglementaires.

La contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles est nulle quelle que soit la situation étudiée. La mise en place du projet ne génère donc pas de dépassement des valeurs limites ou objectif de qualité.

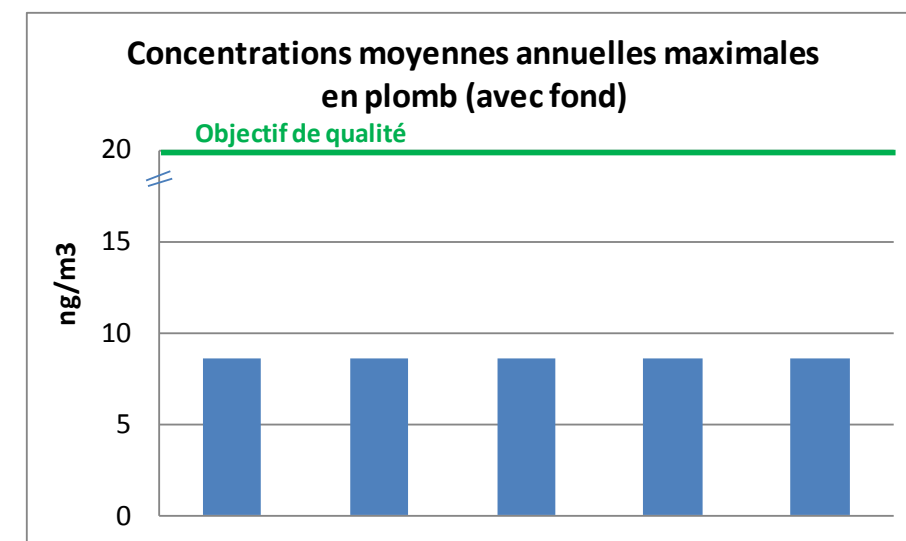


Figure 58: Comparaison des concentrations maximales en plomb simulées aux récepteurs aux valeurs réglementaires (avec fond)

7.1.7 Nickel

La valeur-cible pour le nickel est de 20 ng/m³ en moyenne annuelle à respecter si possible au 31 décembre 2012.

Les concentrations simulées en nickel (sans prise en compte de la pollution de fond) sont faibles par rapport à la valeur réglementaire en vigueur.

Les concentrations prenant en compte la pollution de fond respectent également la valeur réglementaire.

La contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles est comprise entre 27 % et 32 % selon la situation étudiée. La mise en place du projet ne génère pas de dépassement de la valeur cible.

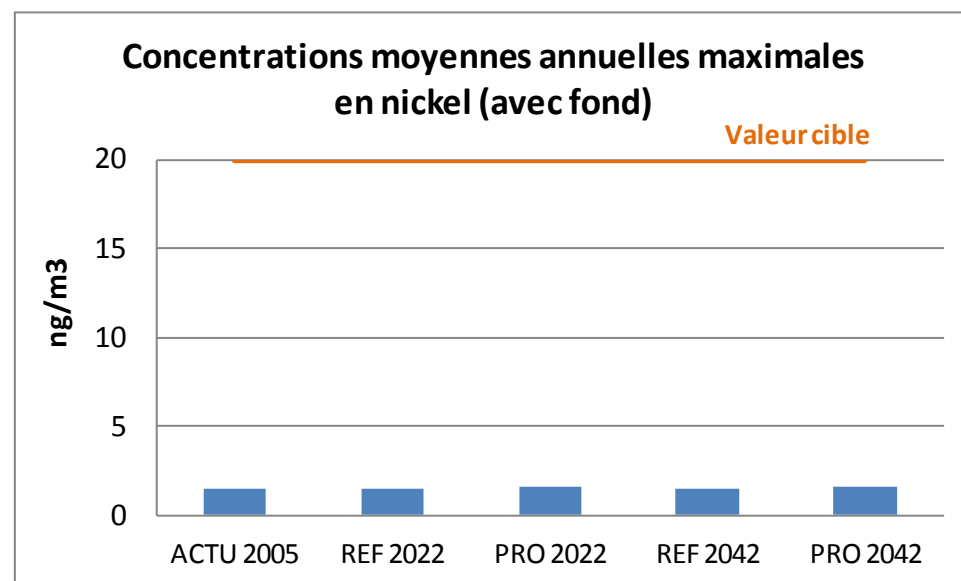


Figure 59: Comparaison des concentrations maximales en nickel simulées aux récepteurs à la valeur réglementaire

7.1.8 Cadmium

La valeur-cible pour le cadmium est de 5 ng/m³ en moyenne annuelle à respecter si possible au 31 décembre 2012.

Les concentrations simulées en cadmium (sans prise en compte de la pollution de fond) sont très faibles par rapport à la valeur réglementaire en vigueur.

Les concentrations prenant en compte la pollution de fond sont également inférieures à la valeur réglementaire.

La contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles est de 35% quelle que soit la situation étudiée. La mise en place du projet ne génère pas de dépassement de la valeur cible.

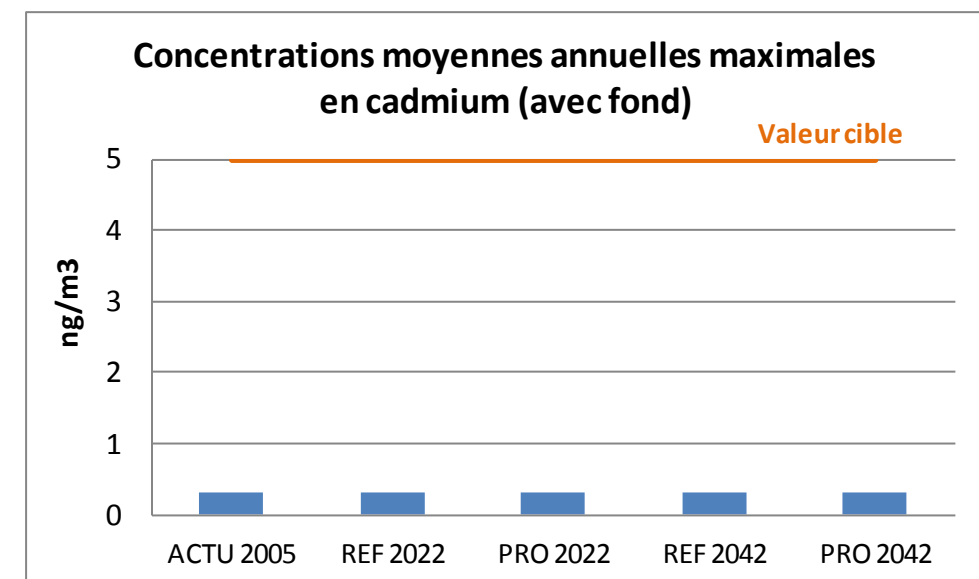


Figure 60: Comparaison des concentrations maximales en cadmium simulées aux récepteurs à la valeur réglementaire

7.1.9 Arsenic

La valeur-cible pour le cadmium est de 6 ng/m³ en moyenne annuelle à atteindre si possible au 31 décembre 2012.

Les concentrations simulées en arsenic (sans prise en compte de la pollution de fond) sont très faibles par rapport à la valeur réglementaire en vigueur.

Les concentrations prenant en compte la pollution de fond sont également inférieures à la valeur réglementaire.

La contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles est de 13% quelle que soit la situation étudiée. La mise en place du projet ne génère pas de dépassement de la valeur cible.

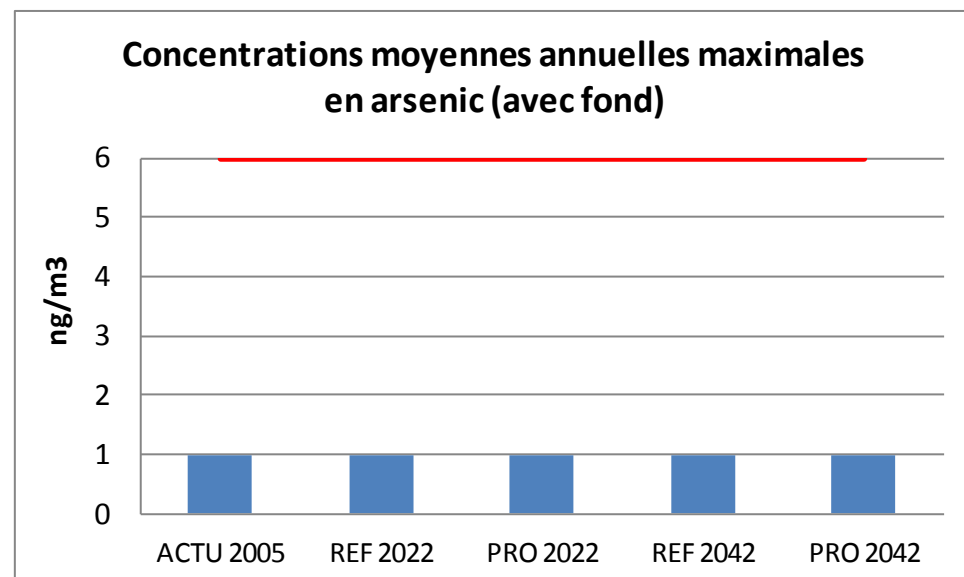


Figure 61: Comparaison des concentrations maximales en arsenic simulées aux récepteurs à la valeur réglementaire

7.1.10 Synthèse de l'impact du projet sur la qualité de l'air

Si l'on se projette en 2022 et 2042, les calculs de modélisation montrent que l'aménagement à 2x3 voies aura pour effet d'augmenter les concentrations à proximité des voies de la rocade et de certains axes routiers de la bande d'étude. Néanmoins, les concentrations liées aux émissions de la rocade et des axes secondaires associées au bruit de fond mesuré en 2005 ne dépassent pas les seuils réglementaires en vigueur (en ce qui concerne le SO₂, les particules PM₁₀, le benzène, le plomb, le nickel, le cadmium et l'arsenic).

La concentration en NO₂ liée à la pollution de fond et aux concentrations dues aux émissions de la rocade et des axes secondaires, génère un dépassement de la valeur réglementaire de 40 µg/m³ en NO₂ (valeur en vigueur en 2010), en moyenne annuelle sur les voies (ou à quelques mètres des voies) de la rocade et des principaux axes routiers de la bande d'étude en 2022 et 2042. Il est à noter que les calculs ont été réalisés en considérant, pour les échéances 2022 et 2042, la pollution de fond initiale. Cette pollution devant sensiblement diminuer dans les années à venir, les niveaux calculés sur le domaine d'étude devraient donc être inférieurs à ceux qui sont présentés.

L'objectif de qualité pour les PM_{2,5} est également dépassé pour tous les horizons (avec et sans projet).

Pour les autres polluants, les valeurs réglementaires sont respectées (arsenic, cadmium, nickel, benzène).

Toutefois, il est important de garder à l'esprit que les concentrations induites par la rocade en 2022 et 2042, avec et sans projet, seront moins importantes que celles auxquelles étaient soumises les populations en 2005.

7.2 Indice pollution – population (IPP)

L'Indice pollution - population ou IPP est un indicateur sanitaire simplifié basé sur les concentrations mais également sur la répartition spatiale de la population.

Cet outil est utilisé comme une aide à la comparaison de différentes situations et notamment en comparaison des situations « future sans projet » et « future avec projet ». Il n'est en aucun cas le reflet d'une exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique globale.

Conformément à la note méthodologique du CERTU de février 2005, le calcul de l'IPP est réalisé pour le benzène, polluant cancérigène classé prioritaire par le Plan national Santé - Environnement. Le benzène est considéré comme le polluant « traceur du risque » parmi les polluants d'origine automobile.

Dans le cadre de cette étude, l'IPP sera également calculé pour le NO₂ et les PM_{2,5}.

Pour rappel, le bruit de fond est constant entre les cinq situations étudiées. L'IPP permettant la comparaison entre l'état avec le projet routier et l'état de référence, ce dernier n'a pas été pris en compte dans son calcul.

7.2.1 Méthodologie

Pour calculer un IPP, on affecte à chaque maille du domaine d'étude la densité de population de l'IRIS dans laquelle la maille se situe. Le calcul de l'IPP est ensuite réalisé dans chacune des mailles, en croisant la quantité de population et la concentration modélisée pour le polluant considéré. Le résultat fournit un indicateur « d'exposition » de la population.

$$IPP_{\text{maille}} = Population \times Concentration$$

Les IPP par maille les plus forts correspondent donc :

- aux zones où la densité de population est la plus élevée ;
- ou aux zones où les concentrations calculées sont les plus élevées ;
- ou aux deux.

L'IPP cumulé est la somme des IPP des mailles composant le domaine d'étude.

7.2.2 Données d'entrée

7.2.2.1 Concentrations modélisées

Les concentrations environnementales en benzène, NO₂ et PM_{2,5} utilisées dans le calcul de l'IPP sont les concentrations obtenues par la modélisation présentée précédemment.

7.2.2.2 Population

Les données de répartition de la population sur la zone d'étude ont été acquises auprès de l'INSEE (données de population issues du recensement de la population de 2007). L'estimation de la population de l'état initial 2005 avait été réalisée à partir des recensements de 1999 et 2007 et de l'évolution de la population sur ces huit années.

On dénombre 61 IRIS ou parties d'IRIS dans la bande d'étude du programme (mise à 2x3 voies entre les échangeurs 4 et 15).

Pour mémoire, lorsque la répartition de la population est hétérogène au sein d'un IRIS, la population a été réaffectée aux seules zones habitées. La répartition de la population en 2005 est présentée sur la figure page suivante.

Les facteurs d'évolution de la population sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 49 : Evolution de la population entre 2005 et 2022 / 2042

% d'évolution 2005 - 2022	% d'évolution 2005 - 2042
+15,7%	+34,4%

Source : INSEE – projection de population – départements d'Aquitaine – 2010

7.2.2.3 Les IPP du domaine d'étude

Les IPP cumulés sur le domaine d'étude, obtenus selon la définition du §7.2.1 ci-dessus, fournissent une indication de l'impact sanitaire global mais permettent surtout de percevoir l'évolution de la situation attendue entre l'état initial (ici : 2005) et les situations à terme (ici : 2022 et 2042).

Tableau 50: IPP cumulé du benzène, du dioxyde d'azote et des particules PM_{2,5}

	IPP cumulé benzène	IPP cumulé NO ₂	IPP cumulé PM _{2,5}
État initial - 2005	5 884	518 100	42 338
Situation future sans projet - 2022	455	425 445	20 822
Situation future sans projet - 2042	502	516 664	25 066
Variation au fil de l'eau - 2022	- 92 %	- 18 %	- 51 %
Variation au fil de l'eau - 2042	- 91 %	- 0,3 %	- 41 %
Situation future avec projet - 2022	494	444 371	22 326
Situation future avec projet - 2042	541	535 482	26 632
Impact du projet - 2022	+ 8 %	+ 4 %	+ 7 %
Impact du projet - 2042	+ 8 %	+ 4 %	+ 6 %

Benzène :

Entre 2005 et 2022 (différence entre la situation « future sans projet » et l'état initial) comme entre 2005 et 2042 (différence entre la situation « future sans projet » et l'état initial), l'IPP cumulé diminue à moins de 10 % de sa valeur initiale du fait de la diminution dans les mêmes proportions des concentrations en benzène. En effet, ce polluant est caractéristique des véhicules essences pour lesquels l'évolution du parc roulant est accompagnée d'amélioration technologique.

Le guide du CERTU indique que lorsque les différences d'IPP cumulés restent inférieures à 20 % voire 30 %, les bilans d'exposition peuvent être considérés comme équivalents. Ainsi, entre 2005 et 2022 / 2042, la situation sanitaire globale sur la zone d'étude s'améliore significativement vis-à-vis de la pollution en benzène.

Le projet de mise à 2x3 voies entre les échangeurs 4 et 10 engendre, quant à lui, une augmentation de l'IPP cumulé de l'ordre de 8 % tant à l'horizon 2022 qu'à l'horizon 2042. Les bilans d'exposition en situations « future sans projet » et « future avec projet » peuvent donc être considérés comme équivalents. En conséquence, les impacts sanitaires du projet sont à considérer comme non significatifs.

NO₂ :

Entre 2005 et 2022 (différence entre la situation « future sans projet » et l'état initial), l'IPP cumulé diminue de l'ordre d'un sixième du fait de la diminution des concentrations en NO₂.

Entre 2005 et 2042 (différence entre la situation « future sans projet » et l'état initial), l'IPP cumulé est stable.

Ainsi, entre 2005 et 2022, la situation sanitaire globale sur la zone d'étude tendrait à s'améliorer vis-à-vis de la pollution en NO₂ tandis qu'entre 2005 et 2042, elle est équivalente vis-à-vis de cette pollution.

Le projet engendre, quant à lui, une augmentation de l'IPP cumulé très faible tant à l'horizon 2022 qu'à l'horizon 2042. Les bilans d'exposition en situations « future sans projet » et « future avec projet » peuvent donc être considérés comme équivalents. En conséquence, les impacts sanitaires du projet sont à considérer comme non significatifs.

PM_{2,5} :

Entre 2005 et 2022 (différence entre la situation « future sans projet » et l'état initial), l'IPP cumulé diminue de moitié du fait de la diminution des concentrations en benzène.

Entre 2005 et à 2042 (différence entre la situation « future sans projet » et l'état initial), l'IPP cumulé diminue de l'ordre de 40 % du fait de la diminution des concentrations en benzène.

Ainsi, entre 2005 et 2022 / 2042, la situation sanitaire globale sur la zone d'étude tend à s'améliorer vis-à-vis de la pollution en PM_{2,5}.

Le projet engendre, quant à lui, une augmentation de l'IPP cumulé inférieure à 10 % tant à l'horizon 2022 qu'à l'horizon 2042. Les bilans d'exposition en situations « future sans projet » et « future avec projet » peuvent donc être considérés comme équivalents. En conséquence, les impacts sanitaires du projet sont considérés comme non significatifs.

Les impacts sanitaires globaux observés sont la conséquence des variations locales des IPP. Les cartes ci-après (figures 60 à 63) présentent les résultats du calcul de l'IPP du benzène par maille sur l'ensemble du domaine d'étude pour les cinq situations étudiées ainsi que la carte des impacts du projet pour le benzène, le dioxyde d'azote et les PM_{2,5}.

On observe notamment une augmentation des IPP autour des échangeurs, conséquence de la densification urbaine à proximité.

En conclusion, les impacts sanitaires globaux du projet (aménagement de la rocade) aux horizons 2022 et 2042 sont considérés comme non significatifs. Cependant, on observe des variations locales différenciées sur l'ensemble du domaine d'étude.

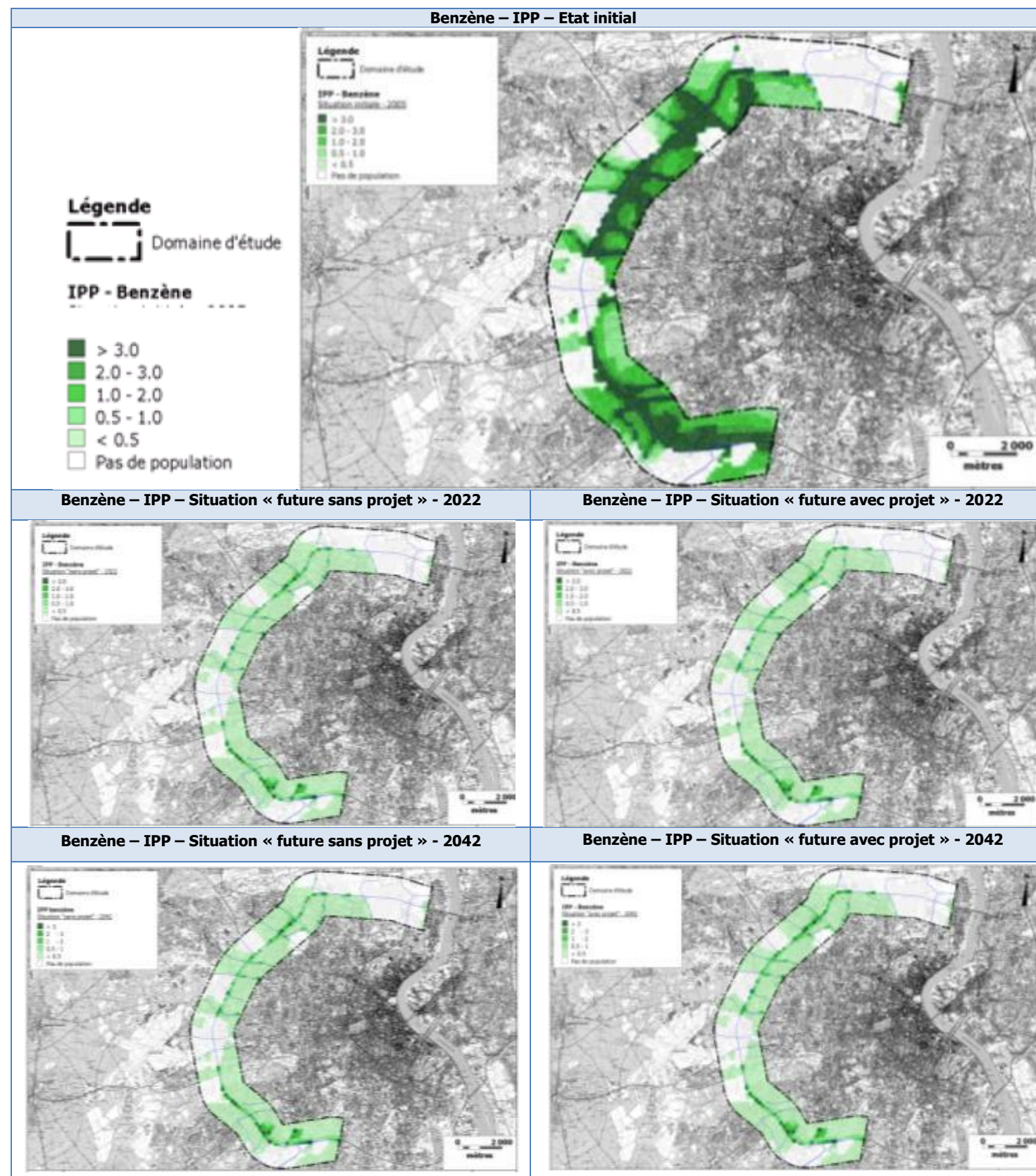


Figure 62 : IPP du benzène

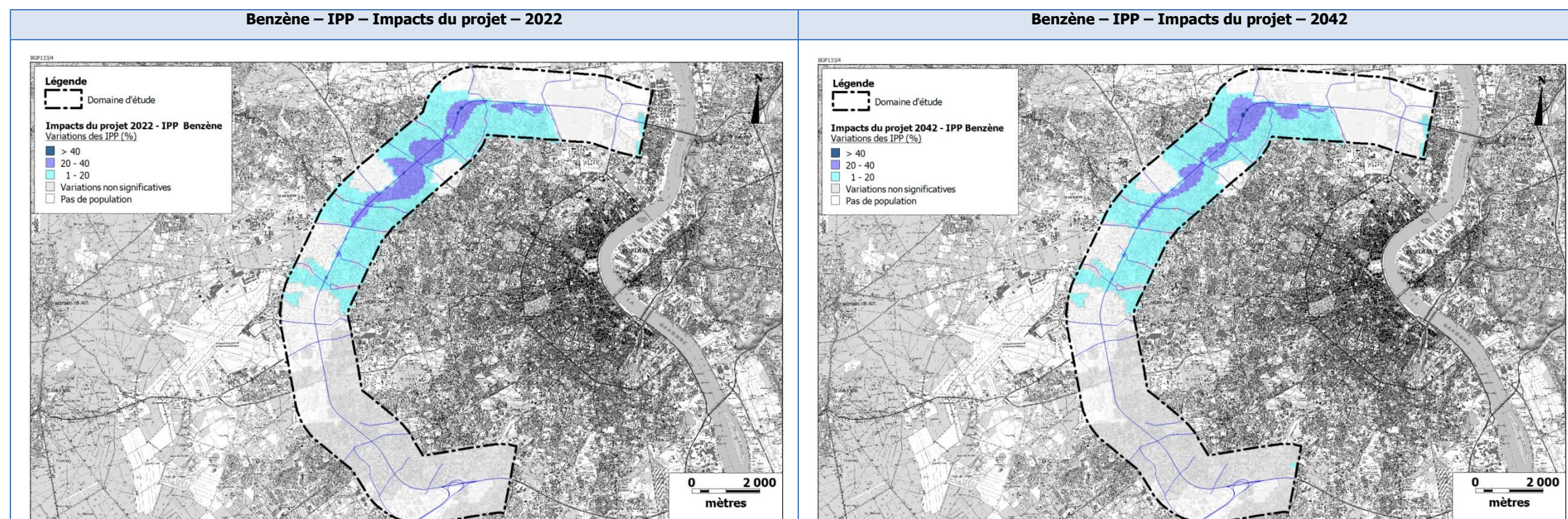


Figure 63: IPP – Impacts du projet – Benzène

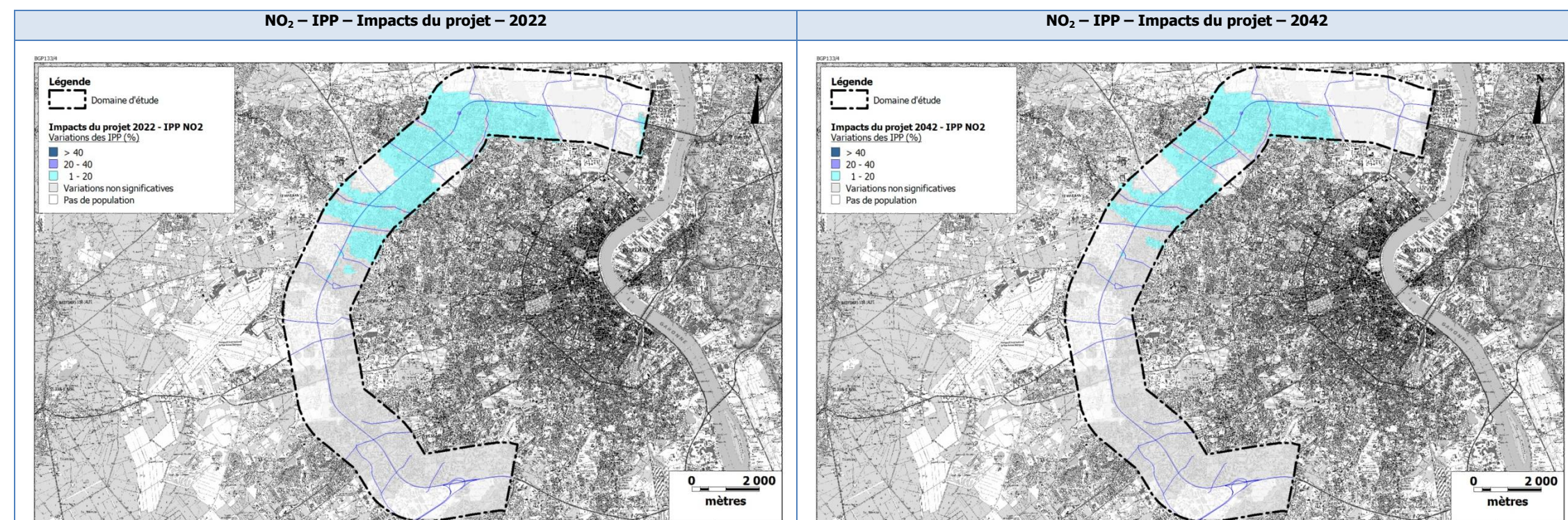


Figure 64: IPP – Impacts du projet – NO₂

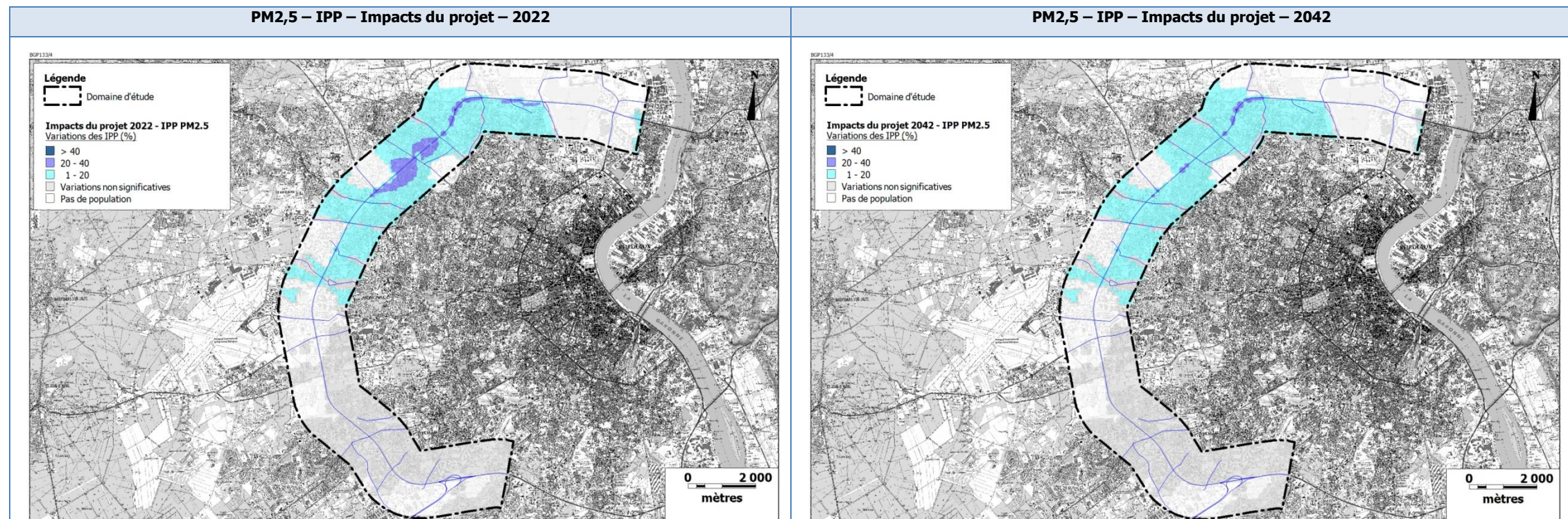


Figure 65: IPP – Impacts du projet – PM2,5

8. Évaluation des risques sanitaires liés aux polluants émis par le projet

L'objectif de l'évaluation des risques sanitaires (ERS) est de quantifier les risques liés aux émissions des véhicules circulant sur les axes routiers objets de cette étude selon la méthodologie définie dans :

- la note méthodologique du CERTU, de février 2005 ;
- le guide de l'INERIS, de décembre 2003 ;
- le guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impacts de l'InVS, de février 2000.

Une première évaluation des risques sanitaires a été réalisée dans le cadre de la 1^{re} phase du programme de mise à 2x3 voies de la rocade ouest A630 (section des échangeurs 10 à 15) par Cap Environnement en 2007.

L'étude de Cap Environnement ayant identifié des risques de dépassement de seuils toxicologiques en situation initiale, pour certains polluants, une étude supplémentaire, dite « d'évaluation des risques sanitaires de 2^e approche », a été menée par BioMonitor en 2010 sur les polluants à enjeux, avec une métrologie spécifique.

Le présent chapitre présente l'évaluation des risques sanitaires de la 2^e phase du programme de mise à 2x3 voies de la rocade ouest A630 (section des échangeurs 4 à 10), évaluation qui incorpore les éléments de l'étude complémentaire BioMonitor.

8.1 Conceptualisation de l'exposition

Un risque est défini par :

- une source de contamination,
- un vecteur de transfert (transmission) de la contamination,
- un milieu d'exposition,
- une cible.

Si l'un de ces éléments n'existe pas, alors aucun risque n'est caractérisable.

8.1.1 Sources et vecteurs de transfert

Les sources de contamination sont les émissions des véhicules circulant sur les axes routiers de l'étude pour les cinq situations étudiées. Les vecteurs de transferts associés sont la dispersion atmosphérique, le dépôt au sol et le passage dans les végétaux des composés particuliers.

8.1.2 Voies d'exposition

Dans le cadre de cette étude, seront considérés :

- Exposition par inhalation
 - Pour les polluants atmosphériques restant à l'état gazeux, les effets pertinents correspondent à des expositions par voie respiratoire ; seule cette voie est prise en compte.
 - Pour les polluants atmosphériques particulaires, l'exposition par inhalation est considérée lorsque les particules sont « inhalables », c'est-à-dire lorsque le diamètre des polluants particulaires est inférieur à 10 µm.
- Exposition par ingestion

Compte tenu de l'environnement (présence potentielle de jardins potagers et de zones de cultures), l'exposition par ingestion est considérée dans le cadre d'émissions atmosphériques de substances particulières à travers :

- l'ingestion de sol contaminé par les retombées atmosphériques des émissions du projet routier : ingestion directe ;
- l'ingestion de végétaux potentiellement contaminés par transfert de la pollution du sol : ingestion indirecte.

Conformément aux préconisations du CERTU, les 16 polluants traceurs de risques ont été étudiés, à savoir : acroléine, benzène, particules diesel, PM10 et PM2,5, formaldéhyde, acétaldéhyde, 1,3-butadiène, benzo(a)pyrène, NO2, SO2, arsenic, baryum, cadmium, chrome III, chrome VI, nickel, mercure et plomb..

8.1.3 Enjeux

L'évaluation porte sur les risques pour les populations :

- exposées de façon chronique aux émissions engendrées par le trafic automobile ;
- exposées de façon aiguë aux émissions engendrées par le trafic automobile.

Exposition chronique

Un risque chronique correspond à la survenue de troubles liés à une exposition prolongée (supérieure à 7 ans pour l'US-EPA, supérieure à 1 an pour l'ATSDR) à de faibles doses. Les troubles surviennent en général avec un temps de latence qui peut atteindre plusieurs mois, voire même des décennies, et ils sont habituellement irréversibles en l'absence de traitement. On se réfère pour les expositions chroniques à des concentrations en valeurs moyennes annuelles.

Au regard des populations identifiées sur le domaine d'étude, les cibles potentielles sont les suivantes :

- les riverains ;
- les populations dites « sensibles » :
 - les écoliers ;
 - les enfants fréquentant les crèches ;
 - les usagers des cliniques et centres hospitaliers ;
 - les usagers des terrains de sport et complexes sportifs.

Toutefois, les riverains peuvent être considérés comme les populations les plus impactées. En effet, leur temps d'exposition est plus élevé que celui des personnes fréquentant les établissements sensibles et ils peuvent être installés à proximité immédiate des routes.

Des riverains étant présents à proximité immédiate de chaque établissement sensible, en premier niveau d'approche, nous étudierons un seul scénario d'exposition, appelé « scénario majorant » ; ce scénario est bâti en considérant :

- une exposition permanente par inhalation et par ingestion (sol et végétaux) à des concentrations moyennes, 24 heures par jour et 365 jours par an ;
- une population cible, constituée potentiellement d'adultes et d'enfants :
 - des enfants résidant dans les logements ; l'âge des enfants résidant à proximité du site est supposé être compris entre 0 et 6 ans [nota : la présence de ces enfants 24 heures par jour et 365 jours par an à leur domicile est très majorante pour l'exposition] ; le temps d'exposition des enfants est pris égal à 6 ans ;
 - des adultes résidant dans les logements [la présence 24 heures par jour et 365 jours par an au domicile est encore majorante] ; la durée d'exposition est prise égale à 30 ans, ce qui correspond au 90^e percentile de la distribution des durées de résidence en France d'après les abonnements à EDF ; cette durée est préconisée par l'INERIS et l'OPERSEI (Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques des études d'impact).

Ces hypothèses de travail sont discutées dans le chapitre traitant des incertitudes.

Un second scénario, appelé « scénario réaliste » a également été considéré dans le chapitre traitant des incertitudes. Ce second scénario considère, à la fois pour les enfants et les adultes, un temps d'exposition de 5 796 heures par an, soit une personne qui quitte 45 heures par semaine la zone d'étude et qui est absente 26 jours par an du domicile lors des congés.

Il convient de préciser qu'en l'absence d'information pertinente sur le transfert des polluants de l'air extérieur vers l'air intérieur [domicile où les populations citadines passent une grande partie de leur temps], il a été considéré que les concentrations dans l'air intérieur et l'air extérieur sont équivalentes. En conséquence, le temps passé à l'intérieur des habitations n'est pas distingué du temps passé à l'extérieur.

Exposition aiguë

Un risque aigu correspond à la survenue de troubles liés à une exposition de très courte durée mais à forte dose.

Au regard des populations identifiées, les cibles potentielles sont les personnes circulant dans la bande d'étude.

Pour ces cibles, nous étudierons un seul scénario d'exposition en considérant :

- une exposition ponctuelle par inhalation à des pics de concentrations, 1 heure par jour et 365 jours par an [nota : la voie d'exposition par ingestion faisant intervenir des phénomènes de transfert relativement longs, elle n'est pas considérée dans l'exposition aiguë] ;
- une population cible, constituée potentiellement d'adultes et d'enfants.

Ces hypothèses de travail sont discutées dans le chapitre traitant des incertitudes.

8.1.4 Synthèse du schéma conceptuel

Le schéma ci-dessous rappelle de façon synthétique, la vision conceptuelle de l'exposition adaptée à la problématique du projet.

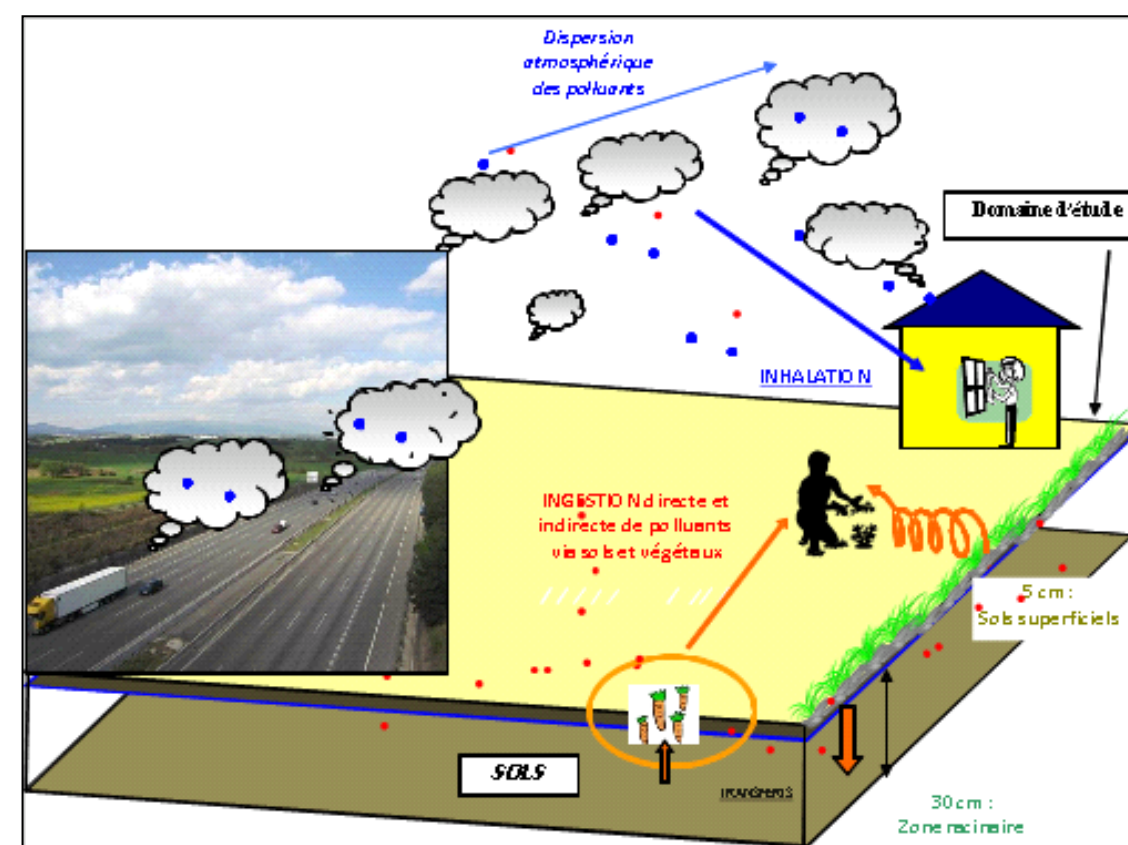


Figure 66: Schéma conceptuel

8.2 Identification des dangers

En termes sanitaires, un danger désigne tout 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 dont il est tenu compte dans cette étude, les effets toxiques ont été collectés, et notamment les effets cancérogènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (altération du patrimoine génétique) et les effets sur la reproduction (reprotoxicité).

En ce qui concerne le potentiel cancérogène d'une substance, différents organismes internationaux (l'OMS, l'Union européenne et l'US-EPA) distinguent différentes catégories ou classes. Celles-ci sont présentées dans le tableau suivant. Seule la classification de l'Union européenne (UE) a un caractère réglementaire. C'est également la seule qui classe les substances chimiques quant à leur caractère mutagène et reprotoxique.

Classification en termes de cancérogénicité

UE	US-EPA	CIRC ²
Carc.1 : Substance que l'on sait être cancérogène pour l'homme. (R45 ou R49)	A : Preuves suffisantes chez l'homme	1 : Agent ou mélange cancérogène pour l'homme
Carc.2 : Substance devant être assimilée à des substances cancérogènes pour l'homme. (R45 ou R49)	B1 : Preuves limitées chez l'homme B2 : Preuves non adéquates chez l'homme et preuves suffisantes chez l'animal	2A : Agent ou mélange probablement cancérogène pour l'homme
Carc.3 : Substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles (R40)	C : Preuves inadéquates chez l'homme et preuves limitées chez l'animal	2B : Agent ou mélange peut-être cancérogène pour l'homme
Substance non classée en matière de cancérogénicité	D : Preuves insuffisantes chez l'homme et l'animal E : Indications d'absence de cancérogénicité chez l'homme et chez l'animal	3 : Agent ou mélange inclassables quant à sa cancérogénicité pour l'homme 4 : Agent ou mélange probablement non cancérogène chez l'homme

Classification en termes de mutagénicité

UE
Muta.1 Substances que l'on sait être mutagènes pour l'homme. L'introduction de la substance dans la catégorie 1 repose sur des études épidémiologiques qui établissent l'existence d'une relation de cause à effet entre l'exposition de l'homme à de telles substances et les défauts génétiques héréditaires. (R46 : peut causer des altérations génétiques héréditaires)
Muta.2 Substances devant être assimilées à des substances mutagènes pour l'homme. On dispose de suffisamment d'éléments pour justifier une forte présomption que l'exposition de l'homme à de telles substances peut entraîner des défauts génétiques héréditaires. Cette présomption est en général fondée sur les études appropriées sur l'animal ou d'autres informations appropriées. (R46 : peut causer des altérations génétiques héréditaires)
Muta.3 Substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets mutagènes possibles . Des études appropriées de mutagenèse ont fourni des éléments, mais ils sont insuffisants pour classer ces substances dans la deuxième catégorie. (R68 : possibilité d'effets irréversibles)

Classification en termes d'effets reprotoxiques

La toxicité pour la reproduction comprend l'altération des fonctions ou de la capacité de reproduction chez l'homme ou la femme et l'induction d'effets néfastes non héréditaires sur la descendance.

Les effets sur la fertilité masculine ou féminine recouvrent les effets néfastes sur :

- la libido ;
- le comportement sexuel ;
- les différents aspects de la spermatogenèse ou de l'ovogenèse ;
- l'activité hormonale ou la réponse physiologique qui perturberaient la fécondation ;
- la fécondation elle-même ou le développement de l'ovule fécondé.

La toxicité pour le développement est considérée dans son sens le plus large, perturbant le développement normal aussi bien avant qu'après la naissance.

Les produits chimiques les plus préoccupants sont ceux qui sont toxiques pour la reproduction à des niveaux d'exposition qui ne donnent pas d'autres signes de toxicité.

UE
Repro.1 Substances altérant la fertilité ou causant des effets toxiques sur le développement dans l'espèce humaine. La classification de substance dans la première catégorie repose sur des données épidémiologiques. On dispose de suffisamment d'éléments pour établir l'existence d'une relation de cause à effet entre l'exposition de l'homme à la substance et une altération de la fertilité, ou des effets toxiques ultérieurs sur le développement. (R60 : peut altérer la fertilité et R61 : risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant)
Repro.2 Substances devant être assimilées à des substances altérant la fertilité ou causant des effets toxiques sur le développement dans l'espèce humaine. On dispose de suffisamment d'éléments pour justifier une forte présomption : la nette mise en évidence dans des études sur l'animal, d'une altération de la fertilité ou d'effets sur le développement soit en absence d'effets toxiques, soit à des niveaux de doses proches des doses toxiques, mais qui n'est pas un effet non spécifique secondaire aux effets toxiques, d'autres informations pertinentes. (R60 : peut altérer la fertilité et R61 : risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant)
Repro.3 Substances préoccupantes pour la fertilité dans l'espèce humaine ou préoccupantes en raison d'effets toxiques possibles sur le développement. La classification de substance dans la troisième catégorie s'effectue au vu : de résultats d'études appropriées sur l'animal fournissant suffisamment d'éléments pour entraîner une forte suspicion, les preuves étant toutefois insuffisantes pour classer la substance dans la deuxième catégorie ou d'autres informations pertinentes. (R62 : risque possible d'altération de la fertilité et R63 : risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant)

La toxicologie des composés étudiés est présentée en annexe 17.

8.3 Relations dose-effet

8.3.1 Les valeurs toxicologiques de référence : VTR

La dose est la quantité d'agent dangereux mise en contact avec un organisme vivant. Elle s'exprime généralement en milligramme par kilogramme de poids corporel et par jour (mg/kg.j). Dans le cas de l'exposition par inhalation, la concentration s'exprime généralement en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'évaluation quantitative de la relation entre la dose (ou la concentration) et l'incidence de l'effet néfaste permet d'élaborer la valeur toxicologique de référence (VTR). Des VTR sont établies par diverses instances internationales ou nationales³ à partir de l'analyse des données toxicologiques expérimentales chez l'animal et/ou des données épidémiologiques. Ces VTR sont une appellation générique regroupant tous les types d'indices toxicologiques établissant une relation quantitative entre une dose et un effet (toxiques à seuil de dose) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxiques sans seuil de dose).

Selon les mécanismes toxicologiques en jeu, deux grands types d'effets toxiques peuvent être distingués :

- les effets à seuil pour lesquels il existe un seuil d'exposition en dessous duquel l'effet néfaste n'est pas susceptible de se manifester. Il s'agit des effets toxiques non cancérigènes et des effets cancérigènes non génotoxiques ;
- les effets sans seuil (essentiellement les effets cancérigènes génotoxiques) pour lesquels il est difficile scientifiquement de définir de façon fiable un niveau d'exposition sans risque ; c'est la probabilité de survenue de l'effet néfaste qui croît avec l'augmentation de la dose.

Une même substance peut produire ces deux types d'effets. Pour chaque substance sélectionnée dans le cadre de cette étude, une description des différentes VTR actuellement disponibles est présentée en annexe 17.

Effets à seuil de dose

Les VTR pour les effets à seuil sont exprimées en mg/kg.j pour l'ingestion et en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'inhalation, avec des dénominations variables selon les pays et les organismes, les principales dénominations sont reprises ci-après :

- DJT (dose journalière tolérable - France) ;
- RfD (Reference Dose – US-EPA – États-Unis) ;
- RfC (Reference Concentration – US-EPA – États-Unis) ;
- ADI (Acceptable Daily Intake – US-EPA – États-Unis) ;
- MRL (Minimum Risk Level – ATSDR – États-Unis) ;
- REL (Reference Exposure Level – OEHA – Canada) ;
- TDI (Tolerable Daily Intake – RIVM – Pays-Bas) ;
- CAA (Concentration dans l'air admissible – OMS) ;
- VTR : en France, la dénomination retenue par l'AFSSET²⁴ (devenue Anses²⁵ depuis sa fusion avec l'AFSSA⁶ en juillet 2010) pour l'ensemble de ses valeurs est la dénomination générique « VTR ».

Effets sans seuil de dose

Les VTR des effets sans seuil de dose sont exprimés au travers d'un indice représentant un excès de risque unitaire (ERU) qui traduit la relation entre le niveau d'exposition chez l'homme et la probabilité de développer l'effet. Les ERU sont définis à partir d'études épidémiologiques ou animales. Les niveaux d'exposition appliqués à l'animal sont convertis en niveaux d'exposition équivalents pour l'homme.

Cet ERU représente la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet néfaste pour une exposition vie entière (70 ans) à une unité de dose donnée par rapport à une population non exposée. Les dénominations proposées les plus classiques sont les suivantes :

- l'excès de risque unitaire lié à la voie d'exposition orale : ERUo en $(\text{mg}/\text{kg.j})^{-1}$;
- l'excès de risque unitaire par inhalation : ERUi en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$.

²⁴ Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

²⁵ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

8.3.2 Sélection des VTR

Pour chacune des substances considérées dans le cadre de cette étude, les VTR ont été recherchées pour les voies d'exposition considérées, pour les effets à seuil et les effets sans seuil.

Le choix des VTR est effectué selon les critères proposés par la circulaire de la direction générale de la Santé n° 2006-234 du 30 mai 2006 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 », à savoir :

- aucune valeur toxicologique de référence n'est recensée pour une substance chimique dans l'une des six bases de données étrangères nationales ou internationales : US-EPA, ATSDR, OMS / IPCS, Santé Canada, RIVM et OEHHA. Dans ce cas, une quantification des risques n'est pas envisageable, même si les données d'exposition sont exploitables. Notamment, une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP), construite pour une situation professionnelle, ne s'adapte pas à une situation de population non professionnelle car nombre de paramètres intervenant dans sa construction sont distincts, à commencer par la structure de la population (absence d'enfants et de populations fragiles) ;
- une seule valeur toxicologique de référence existe dans l'une des six bases de données US-EPA, ATSDR, OMS / IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA. Si cette valeur est retrouvée sur une base de données sous forme d'avant-projet (« draft ») ou de document provisoire, on ne doit pas s'en servir. Par ailleurs, la transposition de la VTR de la voie orale en une VTR par voie respiratoire (ou vice versa) n'est possible que dans le cas où les substances engendrent un effet similaire quelle que soit la voie d'exposition ;
- plusieurs valeurs toxicologiques de référence existent dans les bases de données consultées (US-EPA, ATSDR, OMS / IPCS, Santé Canada, RIVM ou OEHHA) pour un même effet critique, une même voie et une même durée d'exposition. Ces VTR retrouvées pour des substances à effet à seuil, d'une part, et pour des substances à effet sans seuil, d'autre part, ont généralement le même ordre de grandeur. Par mesure de simplification, plutôt qu'un choix portant sur des éléments toxicologiques pointus, il est recommandé de sélectionner la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :
 - pour les substances à effets à seuil successivement US-EPA puis ATSDR puis OMS / IPCS puis Santé Canada puis RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
 - pour les substances à effets sans seuil successivement US-EPA puis OMS / IPCS puis RIVM puis OEHHA.

Il convient de préciser que, le 25 juillet 2007, l'AFSSET (devenue Anses) s'est vu confier la mission de construction de VTR par ses ministères de tutelle. Le 31 décembre 2008, les premiers avis de l'AFSSET ont été publiés. Les VTR éditées par l'AFSSET / Anses priment sur l'application de l'ordre cité dans la circulaire DGS.

8.3.3 Tableau de synthèse des VTR

Les tableaux ci-après présentent les VTR retenues pour chaque composé, respectivement pour les voies d'exposition par inhalation et par ingestion.

Le numéro CAS est attribué par le Chemical Abstracts Service, une division de l'American Chemical Society pour désigner une substance chimique. Le CAS assigne ces numéros à chaque produit chimique qui a été décrit dans la littérature. De plus, CAS maintient et commercialise une base de données de ces substances, le CAS Registry.

Tableau 51: Synthèse des VTR retenues – exposition chronique – voie inhalation

Substance	Numéro CAS	Type d'effet	Organe critique	Espèce	Valeur	Source
Acroléine	107-02-8	A seuil	Système respiratoire	Rat	RfC = 0,02 µg/m³	US EPA (2003)
Benzène	71-43-2	A seuil	Système sanguin	Homme	RfC = 30 µg/m³	US EPA (2003)
		Sans seuil	Cellules sanguines	Homme	ERUi = 2,6 10 ⁻⁵ (µg/m³) ⁻¹	US EPA (2000)
Particules diesel	-	A seuil	Système respiratoire	Rat	RfC = 5 µg/m³	US EPA (2003)
		Sans seuil	Cancer pulmonaire	Rat	ERUi = 3,4.10 ⁻⁵ (µg/m³) ⁻¹	OMS (1996)
Formaldéhyde	50-00-0	A seuil	Système respiratoire	Rat	MRL = 10 µg/m³	ATSDR (1999)
		Sans seuil	Cancer nasal	Rat	ERUi = 1,3.10 ⁻⁵ (µg/m³) ⁻¹	US EPA (1991)
Acétaldéhyde	75-07-0	A seuil	Système respiratoire	Rat	RfC = 9 µg/m³	US EPA (1991)
		Sans seuil	Cancer nasal	Rat	ERUi = 2,2.10 ⁻⁶ (µg/m³) ⁻¹	US EPA (1991)
1,3-Butadiène	106-99-0	A seuil	Système reproducteur	Souris	RfC = 2 µg/m³	US EPA (2002)
		Sans seuil	Système sanguin	Homme	ERUi = 3.10 ⁻⁵ (µg/m³) ⁻¹	US EPA (2002)
Benzo[a]pyrène	50-32-8	Sans seuil	Tractus respiratoire	Homme	ERUi = 8,7.10 ⁻² (µg/m³) ⁻¹	OMS (2000)
NO ₂	10102-44-0	Pas de VTR disponible pour une exposition chronique par inhalation				
SO ₂	7446-09-05	Pas de VTR disponible pour une exposition chronique par inhalation				
PM10 et PM2,5		Pas de VTR disponible pour une exposition chronique par inhalation				
Arsenic	7440-38-2	A seuil	Système respiratoire	Homme	TCA = 1 µg/m³	RIVM (2001)
		Sans seuil	Cancer pulmonaire	Homme	ERUi = 4,3.10 ⁻³ (µg/m³) ⁻¹	US EPA (1998)
Baryum	7440-39-3	A seuil	Système cardio-vasculaire	Rat	TCA = 1 µg/m³	RIVM (2000)
Cadmium	7440-43-9	A seuil	Système rénal	Homme	VTR = 0,45 µg/m³	Anses (2012)
		Cancérogène à seuil	Système pulmonaire	Rat	VTR = 0,30 µg/m³	Anses (2012)
Chrome III	7440-47-3	A seuil	Système hépatique	Homme	TCA = 60 µg/m³	RIVM (2001)
Chrome VI	7440-47-3	A seuil	Système respiratoire	Homme	RfC = 0,1 µg/m³	US EPA (1998)
		Sans seuil	Cancer du poumon	Homme	ERUi = 1,2.10 ⁻² (µg/m³) ⁻¹	US EPA (1998)
Nickel	7440-02-0	A seuil	Système respiratoire	Homme	MRL = 0,09 µg/m³	ATSDR (2005)
		Sans seuil	Cancer du poumon	Homme	ERUi = 3,8.10 ⁻⁴ (µg/m³) ⁻¹	OMS (2000)
Mercur	7439-97-6	A seuil	Système nerveux	Homme	RfC = 0,3 µg/m³	US EPA (1995)

Tableau 52: Synthèse des VTR retenues – exposition chronique – voie ingestion

Substance	Cas number	Type d'effet	Organe critique	Espèce	Valeur	Source
Arsenic	7440-38-2	A seuil	Système cutané	Homme	RfD = 0,0003 mg/kg/j	US EPA (1993)
		Sans seuil	Cancer peau	Homme	ERUo = 1,5 (mg/kg/j) ⁻¹	US EPA (1998)
Baryum	7440-39-3	A seuil	Système rénal	Souris	RfD = 0,2 mg/kg/j	US EPA (1995)
Cadmium	7440-43-9	A seuil	Système rénal	Homme	RfD = 0,001 mg/kg/j	US EPA (1994)
Chrome III	7440-47-3	A seuil	Système hépatique	Rat	RfD = 1,5 mg/kg/j	US EPA (1998)
Chrome VI	7440-47-3	A seuil	Système respiratoire	Rat	RfD = 0,003 mg/kg/j	US EPA (1998)
Mercure	7439-97-6	A seuil	Système rénal	Rat	RfD = 0,0003 mg/kg/j	US EPA (1995)
Nickel	7440-02-0	A seuil	Diminution du poids d'organes	Homme	RfD = 0.02 mg/kg/j	US EPA (1996)

Tableau 53: Synthèse des VTR retenues – exposition aiguë – voie inhalation

Substance	Cas number	Type d'effet	Organe critique	Espèce	Valeur	Source
Acroléine	107-02-8	A seuil	Système respiratoire	Homme	MRL = 7 µg/m³	ATSDR (2007)
NO ₂	10102-44-0	A seuil	Système respiratoire	Homme	MRL = 470 µg/m³	OEHHA (2008)
SO ₂	7446-09-05	A seuil	Système respiratoire	Homme	MRL = 26 µg/m³	ATSDR (1998)
Benzène	71-43-2	A seuil	Système immunitaire	Homme	MRL = 30 µg/m³	ATSDR (2007)

Les VTR définies par l’ATSDR pour une exposition aiguë sont basées sur un temps d’exposition allant de 1 à 14 jours. Or, dans notre étude, les concentrations environnementales modélisées pour le NO₂ correspondent à des maximums horaires (P100 horaire). Cependant, dans une approche majorante, les concentrations d’exposition estimées à partir des concentrations maximales modélisées (P100 horaires) seront comparées à ces VTR afin de caractériser le risque aigu. Cette approche sera discutée dans le chapitre consacré aux incertitudes. Concernant les trois autres polluants à étudier quant aux calculs de risque aigu (SO₂, acroléine et benzène), les percentiles 100 journaliers ont été considérés afin de réaliser une comparaison aux VTR basées sur un temps d'exposition exprimé en jour.

Au regard des VTR identifiées, les voies d’exposition et les types d’effets pour lesquels une évaluation quantitative des risques sanitaires est menée dans la suite de l’étude sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 54: Substances retenues pour les différents scénarios d’exposition chronique

Substance	Exposition chronique par inhalation		Exposition chronique par ingestion	
	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil
Acroléine	X	-	-	-
Benzène	X	X	-	-
Particules diesel	X	X	-	-
PM10 et PM2,5	-	-	-	-
Formaldéhyde	X	X	-	-
Acétaldéhyde	X	X	-	-
1,3-Butadiène	X	X	-	-
Benzo[a]pyrène	-	X	-	X
NO ₂	-	-	-	-
SO ₂	-	-	-	-
Arsenic	X	X	X	X
Baryum	X	-	X	-
Cadmium	X	-	X	-
Chrome III	X	-	X	-
Chrome VI	X	X	X	-
Nickel	X	X	X	-
Mercure	X	-	X	-

Concernant l'exposition aiguë, le guide du CERTU a été strictement appliqué.

Tableau 55: Substances retenues pour l'exposition aiguë

Substance	Exposition aiguë
Acroléine	X
Benzène	X
NO ₂	X
SO ₂	X

Lorsqu'un composé considéré présente un potentiel toxique avéré mais pour lequel on ne dispose pas de VTR, ce composé est toutefois conservé pour la modélisation de façon à estimer les niveaux de concentrations de cette substance attendus dans l'environnement.

Ainsi, le NO₂, le SO₂, les PM10 et les PM2,5, qui ne disposent pas de valeurs toxicologiques de référence adaptées à une exposition chronique par inhalation mais qui sont visés par la circulaire n° 2006-234 du 30 mai 2006 précitée, n'ont pas été conservés dans l'évaluation des risques sanitaires au sens strict, mais une comparaison, avec d'autres valeurs que les VTR, des concentrations environnementales obtenues par modélisation a été réalisée.

8.3.4 Autres valeurs de comparaison utilisées

Parallèlement à la quantification des risques sanitaires, des valeurs autres que les VTR peuvent être utilisées afin de discuter de l'exposition des individus et d'estimer l'état des milieux, à savoir si un impact est mesuré (ou mesurable) ou non. Ces valeurs de comparaison sont des valeurs guides définies par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). Elles servent généralement de point de départ à l'élaboration de valeurs réglementaires.

Ces valeurs guides ne doivent pas être confondues avec les valeurs réglementaires présentées en annexe 6. En effet, ces valeurs visent à réduire au minimum les expositions aux polluants susceptibles d'altérer la santé ou le bien-être de l'homme et elles n'ont aucun caractère réglementaire.

Les valeurs guides ont été publiées par le bureau Europe de l'OMS dans les documents intitulés « Air Quality Guidelines in Europe » [WHO 2000] et « Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre » [WHO 2005]. L'objet de ces guides est de « fournir une base pour la protection de la santé publique contre les effets néfastes des polluants atmosphériques, dans la perspective d'une cessation ou d'une réduction de l'exposition aux polluants qui nuisent certainement ou probablement à la santé ou au bien-être ».

Ces valeurs ne sont en aucun cas (en regard de la circulaire du 30 mai 2006 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 ») utilisées pour évaluer les quotients de danger (QD) et les excès de risques individuels (ERI) permettant l'évaluation des risques sanitaires.

Tableau 56: Valeurs-guides pour la voie inhalation

Substance	Numéro Cas	Organe critique	Valeur-guide en moyenne annuelle	Source
NO ₂	10102-44-0	Système respiratoire	Valeur-guide = 40 µg/m ³	OMS (2005)
SO ₂	7446-09-05	Système respiratoire	Valeur-guide = 50 µg/m ³	OMS (2000)
PM10	-	Système respiratoire et cardio-vasculaires	Valeur-guide = 20 µg/m ³	OMS (2005)
PM2,5	-	Système respiratoire et cardio-vasculaires	Valeur-guide = 10 µg/m ³	OMS (2005)

8.3.5 Comparaison aux valeurs-guides

Conformément à la circulaire du 30 mai 2006, nous ne pouvons effectuer un calcul d'indice de risque pour les substances ne possédant que des valeurs-guides. Ces valeurs, bien que reposant sur des critères sanitaires sont considérées comme des valeurs de gestion, et ne constituent pas, stricto sensu, des VTR. En conséquence, pour ces substances, seule une comparaison entre les concentrations environnementales et la valeur-guide est possible.

Cette comparaison entre valeurs-guides et concentrations maximales modélisées en NO₂, SO₂, PM10 et PM2,5 sur le domaine d'étude est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 57: Comparaison aux valeurs guides

Polluants	Situation	Valeur guide (µg/m ³)	Pollution de fond	Concentration moyenne annuelle maximale sur le domaine d'étude (µg/m ³)	Contribution de la rocade et des axes secondaires	Ratio
				Avec pollution de fond		
NO ₂	État initial	40	Mesures réalisées en 2005 sur la station de Talence (Airaq)	81	93%	2,0
	Future sans projet – 2022			65	91%	1,6
	Future avec projet – 2022			75	91%	1,9
	Future sans projet – 2042			76	79%	1,9
	Future avec projet – 2042			77	80%	1,9
SO ₂	État initial	50	Mesures réalisées en 2005 sur la station de Talence (Airaq)	3,6	40%	0,07
	Future sans projet – 2022			3,5	41%	0,07
	Future avec projet – 2022			4,2	35%	0,08
	Future sans projet – 2042			4,2	35%	0,08
	Future avec projet – 2042			4,3	35%	0,09
PM10	État initial	20	Mesures réalisées en 2005 sur la station de Talence (Airaq)	46	48%	2,3
	Future sans projet – 2022			34	28%	1,7
	Future avec projet – 2022			39	39%	2,0
	Future sans projet – 2042			40	39%	2,0
	Future avec projet – 2042			40	41%	2,0

PM2,5	État initial	10	16,7 µg/m ³ Station de Talence 2010 (Airaq) + inventaire des émissions 2010 (Airaq)	35	51%	3,5
	Future sans projet – 2022			23	27%	2,3
	Future avec projet – 2022			25	39%	2,5
	Future sans projet – 2042			27	37%	2,7
	Future avec projet – 2042			27	39%	2,7

Pour rappel, les concentrations « bruit de fond » sont précisées dans le paragraphe IV.3.3.1.

Les concentrations maximales modélisées sur le domaine d'étude sont :

- pour le SO₂ : très inférieures à la valeur guide de l'OMS fixée à 50 µg/m³, aussi bien en état initial que pour les situations futures avec ou sans projet ; la contribution de la rocade et des axes secondaires aux concentrations moyennes annuelles varie de 35 à 41 % selon la situation considérée. En 2022, la mise en place du projet n'engendre pas une dégradation importante des concentrations moyennes annuelles en SO₂. A l'horizon 2042, cette contribution reste similaire avec ou sans projet ;
- pour les PM10 : supérieures à la valeur guide de l'OMS fixée à 20 µg/m³, aussi bien en état initial que pour les situations futures avec ou sans projet (entre + 70 % et + 130 % selon la situation considérée) ; la contribution de la rocade et des axes secondaires aux concentrations moyennes annuelles varie de 28 à 48 % selon la situation considérée. La mise en place du projet entraîne une augmentation de la contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles en PM10, respectivement de 11 % en 2022 et de 2 % en 2042 ;
- pour les PM2,5 : supérieures à la valeur guide de l'OMS fixée à 10 µg/m³, aussi bien en état initial que pour les situations futures avec ou sans projet (entre + 130 % et + 250 % selon la situation considérée). La contribution de la rocade et des axes secondaires aux concentrations moyennes annuelles varie de 27 à 51 % selon la situation considérée. La mise en place du projet entraîne une augmentation de la contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux concentrations moyennes annuelles en PM2,5, respectivement de 12 % en 2022 et de 2 % en 2042 ;
- pour le NO₂ supérieures à la valeur guide de l'OMS fixée à 40 µg/m³, aussi bien en état initial que pour les situations futures avec ou sans projet (entre + 60 % et + 200 % selon la situation considérée). Comme le montrent les cartes de concentrations en NO₂ présentées au chapitre VI, lorsque l'on s'éloigne de plus de 100 mètres environ de la rocade, les concentrations en dioxyde d'azote respectent la valeur guide de l'OMS. Des zones résidentielles sont cependant dans les zones de dépassement de la valeur guide. La contribution de la rocade et des axes secondaires aux concentrations moyennes annuelles varie de 91 à 93 % selon la situation considérée. En 2022 et 2042, la mise en place du projet ne conduit pas à une évolution de la contribution de la rocade (et des axes secondaires).

8.4 Estimation des niveaux d'exposition liés aux rejets atmosphériques

8.4.1 Quantification des expositions par inhalation

La dose est la quantité d'agent dangereux mise en contact avec un organisme vivant. Elle s'exprime généralement en milligramme par kilogramme de poids corporel et par jour (mg/kg.j). Pour la voie respiratoire, la dose d'exposition est généralement remplacée par la concentration inhalée. Lorsque l'on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour, retranscrite par la formule suivante :

Avec :

- CI : concentration moyenne d'exposition
- Ci : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti (en mg/m³)
- ti : fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée
- T : durée d'exposition (en années)
- F : fréquence ou taux d'exposition (nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours)
- Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (en années)

Les paramètres de calcul sont présentés en annexe 18.

8.4.2 Quantification des expositions par ingestion

Pour tenir compte des contaminations induites par les transferts de pollution du milieu atmosphérique vers les autres media, un couplage du modèle de dispersion atmosphérique avec un modèle de transfert multi-compartiments (air – sol – végétaux) a été effectué. Il permet de quantifier les concentrations en polluant dans les différents milieux d'exposition.

Ainsi, pour les polluants particuliers, l'apport par ingestion a été évalué à partir des estimations de dépôts surfaciques en tenant compte de la consommation de légumes (après utilisation de facteurs de bioconcentration) et de l'ingestion de terre, voie d'exposition qui peut être importante chez l'enfant.

Le comportement des enfants étant différent de celui des adultes et leur poids corporel étant plus faible, ils sont généralement soumis à une dose journalière d'exposition plus importante que celle d'un adulte, pour un même niveau de concentration environnementale. Ainsi, une dose d'exposition a été calculée respectivement pour les adultes et pour les enfants, à partir de la formule générique suivante :

Avec : DJEij : dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (en mg/kg/j)
 Ci : concentration d'exposition relative au milieu
 Qj : taux d'ingestion par la voie j (l/j)
 T : durée d'exposition (années)
 F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an)
 P : poids corporel de la cible (kg)
 Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (Tm = T pour les effets à seuil et Tm = 70 ans pour les effets sans seuil)

Les paramètres pris en compte dans ces calculs sont présentés en annexe 18.

Remarque :

Pour le chrome, les VTR sont différentes selon que l'on considère le chrome III ou le chrome VI, mais le logiciel TREFIC ne permet pas la distinction entre ces deux formes. Nous considérerons, dans une approche très majorante, que 10 % du chrome est du chrome VI. En effet, le chrome est un métal dont les principales formes chimiques correspondent à un état trivalent (Cr III) ou hexavalent (Cr VI) ; la forme la plus toxique étant le chrome hexavalent. A titre d'information, un certain nombre d'études ont été réalisées sur différentes activités industrielles : une étude sur les risques cancérigènes liés aux émissions de métaux lourds d'un incinérateur (Hallenbeck, Breen, Brenniman, 1993) indique que la part de chrome VI dans le chrome total est comprise entre 7 ‰ et 10 %. Un document de l'INRS, sur l'évaluation de l'exposition des soudeurs au chrome et au nickel pour différents procédés de soudage à l'arc⁷, présente différentes matrices emploi-exposition pour les fumées de soudage d'acier inoxydable : une matrice proposée par l'OMS et une matrice issue de l'étude INRS. Ainsi, la part du chrome VI dans le chrome total pour des fumées de soudage d'acier inoxydable est la suivante :

- matrice emploi-exposition de l'OMS : 3 % de Cr VI dans le Cr total ;
- matrice emploi-exposition de l'INRS : 2,5 % de Cr VI dans le Cr total.

Enfin, il est noté dans le guide méthodologique pour l'évaluation de l'impact sanitaire des rejets des raffineries de pétrole⁸ que les métaux sont issus de la combustion de fioul. « Après oxydation dans une unité de combustion, il est très peu vraisemblable de détecter en quantité appréciable des dérivés hexavalents du chrome ; 10% est un maximum (C. MANDIN, 2003). ».

8.4.3 Hypothèses et scenarii retenus

Les tableaux suivants récapitulent les scenarii et hypothèses retenues pour les calculs d'exposition.

Exposition chronique par inhalation :

Tableau 58: Scenarii et hypothèses retenues pour l'exposition chronique

Paramètre	Scénario	Hypothèses
Taux d'exposition (Ti)	Majorant	=1
	Réaliste	= 0,732 : les personnes quittent 45 heures par semaine la zone d'étude
Fréquence d'exposition (Fi)	Majorant	=1 : les personnes sont présentes à leur domicile 365 jours par an
	Réaliste	= 92,9 % : les personnes sont absentes 26 jours / an de leur domicile lors des congés
Durée d'exposition (DE)	-	Distinction des enfants et des adultes Adulte = 30 ans Enfants = 6 ans Ceci afin d'être cohérent avec la voie d'exposition par ingestion

Exposition aiguë par inhalation :

Les effets toxiques aigus correspondent à des expositions de courte durée (durée d'exposition proche de l'heure). Aussi, pour ce type d'exposition, a-t-il été considéré que :

$$T_i = 1 \text{ et } F = 1$$

Suivant la durée d'exposition considérée (aiguë ou chronique), les valeurs de concentrations dans l'air Ci à utiliser sont :

- pour les expositions de type aigu : les valeurs maximales (percentiles 100) horaires ou journalières suivant la durée d'exposition considérée par la VTR aiguë retenue ;
- pour les expositions de type chronique : les concentrations moyennes annuelles.

Exposition par ingestion :

Tableau 59: Paramètres d'exposition pour le calcul des DJE

Paramètre	Paramètres BioMonitor	Hypothèses
Fréquence d'exposition (Fi)	Majorant	= 100% du temps
	Réaliste	= 92,9% du temps : personne absente 26 jours / an de leur domicile lors des congés
Durée d'exposition (DE) pour les effets sans seuil	-	Distinction des adultes et des enfants en fonction de leurs caractéristiques corporelles (poids et quantités ingérées) : Adulte = 30 ans Enfants = 6 ans
Masse corporelle moyenne par classe d'âge considérée (P)	-	Distinction des adultes et des enfants : Adulte = 17 ans et plus 62,5 kg Enfants = 0-6 ans 15 kg
Quantité de sol consommée (Qi)	Enfant	0 – 1 an = 0 g/j 2 - 7 ans = 150 g/j
Quantité de sol ingéré	Adulte	7 ans et plus = 50 mg/j
	-	100 % du sol ingérés provient de la zone contaminée
Quantité d'aliments (Qi)	Ration journalière	Données Ciblex
	% consommé	Les légumes sont 100% des aliments autoproduits Les autres aliments (viandes, lait, oeufs) ne sont pas produits localement mais achetés.

Tableau 60: Estimation des concentrations dans les médias retenus (Ci)

Paramètre	Hypothèses
Généralités	Estimation des concentrations dans les différents medias à partir du modèle HHRAP
Concentration dans les sols	Prise en compte des dépôts secs et humides
	2 profondeurs utilisées : 0 – 1 cm : sol superficiel ingéré 0 -20 cm : sol profond (transfert sol – plante) Exposition des sols superficiels sur 10 ans et des sols profonds sur 30 ans
Concentrations dans les plantes	Organes aériens consommés : absorption racinaire prise en compte
	Organes racinaires consommés

8.5 Caractérisation des risques liés aux émissions atmosphériques du projet

8.5.1 Méthodologie de calcul des risques

Estimation du risque pour les substances à effet de seuil

On définit un quotient de danger (QD) ou un indice de risque (IR) pour chaque voie d'exposition de la manière suivante :

Avec QDi : quotient de danger par inhalation
Cinh : concentration inhalée
QDo : quotient de danger pour la voie orale
DJEing : dose journalière d'exposition par ingestion pour les effets à seuil
VTRinh : valeur toxicologique pour la voie d'exposition par inhalation
VTRing : valeur toxicologique pour la voie d'exposition par ingestion

Un QD inférieur à 1 signifie que l'exposition de la population n'atteint pas le seuil de dose à partir duquel peuvent apparaître des effets indésirables pour la santé humaine, alors qu'un ratio supérieur à 1 signifie que l'effet toxique peut se déclarer dans la population, sans qu'il soit possible d'estimer la probabilité de survenue de cet événement. Lorsque le QD est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique est peu probable.

Conformément à la méthodologie préconisée par le guide INERIS et l'OPERSEI, les quotients de danger seront sommés par organes cibles.

Estimation du risque pour les substances sans effet de seuil

Pour les effets sans seuil et pour des faibles expositions, l'excès de risque individuel (ERI) est calculé de la façon suivante :

$$ERI_{inh} = C_{inh} \times ERU_{inh} \text{ et } ERI_{ing} = DJE_{ing} \times ERU_{ing}$$

Avec : ERIinh : excès de risque individuel par inhalation
Cinh : concentration inhalée
ERUinh : excès de risque unitaire pour la voie d'exposition par inhalation
ERIing : excès de risque individuel pour la voie orale
DJEing : dose journalière d'exposition par ingestion pour les effets sans seuil
ERUing : excès de risque unitaire pour la voie d'exposition par ingestion

Les ERI s'expriment sous la forme mathématique 10^{-n} . Par exemple, un excès de risque individuel de 10^{-5} représente la probabilité supplémentaire, par rapport à une personne non exposée, de développer un cancer pour 100 000 personnes exposées « vie entière ».

Il n'existe pas de niveau d'excès de risque individuel universellement acceptable. L'OMS utilise un seuil de 10^{-5} (un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées durant leur vie entière) pour définir les valeurs-guides de concentration dans l'eau destinée à la consommation humaine (Guidelines for drinking water quality) [OMS, 1993]. La circulaire du 8 février 2007 relative aux sites et sols pollués et aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, du ministère en charge de l'environnement, recommande le niveau de risque acceptable « usuellement [retenu] au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé », soit le facteur 10^{-5} .

En cas d'exposition conjointe à plusieurs agents dangereux, l'US-EPA recommande de faire la somme des excès de risque individuels (ERI) quels que soient le type de cancer et l'organe touché, de manière à apprécier le risque cancérigène global.

8.5.2 Caractérisation du risque chronique pour les effets à seuil

Conformément à la méthodologie préconisée par le guide INERIS et l'OPERSEI, les quotients de danger seront sommés par voie d'exposition et par organes-cibles.

Voie d'exposition par inhalation

Les organes cibles critiques pour les effets toxiques à seuil sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 61: Synthèse des organes cibles critiques - inhalation

Organes cibles	Substances
Système respiratoire	Arsenic, chrome VI, nickel, particules diesel, acétaldéhyde, acroléine, formaldéhyde
Effets reprotoxiques	1,3-Butadiène
Système nerveux	Mercure
Système hépatique	Chrome III
Système rénal	Cadmium
Système immunitaire	Benzène
Système cardio-vasculaire	Baryum
Effet cancérigène	Cadmium

Les tableaux suivants présentent les résultats liés à la caractérisation des risques par inhalation, pour les effets à seuil des récepteurs de plus fort impact. Les résultats pour l'ensemble des récepteurs sont détaillés en annexe 19 (résultats sans intégration du bruit de fond).

Tableau 62: Quotients de danger au récepteur le plus exposé – inhalation

Polluants	VTR (µg/m³)	QD inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)	Contribution rocade + axes secondaires	QD inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)	Contribution rocade + axes secondaires	QD inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)	Contribution rocade + axes secondaires	QD inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)	Contribution rocade + axes secondaires	QD inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)	Contribution rocade + axes secondaires	Récepteur de plus fort impact
		Adulte/Enfant		Adulte/Enfant		Adulte/Enfant		Adulte/Enfant		Adulte/Enfant		
		Initial 2005		Futur sans projet 2022		Futur avec projet 2022		Futur sans projet 2042		Futur avec projet 2042		
Arsenic	1	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	R79
Baryum	1	< 0,008	< 13 %	0,008	13 %	0,008	13 %	0,008	13 %	0,008	13 %	R130
Cadmium	0,45	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	R79
Cadmium (effets cancérogènes)	0,3	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	R79
Chrome III	60	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	< 0,002	< 50 %	R130
Chrome VI	0,1	< 0,003	< 33 %	< 0,003	< 33 %	< 0,003	< 33 %	< 0,003	< 33 %	< 0,003	< 33 %	R130
Mercure	0,3	0,002	< 50 %	0,002	< 50 %	0,002	< 50 %	0,002	< 50 %	0,002	< 50 %	R79
Nickel	0,09	0,01	29 %	0,02	33 %	0,015	33 %	0,02	33 %	0,02	38 %	R130
Particules diesel	5	0,43	40 %	0,3	13 %	0,31	16 %	0,30	13 %	0,31	16 %	R130
Benzène	30	0,06	15 %	0,05	2 %	0,051	2 %	0,05	2 %	0,05	2 %	R130
1,3-Butadiène	2	< 0,200	25 %	0,16	4 %	0,157	4 %	0,16	4 %	0,16	5 %	R130
Acétaldéhyde	9	0,12	17 %	0,11	5 %	0,106	6 %	0,11	5 %	0,11	6 %	R130
Acroléine	0,02	< 18,15	17 %	< 16,08	7 %	< 16,29	8 %	< 16,22	8 %	< 16,32	8 %	R130
Formaldéhyde	10	0,16	18 %	0,14	6 %	0,139	6 %	0,14	6 %	0,14	7 %	R130
QD sommé		19,13	18 %	16,84	7 %	17,07	8 %	16,99	8 %	17,10	8 %	R130
Valeur-repère							1					

En gras : QD supérieur à la valeur repère de 1

L'examen de ce tableau montre qu'au récepteur de plus fort impact, le quotient de danger calculé pour l'acroléine est supérieur à la valeur repère de 1 pour les cinq situations (état initial et situations 2022 / 2042). Les quotients de danger pour les autres composés sont inférieurs, voire très inférieurs à la valeur repère quelle que soit la situation considérée.

Bien que les effets des substances retenues ne portent pas sur les mêmes organes cibles, un quotient de danger sommé a été calculé à titre purement indicatif en sommant l'ensemble des QD de chaque substance. Il est supérieur à la valeur repère de 1 pour l'état initial (19,1), et également pour les situations futures avec ou sans projet, mais dans une moindre mesure (16,8 à 17,1).

Le QD calculé pour le bruit de fond est réalisé à titre indicatif car le risque lié à l'acroléine est réalisé à partir de la limite de quantification et représente à lui seul 95 % du QD sommé. Rappelons en effet que les mesures réalisées en 2006/2007 étaient inférieures à la limite de quantification de $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La VTR définie par l'US EPA est quant à elle de $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ soit 15 fois inférieure à cette limite de quantification. La concentration de l'acroléine est donc surestimée et par conséquent sa contribution au risque l'est tout autant.

La contribution de la rocade et axes secondaires aux risques chroniques pour les effets à seuil par la voie inhalation est de 18 % de l'exposition globale (avec bruit de fond) pour la situation initiale 2005 et de 7 à 8 % pour les situations futures 2022 et 2042 (avec et sans projet).

On observe une augmentation du risque liée aux émissions du projet inférieure à 2 % par rapport à la pollution de fond sur la zone (en considérant la limite de quantification de l'acroléine comme concentration de fond).

La mise en place du projet ne conduit pas à une évolution significative de la contribution de la rocade (et des axes secondaires).

Tableau 63: Quotients de danger par organe cible – inhalation

Polluants	QD inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)	Contribution rocade + axes secondaires	QD inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)	Contribution rocade + axes secondaires	QD inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)	Contribution rocade + axes secondaires	QD inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)	Contribution rocade + axes secondaires	QD inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)	Contribution rocade + axes secondaires	Récepteur de plus fort impact
	Initial 2005		Futur sans projet 2022		Futur avec projet 2022		Futur sans projet 2042		Futur avec projet 2042		
Système respiratoire	18,87	18 %	16,63	7 %	16,86	8 %	16,78	8 %	16,89	8 %	R130
Effets reprotoxiques	0,19	21 %	0,16	6 %	0,16	6 %	0,16	6 %	0,16	6 %	R130
Système nerveux	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	R79
Système hépatique	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	R130
Système rénal	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	R79
Système immunitaire	< 0,060	17 %	0,051	2 %	0,051	2 %	0,051	2 %	0,051	2 %	R130
Système cardio-vasculaire	< 0,008	13 %	0,008	13 %	0,008	13 %	0,008	13 %	0,008	13 %	R130
Effet cancérigène	< 0,002	50 %	<0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	< 0,002	50 %	R79
Valeur-repère	1										

En gras : QD supérieur à la valeur repère de 1.

Conformément à la méthodologie préconisée par le guide INERIS, les quotients de danger en fonction des organes cibles ont été sommés. Le QD sommé pour le système respiratoire (organe cible de l'acroléine) est supérieur à la valeur repère de 1 pour les cinq situations. Les QD sommés pour les autres organes cibles sont très inférieurs à la valeur repère.

Par conséquent, au récepteur de plus fort impact, le risque sanitaire chronique pour les effets à seuil lié à l'inhalation des polluants atmosphériques émis par le trafic routier est significatif pour les cinq situations (état initial et situations 2022 / 2042) du fait de l'acroléine.

La contribution aux risques chroniques de la rocade et axes secondaires, pour les effets à seuil par la voie inhalation pour le système respiratoire, est comprise entre 7 et 18% selon la situation étudiée et est essentiellement due à l'acroléine.

La mise en place du projet ne conduit pas à une évolution significative de la contribution de la rocade (et des axes secondaires).

Il convient de signaler que les risques au droit des récepteurs ne représentent que des résultats partiels. Ainsi, une analyse plus fine du QD du système respiratoire (organe cible le plus touché) est réalisée ci-après sur l'ensemble du domaine d'étude pour la situation future 2042 sans projet et la situation future 2042 avec projet.

Les cartes présentées ne tiennent pas compte du bruit de fond pour une question de lisibilité quant à l'impact de la rocade et des axes secondaires.



Pour une meilleure visibilité, l'ensemble de ces cartes de risques sont reprises en annexe 21.

Figure 67: QD sommé (système respiratoire) – rocade + axes secondaires – sans bruit de fond

On observe, quelle que soit la situation étudiée, des zones, localisées le long de la rocade et de l'A63 ainsi que de quelques axes secondaires, pour lesquelles le QD du système respiratoire est supérieur à la valeur repère de 1.

En état initial, ces zones s'étendent jusqu'à des distances pouvant atteindre 250 m de part et d'autre de ces axes de circulation, où des riverains sont présents : le risque sanitaire chronique pour les effets à seuil lié à l'inhalation des polluants atmosphériques émis par le trafic routier est significatif en état initial.

Dans les situations futures, ces zones sont beaucoup plus localisées autour des échangeurs et ne s'étendent plus que jusqu'à des distances de 150 m. Des riverains étant présents dans ces zones, le risque sanitaire chronique pour les effets à seuil lié à l'inhalation des polluants atmosphériques émis par le trafic routier est significatif pour les situations futures.

Toutefois, les calculs de risques montrent que les résultats atteints pour les cinq situations étudiées ne mettent pas en évidence d'augmentation significative des risques du fait de l'aménagement de la rocade à 2x3 voies, par rapport aux trois autres situations considérées : état initial (2005) et 2022 / 2042 « sans projet ». Les dépassements des critères sanitaires obtenus à l'issue des calculs de risques peuvent être attendus en présence ou non du projet d'aménagement de la rocade.

Afin d'évaluer uniquement l'impact du projet, une comparaison entre les QD sommés calculés pour les situations futures sans projet et pour les situations futures avec projet a été effectuée. Les résultats pour chacun des horizons 2022 et 2042 sont présentés sur la figure ci-après.

La variation du risque est considérée comme significative lorsque l'augmentation du QD fait apparaître un risque pour les populations avoisinantes.

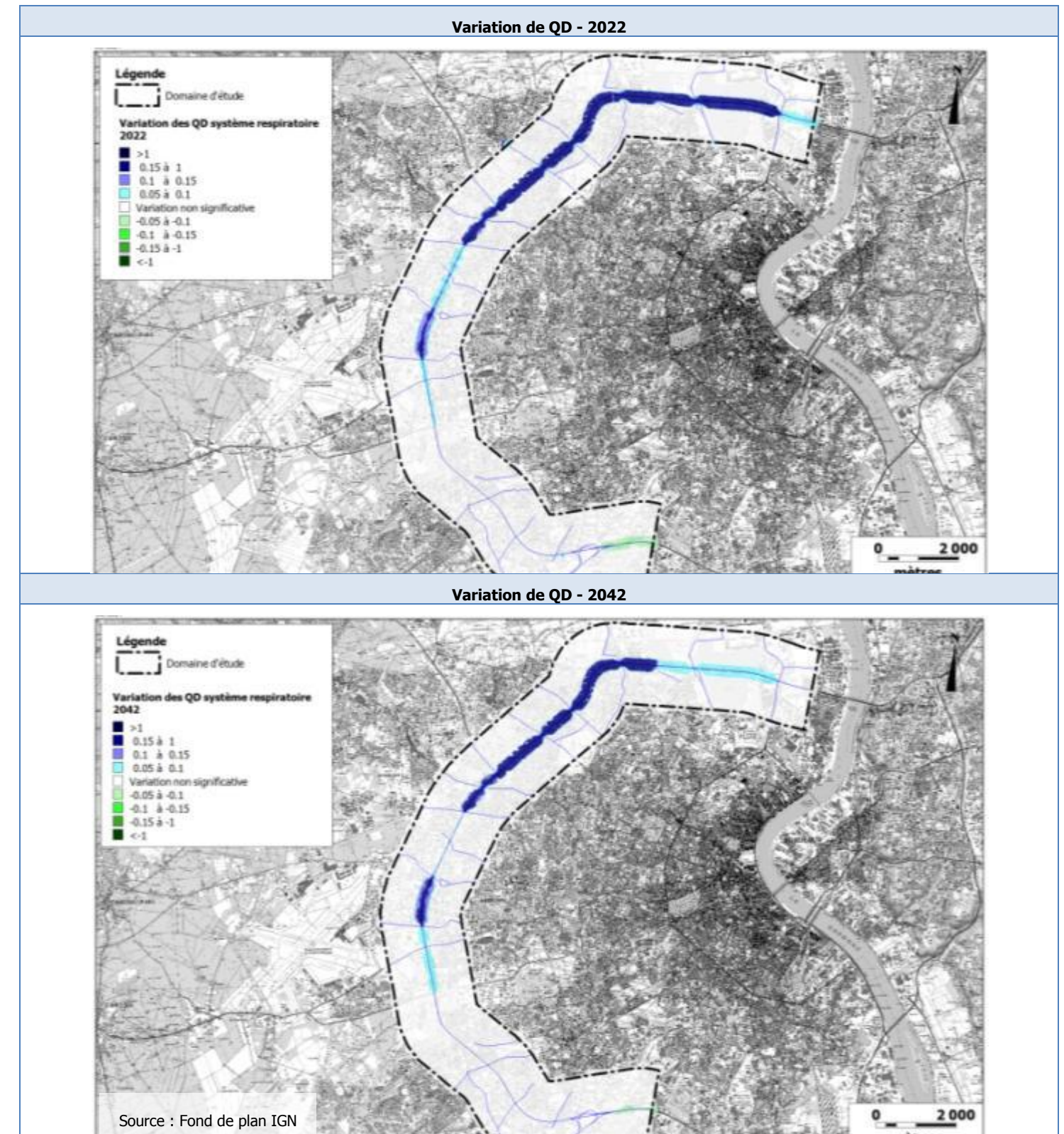


Figure 68: Impacts du futur projet sur les QD sommés (système respiratoire) – rocade + axes secondaires

L'analyse de ces cartes montre une augmentation des QD au droit de la rocade. Les augmentations de QD engendrées par le projet sont au maximum de 1,1 pour les deux horizons. Les plus fortes variations concernent toutefois une zone limitée du domaine d'étude (au maximum 150 m de part et d'autre de la rocade).

Voie d'exposition par ingestion

Les organes cibles critiques pour les effets toxiques à seuil sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 64: Synthèse des organes cibles critiques– ingestion

Organes cibles	Substances
Système cutané	Arsenic
Système rénal	Baryum, cadmium, mercure, nickel
Système respiratoire	Chrome VI
Système hépatique	Chrome III

Les tableaux suivants présentent les résultats liés à la caractérisation des risques par ingestion, pour les effets à seuil des récepteurs de plus fort impact. Les résultats pour l'ensemble des récepteurs sont détaillés en annexe 19.

Tableau 65: Quotients de danger au récepteur le plus impacté – ingestion

Polluants	VTR (µg/m³) ⁻¹	QD ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)		QD ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)		QD ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)		QD ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)		QD ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)		Contribution rocade + axes secondaires Adulte	Contribution rocade + axes secondaires Enfant	Récepteur de plus fort impact
		Initial 2005		Futur sans projet 2022		Futur avec projet 2022		Futur sans projet 2042		Futur avec projet 2042				
		Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant			
Arsenic	0.0003	5,99	10,11	5,99	10,11	5,99	10,11	5,99	10,11	5,99	10,11	< 0,02%	<0,01%	R79
Baryum	0.2	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	100,00 %	100,00 %	R130
Cadmium	0.001	0,13	0,37	0,13	0,37	0,13	0,37	0,13	0,37	0,13	0,37	< 0,76 %	<0,27 %	R79
Chrome III	1.5	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	50,00 %	50,00 %	R130
Chrome VI	0.003	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	< 16,67 %	< 4,76 %	R130
Mercure	0.0003	0,21	2,21	0,21	2,21	0,21	2,21	0,21	2,21	0,21	2,21	< 0,49 %	< 0,05 %	R79
Nickel	0.02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	< 14,29 %	< 4,35 %	R130
QD sommé		6.43	12,74	6,43	12,74	6,43	12,74	6,43	12,74	6,43	12,74	<0,02%	0,01 %	R79
Valeur repère		1												

Tableau 66: Quotients de danger par organe cible – ingestion

Polluants	QD ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)		QD ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)		QD ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)		QD ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)		QD ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)		Contribution rocade + axes secondaires Adulte	Contribution rocade + axes secondaires Enfant	Récepteur de plus fort impact
	Initial 2005		Futur sans projet 2022		Futur avec projet 2022		Futur sans projet 2042		Futur avec projet 2042				
	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant			
Système cutané	5,99	10,10	5,99	10,10	5,99	10,10	5,99	10,10	5,99	10,10	< 0,02 %	< 0,01 %	R79
Système rénal	0,43	2,60	0,43	2,60	0,43	2,60	0,43	2,60	0,43	2,60	< 0,23 %	< 0,04 %	R79
Système respiratoire	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 16,67 %	< 9,09 %	R130
Système hépatique	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	50,00 %	50,00 %	R130
Valeur repère	1												

L'examen de ces tableaux montre qu'au récepteur de plus fort impact, le quotient de danger de chacun des polluants pris séparément est, quelle que soit la situation considérée, très inférieur à la valeur repère de 1, à l'exception de l'arsenic et du mercure (uniquement pour l'enfant).

Ceci peut s'expliquer par l'ingestion des produits manufacturés (viandes, volailles, lait, œufs, poissons, pommes de terre, céréales), l'arsenic et le mercure présentent un quotient de danger supérieur à 1 (arsenic : 9,7 pour les enfants et 5,9 pour les adultes, mercure : 2,2 pour les enfants).

Pour ces deux composés, la contribution de la rocade et axes secondaires aux risques chroniques pour les effets à seuil par la voie ingestion est inférieure à 1 % quelle que soit la situation étudiée.

Les quotients de dangers sommés en fonction des organes cibles sont également tous inférieurs à la valeur repère de 1, à l'exception de l'arsenic et du mercure (uniquement pour l'enfant) du fait de l'ingestion des produits manufacturés. La contribution de la rocade et axes secondaires aux risques chroniques pour les effets à seuil par la voie ingestion pour ces deux systèmes est inférieure à 1 % quelle que soit la situation étudiée.

La mise en place du projet ne conduit pas à une évolution de la contribution de la rocade (et des axes secondaires), cette dernière n'évoluant pas avec ou sans aménagement et le risque étant majoritairement dû à l'ingestion de produits manufacturés.

En conséquence, le risque sanitaire chronique, pour les effets à seuil, lié à l'ingestion des polluants atmosphériques émis par le trafic routier sur les tronçons étudiés est non significatif quelle que soit la situation considérée.

Au regard des quotients de danger calculés, et selon le principe de proportionnalité, il n'apparaît pas nécessaire de réaliser une analyse plus approfondie de l'impact du programme sur les risques sanitaires liés à la rocade et axes secondaires pour les effets à seuil liés à l'ingestion.

8.5.3 Caractérisation du risque chronique pour les effets sans seuil

Voie d'exposition par inhalation

Le tableau suivant présente les résultats liés à la caractérisation des risques par inhalation, pour les effets sans seuil des récepteurs de plus fort impact. Les résultats pour l'ensemble des récepteurs sont détaillés en annexe 19.

Tableau 67: Excès de risque individuel au récepteur le plus exposé – inhalation

Polluants	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	ERI inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)		Contribution rocade + axes secondaires	ERI inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)		Contribution rocade + axes secondaires	ERI inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)		Contribution rocade + axes secondaires	ERI inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)		Contribution rocade + axes secondaires	ERI inhalation (bruit de fond + rocade + axes secondaires)		Contribution rocade + axes secondaires	Récepteur de plus fort impact
		Initial 2005			Futur sans projet 2022			Futur avec projet 2022			Futur sans projet 2042			Futur avec projet 2042			
		Adulte/ Vie entière	Enfant		Adulte/ Vie entière	Enfant		Adulte/ Vie entière	Enfant		Adulte/ Vie entière	Enfant		Adulte/ Vie entière	Enfant		
Arsenic	4,3.10 ⁻³	1,8.10 ⁻⁶	3,6.10 ⁻⁷	13 %	1,8.10 ⁻⁶	3,6.10 ⁻⁷	13 %	1,8.10 ⁻⁶	3,6.10 ⁻⁷	13 %	1,8.10 ⁻⁶	3,6.10 ⁻⁷	13 %	1,8.10 ⁻⁶	3,6.10 ⁻⁷	13 %	R79
Chrome VI	1,2.10 ⁻²	1,4.10 ⁻⁶	2,8.10 ⁻⁷	15 %	1,4.10 ⁻⁶	2,8.10 ⁻⁷	15 %	1,4.10 ⁻⁶	2,9.10 ⁻⁷	18%	1,4.10 ⁻⁶	2,8.10 ⁻⁷	16 %	1,5.10 ⁻⁶	2,9.10 ⁻⁷	18 %	R130
Nickel	3,8.10 ⁻⁴	2,4.10 ⁻⁷	4,7.10-8	27 %	2,4.10 ⁻⁷	4,8.10 ⁻⁸	28 %	2,5.10 ⁻⁷	5,1.10 ⁻⁸	32%	2,5.10 ⁻⁷	4,9.10 ⁻⁸	30 %	2,6.10 ⁻⁷	5,1.10 ⁻⁸	32 %	R130
Benzo(a)Pyrène	8,7.10 ⁻²	1,3.10⁻⁵	2,5.10 ⁻⁶	12 %	1,2.10⁻⁵	2,5.10 ⁻⁶	9 %	1,3.10⁻⁵	2,5.10 ⁻⁶	12%	1,2.10⁻⁵	2,5.10 ⁻⁶	10 %	1,3.10⁻⁵	2,5.10 ⁻⁶	12 %	R130
Particules diesel	3,4.10 ⁻⁵	3,2.10⁻⁵	6,3.10 ⁻⁶	39 %	2,2.10⁻⁵	4,4.10 ⁻⁶	13 %	2,3.10⁻⁵	4,6.10 ⁻⁶	17%	2,2.10⁻⁵	4,4.10 ⁻⁶	14 %	2,3.10⁻⁵	4,6.10 ⁻⁶	17 %	R130
Benzène	2,6.10 ⁻⁵	1,9.10⁻⁵	3,9.10 ⁻⁶	16 %	1,7.10⁻⁵	3,3.10 ⁻⁶	2 %	1,7.10⁻⁵	3,3.10 ⁻⁶	2 %	1,7.10⁻⁵	3,3.10 ⁻⁶	2 %	1,7.10⁻⁵	3,3.10 ⁻⁶	2 %	R130
1,3-Butadiène	3,0.10 ⁻⁵	5,0.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶	23 %	4,0.10 ⁻⁶	8,0.10 ⁻⁷	4 %	4,0.10 ⁻⁶	8,1.10 ⁻⁷	5 %	4,0.10 ⁻⁶	8,1.10 ⁻⁷	5 %	4,1.10 ⁻⁶	8,1.10 ⁻⁷	5 %	R130
Acétaldéhyde	2,2.10 ⁻⁶	9,8.10 ⁻⁷	2,0.10 ⁻⁷	13 %	8,9.10 ⁻⁷	1,8.10 ⁻⁷	4 %	9,0.10 ⁻⁷	1,8.10 ⁻⁷	5 %	8,9.10 ⁻⁷	1,8.10 ⁻⁷	5 %	9,0.10 ⁻⁷	1,8.10 ⁻⁷	5 %	R130
Formaldéhyde	1,3.10 ⁻⁵	8,9.10 ⁻⁶	1,8.10 ⁻⁶	18 %	7,9.10 ⁻⁶	1,5.10 ⁻⁶	6 %	7,8.10 ⁻⁶	1,6.10 ⁻⁶	7 %	7,7.10 ⁻⁶	1,6.10 ⁻⁶	6 %	7,8.10 ⁻⁶	1,6.10 ⁻⁶	7 %	R130
ERI sommé		8,2.10⁻⁵	1,6.10⁻⁵	25 %	6,7.10⁻⁵	1,3.10⁻⁵	8 %	6,8.10⁻⁵	1,4.10⁻⁵	10 %	6,7.10⁻⁵	1,3.10⁻⁵	9 %	6,8.10⁻⁵	1,4.10⁻⁵	10 %	R130
Valeur repère		1,0.10 ⁻⁵															

En gras : ERI supérieur à la valeur repère de $1,0.10^{-5}$

L'examen de ce tableau montre qu'au droit du récepteur de plus fort impact, l'excès de risque individuel calculé pour les particules diesel, le benzène et le benzo(a)pyrène est, uniquement pour l'adulte / vie entière, supérieur à la valeur repère de 1.10^{-5} . Les excès de risque individuel calculés pour les autres composés sont inférieurs à la valeur repère.

Ceci peut s'expliquer par le bruit de fond qui est majoritairement à l'origine de ces dépassements.

Pour les particules diesel, bien que la contribution de la rocade et axes secondaires soit de 39 % en 2005, cette dernière est en baisse en 2022 et 2042. La mise en place du projet ne conduit pas à une évolution significative de la contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux risques liés à ces particules, le risque étant majoritairement dû au bruit de fond. Il en est de même pour le benzo(a)pyrène. Enfin, pour le benzène, il n'y a pas d'évolution avec ou sans aménagement en 2022 et 2042.

Conformément à ce qui est préconisé dans le guide INERIS, l'ensemble des risques cancérigènes a été sommé quel que soit le type de cancer provoqué, ceci afin d'estimer le risque cancérigène global par inhalation. L'excès de risque individuel sommé pour le récepteur le plus exposé est, enfant et adulte / vie entière, supérieur à la valeur repère de 1.10^{-5} quelle que soit la situation étudiée avec une valeur de l'ordre comprise entre $1,3.10^{-5}$ et $8,2.10^{-5}$.

Comme dit précédemment, ceci peut s'expliquer par le bruit de fond qui est majoritairement à l'origine de ce dépassement.

En effet, la contribution de la rocade (et axes secondaires) aux risques chroniques pour les effets sans seuil par la voie inhalation dans l'exposition globale est de :

- 25 % à l'état initial 2005 ;
- 8 % à l'horizon 2022 sans projet et 10 % à l'horizon 2022 avec projet ;
- 9 % à l'horizon 2042 sans projet et 10 % à l'horizon 2042 avec projet.

Finalement, la mise en place du projet ne conduit pas à une évolution significative de la contribution de la rocade (et des axes secondaires), cette dernière évoluant peu avec ou sans aménagement et le risque étant majoritairement dû au bruit de fond.

Il convient de signaler que les risques au droit des récepteurs ne représentent que des résultats partiels. Ainsi, une analyse plus fine de l'ERI sommé est réalisée ci-après sur l'ensemble du domaine d'étude pour les situations futures 2042 sans projet et avec projet.

On observe quelle que soit la situation étudiée, des zones, localisées le long de la rocade et de l'A63 ainsi que quelques axes secondaires, pour lesquelles l'ERI sommé est supérieur à la valeur repère de 10^{-5} .

En état initial, ces zones s'étendent jusqu'à des distances pouvant atteindre 180 m de part et d'autre de ces axes de circulation, des riverains sont présents dans ces zones : le risque sanitaire chronique pour les effets sans seuil lié à l'inhalation des polluants atmosphériques émis par le trafic routier sur les tronçons étudiés est donc significatif

Pour la situation future 2042, ces zones sont beaucoup plus localisées et ne s'étendent plus que jusqu'à des distances de 150 m, des riverains pouvant toujours être présents dans ces zones : le risque sanitaire chronique pour les effets sans seuil lié à l'inhalation des polluants atmosphériques émis par le trafic routier sur les tronçons étudiés est significatif pour les situations futures.

Toutefois, les calculs de risques ne mettent pas en évidence d'augmentation significative des risques du fait de l'aménagement de la rocade à 2x3 voies, par rapport aux trois autres situations considérées : état initial (2005) et 2022 / 2042 « sans projet ». Les dépassements des critères sanitaires obtenus à l'issue des calculs de risques peuvent être attendus en présence ou non du projet d'aménagement de la rocade.

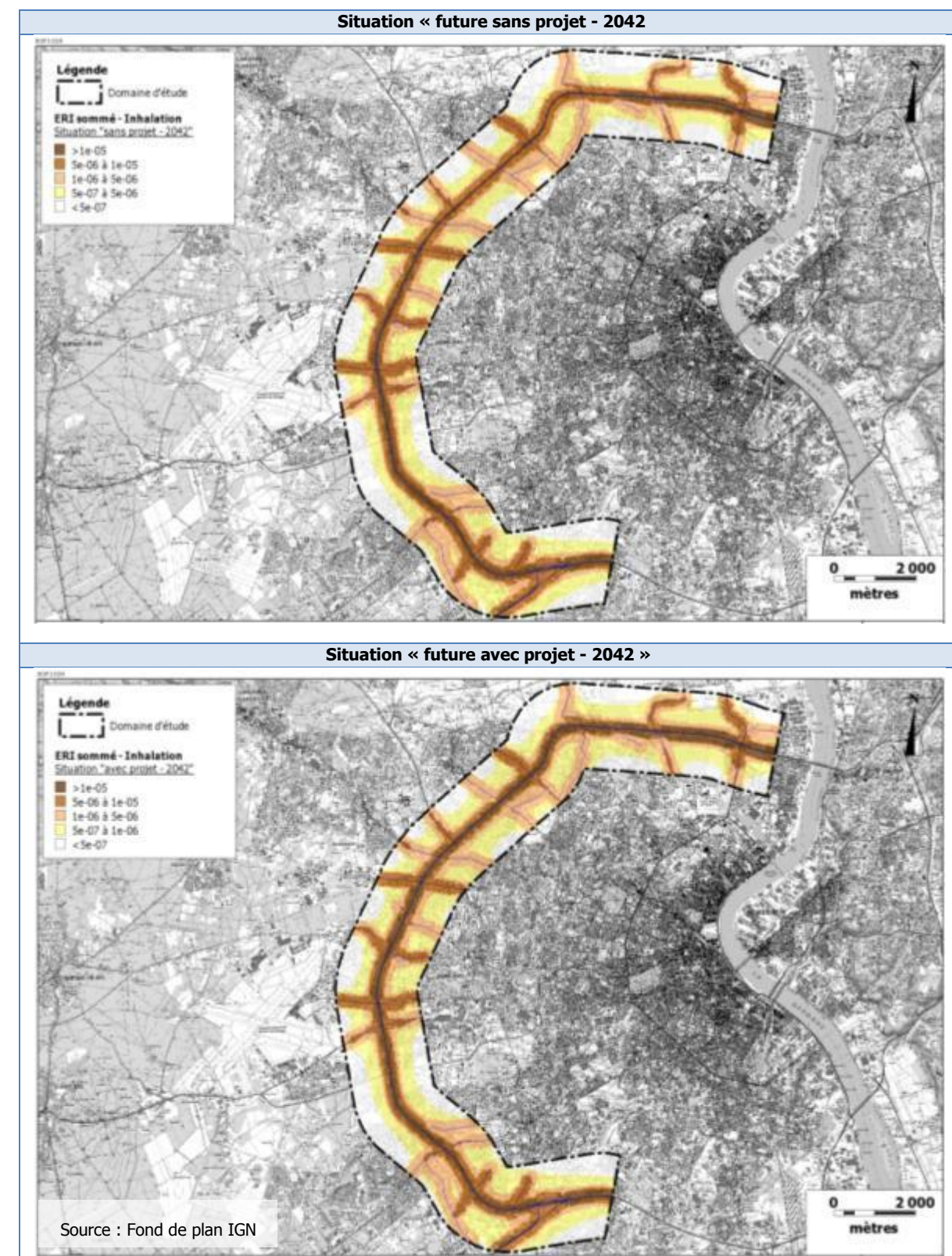


Figure 69: ERI sommé – inhalation (rocade + axes secondaires) – sans bruit de fond

Afin d'évaluer uniquement l'impact du futur projet, une comparaison entre les ERI sommés calculés pour les situations futures sans projet et les situations futures avec projet, en 2022 et 2042 respectivement, a été effectuée. Les résultats sont présentés sur la figure suivante.

La variation du risque est considérée comme significative lorsque l'augmentation de l'ERI fait apparaître un risque pour les populations avoisinantes.

L'analyse de ces cartes montre une augmentation des ERI au droit de la rocade. Les augmentations d'ERI engendrées par le projet sont au maximum de $1,5 \cdot 10^{-5}$. Les plus fortes variations concernent toutefois une zone limitée du domaine d'étude.

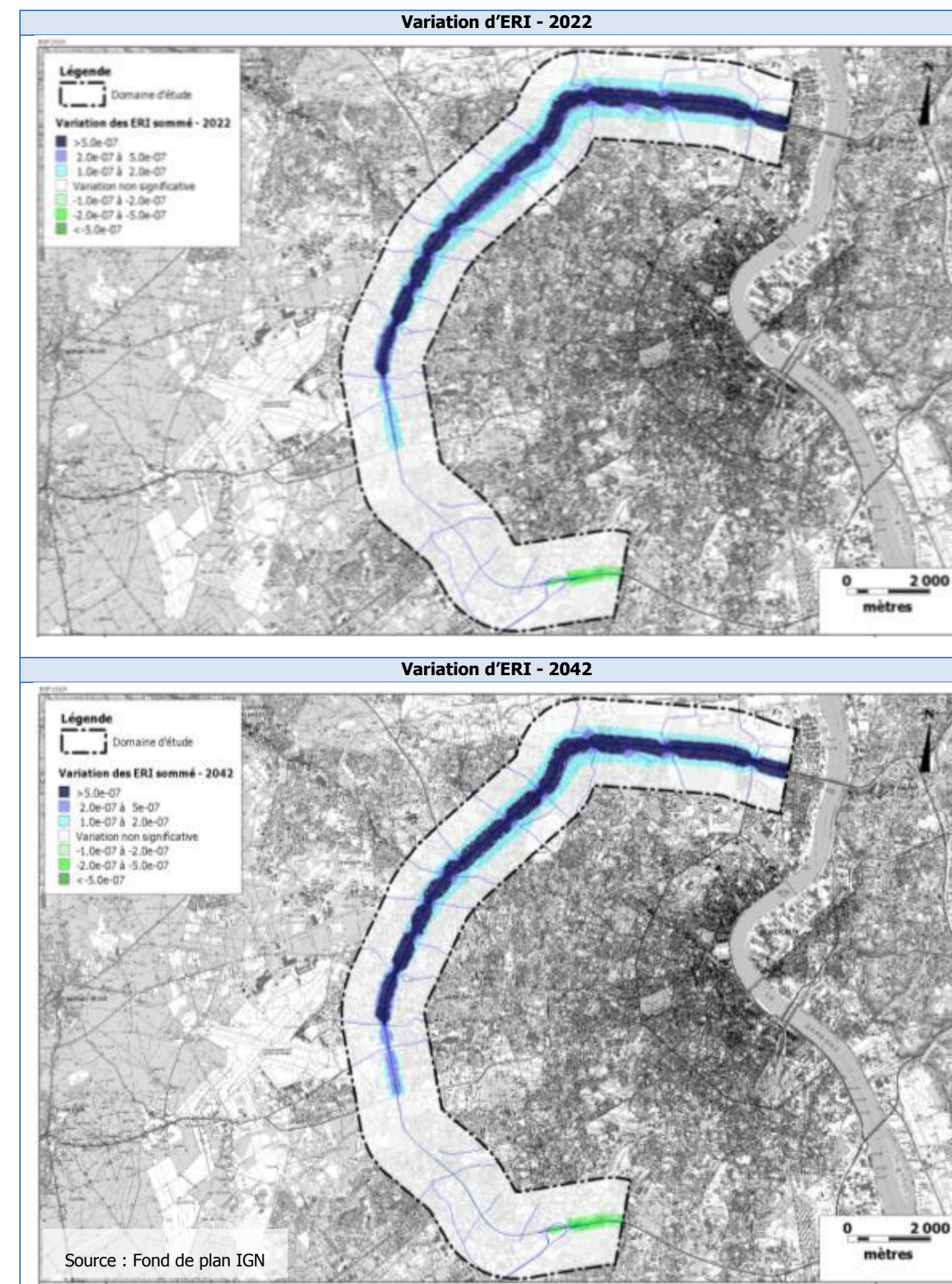


Figure 70: Impacts du futur projet sur les ERI sommés – inhalation (rocade + axes secondaires)

Voie d'exposition par ingestion

Le tableau suivant présente les résultats liés à la caractérisation des risques par ingestion, pour les effets sans seuil des récepteurs de plus fort impact. Les résultats pour l'ensemble des récepteurs sont détaillés en annexe 19.

Tableau 68: Excès de risque individuel au récepteur le plus exposé – ingestion

Polluants	VTR (µg/m³) ⁻¹	ERI ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)			Contribution rocade + axes secondaires			ERI ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)			Contribution rocade + axes secondaires			ERI ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)			Contribution rocade + axes secondaires			ERI ingestion (bruit de fond + pdts manufacturés + rocade + axes secondaires)			Contribution rocade + axes secondaires			Récepteur de plus fort impact						
		Initial 2005			Adulte	Enfant	Vie entière	Futur sans projet 2022			Adulte	Enfant	Vie entière	Futur avec projet 2022			Adulte	Enfant	Vie entière	Futur sans projet 2042			Adulte	Enfant	Vie entière		Futur avec projet 2042					
		Adulte	Enfant	Vie entière				Adulte	Enfant	Vie entière				Adulte	Enfant	Vie entière				Adulte	Enfant	Vie entière					Adulte	Enfant	Vie entière			
Arsenic	1,5	1.1.10 ⁻³	3.7.10 ⁻⁴	1.3.10 ⁻³	0.0%	0.0%	0.0%	1.1.10 ⁻³	3.7.10 ⁻⁴	1.3.10 ⁻³	0.0%	0.0%	0.0%	1.1.10 ⁻³	3.7.10 ⁻⁴	1.3.10 ⁻³	0.0%	0.0%	0.0%	1.1.10 ⁻³	3.7.10 ⁻⁴	1.3.10 ⁻³	0.0%	0.0%	0.0%	1.1.10 ⁻³	3.7.10 ⁻⁴	1.3.10 ⁻³	0.0%	0.0%	0.0%	R79
Chrome VI	7,3	1.8.10 ⁻⁵	1.6.10 ⁻⁵	3.0.10 ⁻⁵	0.3%	0.3%	0.3%	1.8.10 ⁻⁵	1.6.10 ⁻⁵	3.0.10 ⁻⁵	0.2%	0.2%	0.2%	1.8.10 ⁻⁵	1.6.10 ⁻⁵	3.0.10 ⁻⁵	0.2%	0.3%	0.3%	1.8.10 ⁻⁵	1.6.10 ⁻⁵	3.0.10 ⁻⁵	0.2%	0.2%	0.2%	1.8.10 ⁻⁵	1.6.10 ⁻⁵	3.0.10 ⁻⁵	0.2%	0.3%	0.3%	R130
ERI sommé		1.2.10 ⁻³	3.9.10 ⁻⁴	1.3.10 ⁻³	0.0%	0.0%	0.0%	1.2.10 ⁻³	3.9.10 ⁻⁴	1.3.10 ⁻³	0.0%	0.0%	0.0%	1.2.10 ⁻³	3.9.10 ⁻⁴	1.3.10 ⁻³	0.0%	0.0%	0.0%	1.2.10 ⁻³	3.9.10 ⁻⁴	1.3.10 ⁻³	0.0%	0.0%	0.0%	1.2.10 ⁻³	3.9.10 ⁻⁴	1.3.10 ⁻³	0.0%	0.0%	0.0%	R130

L'examen de ce tableau montre qu'au droit du récepteur de plus fort impact, l'excès de risque individuel de chacun des polluants pris séparément est, quelle que soit la situation considérée, supérieur à la valeur repère de 10⁻⁵.

Ceci peut s'expliquer par l'ingestion de produits manufacturés qui est essentiellement à l'origine de ces dépassements. En effet, la contribution de la rocade et axes secondaires est inférieure à 1 % quelle que soit la situation étudiée.

Conformément à ce qui est préconisé dans le guide INERIS, l'ensemble des risques cancérogènes a été sommé quel que soit le type de cancer provoqué, ceci afin d'estimer le risque cancérogène global par ingestion. Les excès de risque individuel sommé par ingestion sont également supérieurs à la valeur repère de 10⁻⁵, dont l'ingestion de produits manufacturés principalement à l'origine.

En conséquence, le risque sanitaire chronique pour les effets sans seuil, lié à l'ingestion des polluants atmosphériques émis par le trafic routier sur les tronçons étudiés, est non significatif quelle que soit la situation considérée. Comme pour les effets à seuil, au regard des excès de risque individuel lié à la rocade et axes secondaires, il n'apparaît pas nécessaire de réaliser une analyse plus approfondie de l'impact du projet.

Finalement, la mise en place du projet ne conduit pas à une évolution de la contribution de la rocade (et des axes secondaires), le risque étant majoritairement dû au produits manufacturés.

8.5.4 Caractérisation du risque sanitaire aigu

Le NO₂ est le principal traceur du trafic automobile et le déterminant du risque aigu. Ainsi, la VTR du NO₂ étant définie par l'OEHA pour 1 heure d'exposition, il a été décidé de considérer pour l'évaluation du risque aigu les percentiles 100 horaires.

Concernant les trois autres polluants des calculs de risque aigu (SO₂, acroléine et benzène), dont les VTR sont définies par l'ATSDR pour une exposition de 1 à 14 jours, il a été décidé de considérer les percentiles 100 journaliers.

Les organes cibles critiques pour les effets toxiques aigus sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 69: Synthèse des organes cibles critiques – inhalation aiguë

Organes cibles	Substances
Système respiratoire	Acroléine, NO ₂ , SO ₂
Système immunitaire	Benzène

Les tableaux suivants présentent les résultats liés à la caractérisation des risques aigus par inhalation, pour les effets à seuil au niveau du point d'impact maximal ; les temps d'exposition pour un risque aigu étant ceux relatifs à la VTR (soit 1 h d'exposition pour le NO₂ et 24 h d'exposition pour le benzène, l'acroléine et le dioxyde de soufre), il est nécessaire, dans une optique majorante, de considérer que la cible peut se trouver pendant ce laps de temps au point d'impact maximum du domaine d'étude (sur la rocade en voiture, sur un terrain de sport, etc...).

Tableau 70: Quotients de danger maximal – inhalation aiguë

Polluants	VTR (µg/m³)	QD inhalation (rocade + axes secondaires)				
		Adulte / Enfant				
		Initial	Futur sans projet	Futur avec projet	Futur sans projet	Futur avec projet
		2005	2022	2022	2042	2042
Acroléine	7	0,15	0,04	0,04	0,04	0,04
Benzène	30	0,14	0,01	0,01	0,01	0,01
NO ₂	470	1,39	0,47	0,46	0,52	0,55
SO ₂	26	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16
QD sommé		1,79	0,68	0,66	0,73	0,76
Valeur-repère		1,0				

En gras : QD supérieur à la valeur repère de 1

Tableau 71: Quotients de danger par organe cible – inhalation aiguë (rocade + axes secondaires)

Organe cible	QD inhalation (rocade + axes secondaires)				
	Adulte / Enfant				
	Initial	Futur sans projet	Futur avec projet	Futur sans projet	Futur avec projet
	2005	2022	2022	2042	2042
Système respiratoire	1,67	0,66	0,65	0,72	0,75
Système immunitaire	0,14	0,01	0,01	0,01	0,01
Valeur-repère	1,0				

En gras : QD supérieur à la valeur repère de 1

L'examen de ces tableaux montre qu'au droit du point d'impact maximal, le quotient de danger sommé est de l'ordre de 0,65 à 0,75 pour les horizons futurs 2022 et 2042 (avec et sans projet).

La valeur repère de 1 est dépassée pour l'état initial 2005 du fait du dioxyde d'azote.

Ainsi, dans les conditions d'études retenues, il apparaît que le risque sanitaire, pour une exposition aiguë et lié aux émissions des tronçons pris en compte, peut être jugé non significatif pour les effets à seuil aux horizons futurs (avec et sans projet).

En considérant la pollution de fond pour le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote, les quotients de danger sont les suivants :

Tableau 72: Quotients de danger maximal – inhalation aiguë (avec bruit de fond)

Polluants	VTR (µg/m³)	QD inhalation (rocade + axes secondaires + bruit de fond)				
		Adulte/Enfant				
		Initial	Futur sans projet	Futur avec projet	Futur sans projet	Futur avec projet
		2005	2022	2022	2042	2042
NO ₂	470	1,41	0,61	0,69	0,68	0,73
SO ₂	26	0,51	0,52	0,54	0,55	0,55
Acroléine	7	0,19	0,08	0,08	0,09	0,08
Benzène	30	0,19	0,06	0,06	0,06	0,06

En gras : QD supérieur à la valeur repère de 1

Le QD inhalation (avec bruit de fond) lié au dioxyde d'azote dépasse la valeur repère de 1 uniquement à l'état initial (2005). Ceux liés au dioxyde de soufre, de l'acroléine et du benzène respectent cette valeur repère pour les cinq situations.

9. Analyse qualitative des incertitudes

Les principales incertitudes liées à la caractérisation des risques concernent les points suivants :

- la quantification des émissions et l'estimation du trafic routier ;
- la représentativité de la station Météo France ;
- le bruit de fond ;
- la modélisation des phénomènes physiques et chimiques ;
- les valeurs toxicologiques de référence ;
- le temps d'exposition ;
- la modélisation inter-compartiment ;
- les polluants pris en compte ;
- le cas du plomb.

Les incertitudes associées à chacun de ces points sont discutées dans les paragraphes suivants.

9.1 La quantification des émissions et l'estimation du trafic routier

La quantification des émissions se base sur de nombreuses hypothèses qui engendrent des incertitudes.

Ces hypothèses, non exhaustives, sont :

- la vitesse de circulation des véhicules (données transmises par la DREAL) : la vitesse prise en compte sur certains tronçons est considérée comme constante. Elle ne tient pas compte des accélérations et décélérations en début et fin de tronçons,
- le nombre de véhicules pris en compte pour les différentes situations (état initial, situations futures avec et sans projet) (données transmises par la DREAL),
- les facteurs d'émissions utilisés par TREFIC (facteurs COPERT IV),
- la distribution du parc de véhicules, nationale et non locale,
- le parc de véhicules pour l'horizon 2042 correspond à celui de 2025, en l'absence de données pour les années postérieures à 2025.

La principale incertitude, pouvant modifier les résultats de l'étude, est le dénombrement des véhicules roulant pour les différentes situations, et en particulier pour les situations futures. Elle est cependant non quantifiable en l'état actuel des connaissances.

Il n'est pas possible de préciser si les hypothèses prises en compte sont minorantes ou majorante car les outils actuels ne permettent pas de préciser l'incertitude sur ces dernières.

9.2 Données météorologiques

Les données météorologiques utilisées pour les modélisations (direction du vent, vitesse du vent, température extérieure, pluviométrie et nébulosité) sont des données météorologiques tri-horaires sur une année fournies par Météo France. Elles sont issues de la station de Bordeaux-Mérignac, située à 2 km à l'ouest du projet routier. Cette station météorologique est considérée comme représentative par Météo France des conditions climatiques et météorologiques généralement rencontrées sur le domaine d'étude ; les incertitudes sur ces données ne sont donc pas de nature à modifier les conclusions de l'étude.

La pluviométrie a été intégrée dans le modèle. Ainsi, les dépôts calculés correspondent aux dépôts secs et humides.

9.3 Bruit de fond

Pour les calculs des concentrations en NO₂, SO₂ et PM₁₀, la pollution de fond a été intégrée dans le modèle, pour les calculs de concentrations. Les données proviennent des mesures réalisées par le réseau de surveillance de la qualité de l'air Airaq à la station de Talence (station de type urbaine de fond) pour l'année 2005.

Les niveaux moyens annuels mesurés sur la station de mesure de Talence ont été comparés sur les années 2005 et 2012 afin de constater si la prise en compte de l'année 2005 était majorante (paragraphe 4.2.2.3.3). Les niveaux sont globalement comparables entre les deux années avec une tendance générale à la baisse pour le NO₂ et le SO₂ et à la hausse pour les PM₁₀.

Concernant le SO₂ et le NO₂, la prise en compte du bruit de fond de l'année 2005 est donc un facteur majorant. Bien que non mesuré en 2012, la concentration en SO₂ de 2005 est probablement plus de deux fois plus importante qu'en 2012 étant données les mesures réalisées en contexte urbain. Pour le NO₂, la majoration est de 13 %, probablement liée à l'évolution du parc roulant qui est accompagnée d'amélioration technologique.

Il est cependant minorant pour les PM₁₀. La minoration est de 4%.

Concernant le benzène, mesuré sur la station « Bordeaux-Gambetta », les niveaux sont en baisse en 2012 par rapport à 2005, la prise en compte du bruit de fond de l'année 2005 est donc un facteur majorant.

9.4 Modélisation atmosphérique

Les incertitudes relatives aux calculs de modélisation sont de deux types : celles intrinsèques au modèle numérique et celles relatives à la qualité des données d'entrée du modèle.

Incertitudes du modèle numérique

La modélisation de la dispersion atmosphérique est basée sur des équations mathématiques qui doivent rendre compte des phénomènes physiques et chimiques comme nous pouvons les observer dans la réalité.

Dans le cadre de cette étude, un maillage fin a été appliqué autour des axes routiers ce qui permet de réduire les incertitudes sur l'évaluation des risques sanitaires pour la population présente à proximité de ces axes.

Incertitudes relatives aux données d'entrée

Un bon modèle peut donner de mauvais résultats, si les données d'entrée sont de mauvaise qualité.

Le tableau suivant regroupe les principaux paramètres d'entrée du modèle de dispersion et qualifie leur qualité (mauvaise, moyenne et bonne) par critère.

Tableau 73: Qualité des données d'entrée du modèle

Données d'entrée	Qualité	Commentaires
Occupation des sols	Bonne	Paramètre de rugosité constant sur le domaine, représentatif d'une occupation urbaine (valeur représentative de sol majoritairement urbain et périurbain)
Localisation des sources	Bonne	Localisation des tronçons routiers suffisamment précise
Caractéristiques physiques	Moyenne	Les obstacles (tels que les bâtiments.) n'ont pas été pris en compte dans le modèle en raison de leur faible impact du fait du caractère diffus de la pollution générée par le trafic routier.
Valeurs d'émission des sources	Moyenne	Incertitudes directement liées à quantification des émissions par la méthode COPERT IV et le comptage des véhicules
Définition des polluants gazeux	Bonne	L'hypothèse est faite que les gaz se dispersent comme un traceur passif
Définition des polluants particulaires	Moyenne	Chaque polluant particulaire possède des propriétés physico-chimiques propres (densité, diamètre...). Compte tenu de la variabilité des polluants contenus dans les particules, il existe une incertitude sur leurs caractéristiques

9.5 Valeurs toxicologiques de référence

VTR proposée par l'Anses

Dans le cadre de la révision de la circulaire relative aux études d'impact concernant la construction ou l'aménagement d'infrastructures routières, l'Anses a été saisie afin d'actualiser la liste des substances à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires. Dans un avis et un rapport publiés en août 2012²⁶, l'agence propose des VTR différentes du choix issu de l'application de la circulaire DGS.

VTR des substances présentant des effets toxiques à seuil

L'Anses préconise des VTR différentes pour les substances suivantes :

Tableau 74: Discussion sur les VTR inhalation – à seuil

Substances	VTR retenue par l'Anses	VTR « DGS » retenue dans le cadre de l'étude	La VTR retenue dans le cadre de l'étude est :
Benzène	VTR = 10	RfC = 30	Minorante facteur 3
Arsenic	REL = 0,015	TCA = 1	Minorante facteur 67
Nickel	TCA = 0,05	MRL = 0,09	Minorante facteur 1,8
Mercur	REL = 0,03	RfC = 0,3	Minorante facteur 10

Tableau 75: Discussion sur les VTR ingestion – à seuil

Substances	VTR retenue par l'Anses	VTR « DGS » retenue dans le cadre de l'étude	La VTR retenue dans le cadre de l'étude est :
Arsenic	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	Minorante facteur 67
Baryum	$2,0 \cdot 10^{-2}$	0,2	Minorante facteur 10

De plus, il est à noter qu'aucune VTR n'est considérée pour le chrome (III ou VI) et le mercure dans le tableau 1 de l'annexe 11 du rapport de l'Anses.

²⁶ Saisine « 2010-SA-0283 Infrastructures Routières »

Au regard des niveaux de risques estimés pour les effets à seuil de ces substances, les facteurs d'incertitudes sur les VTR ne sont pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

En effet, pour la voie inhalation, si l'on prend l'exemple de l'horizon 2022 avec projet, ces quatre composés (benzène, arsenic, nickel et mercure) sont à l'origine de 0,48 % du risque au récepteur de plus fort impact.

Pour la voie inhalation, le QD sommé serait de 1,39 contre 1,37 avec les VTR « DGS ».

Pour la voie ingestion, les QD sommés passeraient à 0,009 (contre < 0,001) pour les adultes et à 0,054 (contre 0,001) pour les enfants.

Pour les autres composés contributeurs de risque (particules diesel et acroléine), l'Anses préconise la même VTR que celles sélectionnée à partir de la circulaire DGS.

Concernant, les particules diesel, dans notre étude, les particules diesel ont été considérées avec la VTR préconisée par la circulaire DGS. Or l'Anses préconise de ne pas retenir de VTR spécifiques et assimile les particules diesel aux PM_{2,5}.

Si l'on compare la concentration en PM_{2,5} globale (particules diesel et PM_{2,5}) au récepteur de plus fort impact à l'horizon 2042 avec projet, qui est de 1,8 µg/m³, cette concentration reste inférieure à la valeur guide de l'OMS de 10 µg/m³ sur le long terme.

VTR des substances présentant des effets toxiques sans seuil

L'Anses préconise des VTR différentes pour les substances suivantes :

Tableau 76: Discussion sur les VTR inhalation – sans seuil

Substances	VTR retenue par l'Anses	VTR « DGS retenue dans le cadre de l'étude	La VTR retenue dans le cadre de l'étude est :
Benzène	ERU = 6,0.10 ⁻⁶	ERU = 2,6.10 ⁻⁵	Majorante Facteur 4,3
Chrome VI	ERU = 1,5.10 ⁻¹	ERU = 1,20.10 ⁻²	Minorante Facteur 13
1,3-butadiène	ERU = 1,7.10 ⁻⁴	ERU = 3.10 ⁻⁵	Minorante Facteur 6
Nickel	ERU = 2,6.10 ⁻⁴	ERU = 3,8.10 ⁻⁴	Majorante Facteur 1,5

A noter qu'aucune VTR n'est préconisée pour le formaldéhyde dans le tableau 1 de l'annexe 11 du rapport de l'Anses.

Tableau 77: Discussion sur les VTR ingestion – sans seuil

Substances	VTR retenue par l'Anses	VTR « DGS retenue dans le cadre de l'étude	La VTR retenue dans le cadre de l'étude est :
Benzo(a)pyrène	1,2.10 ¹	7,3	Minorante Facteur 1,6

Pour la voie inhalation, si l'on prend l'exemple de l'horizon 2022 avec projet, les quatre composés (tableau 79) sont à l'origine d'un peu plus de 9 % du risque au récepteur de plus fort impact à l'horizon 2022 avec projet.

Pour la voie inhalation, l'ERI sommé serait de 9,9.10⁻⁶ contre 6,9.10⁻⁶ avec les VTR « DGS ». Le risque, bien qu'inférieur à la valeur-repère, est toutefois proche de cette dernière.

Pour la voie ingestion, l'ERI sommé maximal (celui pour les enfants) serait de 1,5.10⁻⁷ contre 9,95.10⁻⁸ avec les VTR « DGS ». Les facteurs d'incertitudes sur les VTR sans seuil pour l'ingestion ne sont pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

Analyse des VTR par BURGEAP

Les valeurs toxicologiques de référence comportent structurellement des sources d'incertitudes prises en compte dans l'élaboration même des valeurs. Il est habituellement admis que les valeurs proposées par les organismes compétents sont, dans l'état actuel des connaissances, précautionneuses.

La circulaire n° 2006-234 du 30 mai 2006 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations de risques sanitaires dans le cadre des études d'impact a été prise en compte pour la sélection des VTR. Un choix essentiellement basé sur des critères toxicologiques aurait pu conduire à des choix différents de cette circulaire mais également des préconisations de l'Anses.

VTR des substances présentant des effets toxiques à seuil

L'analyse des VTR retenues par BURGEAP aboutit au choix de VTR différentes de la circulaire DGS et de l'Anses pour les substances suivantes :

Tableau 78: Discussion sur les VTR inhalation – à seuil

Substances	VTR retenue par BURGEAP	VTR "DGS" retenue dans le cadre de l'étude	La VTR retenue dans le cadre de l'étude est :
Mercure	MRL = 0,2	RfC = 0,3	Minorante facteur 1,5

Au regard des niveaux de risques estimés pour les effets à seuil de ces substances, les facteurs d'incertitudes sur les VTR ne sont pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

En effet, si l'on prend l'exemple de l'horizon 2022 avec projet, pour la voie inhalation, le mercure est à l'origine de 0,004 % du risque au récepteur le plus impacté. Pour la voie inhalation, le QD sommé serait identique.

Pour les autres substances et notamment pour l'acroléine, principal contributeur des risques estimés pour les effets à seuil, BURGEAP choisit les mêmes VTR que celles sélectionnées selon la circulaire de la DGS et l'Anses.

VTR des substances présentant des effets toxiques sans seuil

BURGEAP préconise des VTR différentes de la circulaire DGS pour les substances suivantes :

Tableau 79: Discussion sur les VTR inhalation – sans seuil

Substances	VTR retenue par BURGEAP	VTR "DGS" retenue dans le cadre de l'étude	La VTR retenue dans le cadre de l'étude est :
Arsenic	ERU = 1,50.10 ⁻³	ERU = 4,30.10 ⁻³	Majorante facteur 3
Chrome VI	ERU = 4,00.10 ⁻²	ERU = 1,20.10 ⁻²	Minorante facteur 3
Benzo(a)pyrène	ERU = 1,1.10 ⁻³	ERU = 8,7.10 ⁻²	Majorante facteur 79

Tableau 80: Discussion sur les VTR ingestion – sans seuil

Substances	VTR retenue par BURGEAP	VTR "DGS" retenue dans le cadre de l'étude	La VTR retenue dans le cadre de l'étude est :
Benzo(a)pyrène	ERU = 0,2	ERU = 7,3	Majorante facteur 40

Au regard des niveaux de risques estimés pour les effets sans seuil de ces substances, les facteurs d'incertitudes sur les VTR ne sont pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

A titre d'exemple, pour la voie inhalation, l'ERI sommé serait de 6,0.10⁻⁶ contre 6,9.10⁻⁶ avec les VTR « DGS » à l'horizon 2022 avec projet.

Pour la voie ingestion, l'ERI sommé maximal (celui pour les enfants) serait de 3,45.10⁻⁷ contre 9,95.10⁻⁸ avec les VTR « DGS ».

Pour les autres composés contributeurs de risque (particules diesel et acroléine), BURGEAP choisit les mêmes VTR que celles sélectionnées selon la circulaire de la DGS.

Par ailleurs, les effets de synergies interpolluants, qu'ils soient positifs ou négatifs, ne peuvent être évalués faute de données suffisantes dans les bases de données toxicologiques consultées.

9.6 Temps d'exposition

Nous avons adopté, dans le cadre du scénario d'exposition étudié, l'hypothèse que les cibles du domaine d'étude sont exposées aux émissions liées aux trafics automobile 100 % du temps, c'est-à-dire 24 heures sur 24 et 365 jours par an. Or il s'avère que cette hypothèse est majorante au vu des données issues de la base CIBLEX élaborée par l'ADEME et l'Institut de radioprotection de sûreté nucléaire (IRSN), qui contient de nombreux paramètres descriptifs de la population française et notamment le budget espace / temps, c'est-à-dire le temps passé à l'intérieur et à l'extérieur du lieu d'habitation.

Le tableau suivant présente, pour les adultes et les enfants, le temps moyen passé hors du lieu d'habitation, pour les communes de 20 000 à 100 000 habitants (données départementales – Gironde). Les activités présentées sont données à titre d'exemple, cette liste n'étant pas exhaustive.

Tableau 81: Temps passé à l'extérieur du lieu d'habitation en min/jour

	Adulte		Enfant	
	17 à 60 ans	Plus de 61 ans	1 à 2 ans	2 à 7 ans
Promenade hors lieu d'habitation	7 à 150	88	45	75
Lieu de travail / école	290 à 561	247	240	210

D'après les informations mentionnées dans ce tableau, la population (adulte et enfant) passe une grande partie de son temps à l'extérieur des habitations.

Par ailleurs, l'enquête INSEE sur l'emploi du temps et les conditions de vie des ménages⁴ mentionne des temps de présence au domicile de 19 heures par jour pour les adultes et de 20 heures par jour pour les enfants.

Ces données confirment que l'hypothèse retenue correspondant à une présence des cibles (riverains, écoliers...) 100 % du temps sur le lieu d'habitation, l'école (intérieur ou extérieur) est source d'incertitude quant aux valeurs d'indice de risque et d'excès de risque individuel mais reste majorante.

HYPOTHÈSES « RÉALISTES »

Les calculs ont été réalisés avec les hypothèses suivantes :

- une exposition permanente par inhalation et par ingestion (sol et végétaux) à des concentrations moyennes, 5 796 h par an, soit une personne qui quitte 45 heures par semaine la zone d'étude et qui est absente 26 jours par an du domicile lors des congés ;
- une population cible, constituée potentiellement d'adultes et d'enfants :
 - des enfants résidant dans les logements, d'un âge supposé être compris entre 0 et 6 ans, présents 5796 h par an à leur domicile, dans une approche majorante, avec une durée d'exposition de 6 ans ;
 - des adultes résidant dans les logements, présents 5796 h par an à leur domicile, dans une approche majorante, avec une durée d'exposition de 30 ans correspondant au 90^e percentile de la distribution des durées de résidence, en France, d'après les abonnements à EDF (durée est préconisée par l'INERIS et l'Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques).

Compte-tenu des faibles niveaux de risques pour la voie ingestion, nous ne présentons que les résultats relatifs à la voie inhalation (pour les concentrations modélisées sans fond).

Tableau 82: Quotient de danger aux récepteurs de plus fort impact – inhalation – Hypothèses « réalistes »

Polluants	VTR (µg/m³)	QD inhalation					Récepteur de plus fort impact
		Adulte/Enfant					
		Initial 2005	Futur sans projet 2022	Futur avec projet 2022	Futur sans projet 2042	Futur avec projet 2042	
Arsenic	1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R79
Baryum	1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R130
Cadmium	0,45	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R79
Cadmium (effets cancérogènes)	0,3	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R79
Chrome III	60	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R130
Chrome VI	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	R130
Mercure	0,3	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R79
Nickel	0,09	0,003	0,003	0,004	0,003	0,004	R130
Particules diesel	5	0,113	0,025	0,035	0,028	0,035	R130
Benzène	30	0,006	0,001	0,001	<0,001	0,001	R130
1,3-Butadiène	2	0,030	0,004	0,005	0,005	0,005	R130
Acétaldéhyde	9	0,010	0,003	0,004	0,004	0,004	R130
Acroléine	0,02	2,086	0,714	0,853	0,806	0,871	R130
Formaldéhyde	10	0,019	0,005	0,006	0,006	0,006	R130
QD sommé		2,27	0,76	0,91	0,85	0,93	R130
Valeur Repère		1,0					

Tableau 83: Excès de risque individuel aux récepteurs de plus fort impact – inhalation – Hypothèses « réalistes »

Polluants	VTR (µg/m³)	ERI inhalation		Récepteur de plus fort impact
		Initial 2005		
		Adulte/ Vie entière	Enfant	
Arsenic	4,3.10 ⁻³	1.5.10 ⁻⁷	3.0.10 ⁻⁸	R79
Chrome VI	1,2.10 ⁻²	1.3.10 ⁻⁷	2.7.10 ⁻⁸	R130
Nickel	3,8.10 ⁻⁴	4.2.10 ⁻⁸	8.4.10 ⁻⁹	R130
Benzo(a)Pyrène	8,7.10 ⁻²	1.0.10 ⁻⁶	2.0.10 ⁻⁷	R130
Particules diesel	3,4.10 ⁻⁵	8.2.10 ⁻⁶	1.6.10 ⁻⁶	R130
Benzène	2,6.10 ⁻⁵	2.1.10 ⁻⁶	4.2.10 ⁻⁷	R130
1,3-Butadiène	3,0.10 ⁻⁵	7.6.10 ⁻⁷	1.5.10 ⁻⁷	R130
Acétaldéhyde	2,2.10 ⁻⁶	8.5.10 ⁻⁸	1.7.10 ⁻⁸	R130
Formaldéhyde	1,3.10 ⁻⁵	1.1.10 ⁻⁶	2.1.10 ⁻⁷	R130
ERI sommé		1.4.10 ⁻⁵	2.7.10 ⁻⁶	R130
Valeur repère		1,0.10 ⁻⁵		

	VTR (µg/m³)	ERI Inhalation								Récepteur le plus impacté
		Futur sans projet 2022		Futur avec projet 2022		Futur sans projet 2042		Futur avec projet 2042		
Polluants		Adulte/vie entière	Enfant	Adulte/vie entière	Enfant	Adulte/vie entière	Enfant	Adulte/vie entière	Enfant	
Arsenic	4,3.10 ⁻³	1.5.10 ⁻⁷	3.0.10 ⁻⁸	1.5.10 ⁻⁷	3.0.10 ⁻⁸	1.5.10 ⁻⁷	3.0.10 ⁻⁸	1.5.10 ⁻⁷	3.0.10 ⁻⁸	R79
Chrome VI	1,2.10 ⁻²	1.4.10 ⁻⁷	2.9.10 ⁻⁸	1.7.10 ⁻⁷	3.4.10 ⁻⁸	1.5.10 ⁻⁷	3.1.10 ⁻⁸	1.7.10 ⁻⁷	3.5.10 ⁻⁸	R130
Nickel	3,8.10 ⁻⁴	4.5.10 ⁻⁸	9.0.10 ⁻⁹	5.3.10 ⁻⁸	1.1.10 ⁻⁸	4.8.10 ⁻⁸	9.7.10 ⁻⁹	5.4.10 ⁻⁸	1.1.10 ⁻⁸	R130
Benzo(a)Pyrène	8,7.10 ⁻²	7.4.10 ⁻⁷	1.5.10 ⁻⁷	9.7.10 ⁻⁷	1.9.10 ⁻⁷	8.2.10 ⁻⁷	1.6.10 ⁻⁷	1.0.10 ⁻⁶	2.0.10 ⁻⁷	R130
Particules diesel	3,4.10 ⁻⁵	1.8.10 ⁻⁶	3.7.10 ⁻⁷	2.6.10 ⁻⁶	5.2.10 ⁻⁷	2.0.10 ⁻⁶	4.1.10 ⁻⁷	2.6.10 ⁻⁶	5.2.10 ⁻⁷	R130
Benzène	2,6.10 ⁻⁵	1.7.10 ⁻⁷	3.4.10 ⁻⁸	2.3.10 ⁻⁷	4.6.10 ⁻⁸	1.6.10 ⁻⁷	3.3.10 ⁻⁸	2.1.10 ⁻⁷	4.2.10 ⁻⁸	R130
1,3-Butadiène	3,0.10 ⁻⁵	1.1.10 ⁻⁷	2.2.10 ⁻⁸	1.2.10 ⁻⁷	2.5.10 ⁻⁸	1.2.10 ⁻⁷	2.5.10 ⁻⁸	1.3.10 ⁻⁷	2.6.10 ⁻⁸	R130
Acétaldéhyde	2,2.10 ⁻⁶	2.6.10 ⁻⁸	5.3.10 ⁻⁹	3.1.10 ⁻⁸	6.3.10 ⁻⁹	3.0.10 ⁻⁸	6.0.10 ⁻⁹	3.2.10 ⁻⁸	6.4.10 ⁻⁹	R130
Formaldéhyde	1,3.10 ⁻⁵	2.9.10 ⁻⁷	5.8.10 ⁻⁸	3.5.10 ⁻⁷	6.9.10 ⁻⁸	3.3.10 ⁻⁷	6.6.10 ⁻⁸	3.5.10 ⁻⁷	7.1.10 ⁻⁸	R130
ERI sommé		3.4.10 ⁻⁶	6.9.10 ⁻⁷	4.6.10 ⁻⁶	9.2.10 ⁻⁷	3.7.10 ⁻⁶	7.6.10 ⁻⁷	4.6.10 ⁻⁶	9.3.10 ⁻⁷	R130
Valeur repère		1,0.10 ⁻⁵								

En gras : ERI supérieur à la valeur repère de 1,0.10⁻⁵

Compte-tenu d'une exposition moins importante, les niveaux de risques sont plus faibles que pour le scénario majorant considérant les riverains présents 100% du temps sur le lieu d'habitation.

Effectivement, il convient de préciser que les niveaux de risque sont directement proportionnels au temps d'exposition.

Toutefois, la modification des durée d'exposition de modifie pas les conclusions de l'étude relatives à la contribution de la rocade et des axes secondaires aux calculs de risques :

- les risques restent significatifs pour l'acroléine en situation initiale ;
- pour les effets sans seuil, les risques pour les particules diesel sont inférieurs à la valeur de 10⁻⁵, mais le cumul des ERI reste supérieur à la valeur seuil en situation initiale.

9.7 La modélisation inter-compartiment

Les concentrations dans les sols et les végétaux ont été estimées à partir d'un modèle de transfert, basé sur les pratiques en vigueur (notamment US-EPA, 1998). Les paramètres utilisés dans les équations mises en œuvre présentant une source d'incertitudes et influençant les résultats du risque sont présentés ci-après.

Quantité de sols ingérés

Dans le cadre de la présente étude, les quantités de sols ingérées par jour de présence sur le domaine d'étude ont été considérées comme suit : pour la présence d'adultes et d'enfants dans leurs jardins privatifs, les débits respectifs de 50 et 91 mg par événement ne tiennent pas compte de la durée de présence des cibles dans leurs jardins.

L'US-EPA (2001) recommande de ne pas tenir compte de la relation linéaire entre le temps de présence et la quantité de sol ingéré, l'événement considéré par l'US-EPA ayant une durée de 24 heures. Cette recommandation est suivie par un certain nombre de modèles intégrés dont RISC 4.0 (Waterloo Hydrogeologics). L'INERIS considère cependant que cette approche est exagérément conservatoire et recommande de pondérer les quantités de sol ingéré par le taux de présence horaire.

Compte tenu de ces éléments et des incertitudes importantes liés à cette évaluation, l'approche retenue par BURGEAP apparaît conservatoire pour les fréquentations des espaces verts, et suit le principe de précaution. Nous considérons que la surestimation potentielle du risque peut être d'un facteur 2 ou plus (si la fréquentation en période estivale peut être journalière, en période hivernale, elle est probablement nettement plus faible).

En ce qui concerne l'ingestion de sol et de poussières :

- pour les adultes, la valeur recommandée par l'EPA pour la quantité de sol ingérée par un adulte est de 50 mg/j [US-EPA 1997] ;
- pour les enfants, de nombreuses études de mesure d'ingestion de particules de sol ont été menées [Binder et al. 1991, Clausing et al. 1987, Davies et al. 1990, Calabrese et al. 1989, Stanek et Calabrese 1991, Van Wijnen et al. 1990, Staneck 2001]. Les valeurs moyennes se situaient entre 39 mg/j et 271 mg/j de sol ingéré, avec une moyenne globale de 146 mg/j de sol ingéré, et 191 mg/j de sol et poussières ingérés. A partir de ces données, une quantité moyenne de 150 mg/j de sol ingéré par un enfant a été retenue par l'INERIS [INERIS 2001]²⁷. A noter qu'en 2012, l'InVS a réévalué à la baisse la quantité moyenne de sol ingéré par les enfants à 91 mg/j [InVS-2012]²⁸.

Compte tenu du faible quotient de danger par ingestion, ces incertitudes ne sont pas de nature à modifier les conclusions de l'étude.

Utilisation de facteurs de bioconcentration

Les concentrations en métaux via la chaîne alimentaire ont été évaluées en adoptant des facteurs de bioconcentration (BCF) issus de la littérature. Les BCF utilisés dans cette étude sont présentés en annexe 18.

²⁷ INERIS, « Méthode de calcul des valeurs de constat d'impact dans les sols », novembre 2001

²⁸ INVS, « Synthèse des travaux du département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition », 2012

Les BCF issus de la littérature présentent une variabilité importante en fonction de la teneur en matière organique des sols, du pH, etc. et on note des variations qui sont parfois de plusieurs ordres de grandeur entre les valeurs présentées.

Les incertitudes importantes sur les concentrations dans les végétaux évaluées engendrent une incertitude tout aussi importante sur l'estimation du risque induit par la consommation de végétaux auto-produits. Cependant, en l'état actuel des connaissances scientifiques et techniques, celle-ci ne peut être réduite. L'approche retenue qui suit le principe de prudence et de proportionnalité (écartant les facteurs de bioconcentration extrêmes) permet cependant de conclure sur la non-significativité du risque.

Compte tenu du faible quotient de danger par ingestion, ces incertitudes ne sont pas de nature à modifier les conclusions de l'étude.

Enfin, nous considérons que les pratiques usuelles intègrent la lavage des végétaux avant ingestion.

Par ailleurs, l'apport par dépôt de poussières polluées pourrait en effet être pris en compte (à l'aide des équations du modèle HESP) mais il demeure négligeable par rapport à l'accumulation des polluants à partir des racines. L'apport par dépôt sur les feuilles est 20 fois moins important que par voie racinaire. On a donc une source d'incertitude de l'ordre de 4 %, ce qui est négligeable dans ce type d'étude. Nous considérons donc cette voie comme minoritaire.

9.8 Choix des polluants

Rappelons qu'il a été considéré que :

- les particules diesel ont été assimilées à un diamètre de 2,5 µm ;
- pour le chrome, 10 % du chrome total se retrouve sous forme de chrome VI et 90% sous forme de chrome III, ce qui engendre des incertitudes supplémentaires.

Ces hypothèses peuvent toutefois être qualifiées de majorantes en termes d'impact sanitaire.

Par ailleurs, les 16 polluants réglementaires à examiner dans le cadre d'une étude de niveau I sont actuellement définis dans la note méthodologique de 2005 du CERTU.

Dans un avis et un rapport publiés en juillet 2012, l'Anses propose une liste de quatorze polluants et de deux familles de polluants. A l'heure actuelle, ce rapport n'est pas retranscrit dans la réglementation.

Le tableau suivant présente la liste des polluants réglementaires défini dans la note méthodologique du CERTU (liste retenue dans le cadre de cette étude) ainsi que celle proposé par l'Anses dans son avis publié en juillet 2012.

Tableau 84: Liste des polluants à prendre en compte selon le CERTU et selon l'Anses

Polluants	CERTU	Anses
Acroléine (C ₃ H ₄ O)	X	X
Dioxyde d'azote (NO ₂)	X	X
Dioxyde de soufre (SO ₂)	X	
Benzène (C ₆ H ₆)	X	X
Formaldéhyde (CH ₂ O)	X	X
1,3-butadiène (C ₄ H ₆)	X	X
Acétaldéhyde (CH ₃ CHO)	X	X
Ethylbenzène (C ₈ H ₁₀)	X	X
Propionaldéhyde (C ₂ H ₅ CHO)		X
Ammoniac (NH ₃)		X
Poussières totales (PM)	X	
Particules diesel	X	
Poussières de diamètre < 10 µm (PM10)		X
Poussières de diamètre < 2,5 µm (PM2,5)		X
Benzo(a)pyrène (BaP)	X	
16 HAP*		X
Naphtalène (C10H8)		X
Chrome (Cr)	X	X
Nickel (Ni)	X	X
Cadmium (Cd)	X	
Arsenic (As)	X	X
Plomb (Pb)	X	
Mercuré (Hg)	X	
Baryum (Ba)	X	
Dioxines et furanes		X

* acénaphthène, acénaphthylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)peryène, chrysène, dibenzo(ah)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène

Source : Note méthodologique du CERTU, février 2005 et avis Anses, saisine n°2010-SA-0283, juillet 2012

La prise en compte de la liste des polluants préconisée par l'ANSES n'est pas de nature à modifier les conclusions sur l'évaluation des risques sanitaires.

En effet, pour l'ammoniac et le propionaldéhyde, l'organe cible est le système respiratoire : organe cible pour lequel le QD est supérieur à 1 dans notre étude. Le risque est donc déjà significatif au regard de la valeur repère.

Pour la famille des HAP, le B(a)P est considéré comme le composé le plus toxique de la famille. Le principal composé émis par le trafic routier correspond au fluoranthène (multiplié par 12 par rapport aux émissions de B(a)P, source CITEPA – avril 2014), qui est 1000 fois moins toxique que le B(a)P. L'excès de risque lié à la prise en compte des 15 composés de la famille des HAP n'est pas de nature à modifier les conclusions de l'étude. Si on avait pris le fluoranthène comme représentant des HAP, le risque calculé dû à ce dernier aurait représenté 1% du risque calculé dû au BaP.

La principale voie d'exposition pour les dioxines correspond à l'ingestion d'aliments gras. Or dans la bande d'étude, il n'a pas été recensé d'usages liés à l'élevage. Le risque lié à l'ingestion de dioxines est donc limité.

Toutefois, rappelons que les particules diesel ne sont pas incorporées au calcul de risque proposé par l'Anses ; or ce polluant est le déterminant du risque pour les effets sans seuil. Si l'on compare la concentration en PM2,5 globale (particules diesel et PM2,5) au récepteur de plus fort impact à l'horizon 2042 avec projet, qui est de 1,8 µg/m³, cette concentration reste inférieure à la valeur-guide de l'OMS. Sur le domaine d'étude, la concentration maximale est de 12,2 µg.m³ soit légèrement supérieure à la valeur-guide.

9.9 Cas du plomb

La généralisation des carburants sans plomb (depuis janvier 2000) entraîne une baisse significative de la pollution plombée. Les émissions de plomb (Pb) en France métropolitaine ont, en effet, très fortement baissé sur la période 1990-2011. Elles sont passées de 4 305 t en 1990 à 128 t en 2011 (- 97 % sur cette période).

Le plomb (Pb), était principalement émis par le trafic automobile jusqu'à l'interdiction de l'essence plombée. Les autres sources de plomb sont la première et la seconde fusion du plomb, la fabrication de batteries électriques, la fabrication de certains verres (cristal), etc.

L'exposition au plomb et à ses composés peut entraîner des problèmes de santé regroupés sous le terme de saturnisme. Le plomb pénètre dans l'organisme par le nez (poussières, fumées) ou la bouche (mains sales, aliments souillés). En cas de contacts répétés, il provoque des atteintes du système nerveux, des reins, du sang ou encore du système digestif. Le plomb ne doit donc pas être perdu de vue,

Les QD estimés pour la voie ingestion dans le cas « rocade + pollution de fond (prise en compte des résultats des campagnes de mesures) » par Cap Environnement sont repris ci-dessous.

Tableau 85: Quotients de danger cumulés aux points de mesures (voie ingestion)

QD chroniques cumulés		[0 ; 1 an [	[1 ; 2 ans [	[2 ; 7 ans [	[7 ; 12 ans [	[12 ; 17 ans [	[17 ; 60 ans [	[61 ans et plus [
(sans unité)		maximal						
Plomb	Etat initial	0.05	0.33	0.21	0.12	0.07	0.02	0.03

Il apparaît que les QD estimés pour la voie ingestion sont tous inférieurs au seuil critique de 1, quelle que soit la classe d'âge concernée.

La prise en compte du plomb dans le calcul de risque n'est pas de nature à modifier les conclusions de l'étude.

9.10 Cas de l'acroléine

Concernant le choix de la VTR de l'acroléine pour les effets à seuil par la voie inhalation, suite à l'avis du 22 avril 2013 relatif à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur pour l'acroléine :

- l'objectif des valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI) est de proposer un cadre de référence afin de protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation et in fine de réduire, voire de supprimer les expositions aux contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être (Rapport Anses « Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur – l'acroléine » d'avril 2013²⁹ ;
- dans ce cadre, il a été réalisé un recueil et une analyse des valeurs de références existantes (valeurs guides et VTR existantes). Pour les VTR risques chroniques, l'Anses indique : "Une analyse approfondie a permis de conclure à l'absence de VTR jugée de bonne qualité scientifique parmi les quatre VTR chroniques par inhalation disponibles, proposées par l'OEHHA (2008), l'US EPA (2003), Santé Canada (1998) et l'OMS (2002). L'étude source ou la méthode de construction de ces valeurs présentent en effet des limites qui ne permettent pas leur exploitation pour la proposition d'une VGAI long terme" ;
- en l'absence de VTR jugée de bonne qualité scientifique, une VGAI long terme pour l'acroléine a été construite selon les principes d'élaboration d'une VTR pour une exposition chronique. La VGAI long terme à 0,8 µg/m³ s'assimile à une VTR chronique et peut donc être utilisée en ce sens (y compris pour les expositions liées aux émissions extérieures dont le transport routier pour lesquelles l'acroléine est le 1^{er} contributeur des aldéhydes).

En considérant cette VTR, les résultats relatifs à la voie inhalation sont les suivants :

Tableau 86: Quotient de danger aux récepteurs de plus fort impact – inhalation – VTR acroléine modifiée

Polluants	VTR (µg/m³)	QD inhalation					Récepteur de plus fort impact
		Adulte/Enfant					
		Initial 2005	Futur sans projet 2022	Futur avec projet 2022	Futur sans projet 2042	Futur avec projet 2042	
Arsenic	1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R79
Baryum	1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R130
Cadmium	0,45	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R79
Cadmium (effets cancérogènes)	0,3	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R79
Chrome III	60	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R130
Chrome VI	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	R130
Mercur	0,3	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	R79
Nickel	0,09	0,003	0,003	0,004	0,003	0,004	R130
Particules diesel	5	0,11	0,03	0,04	0,03	0,04	R130
Benzène	30	0,006	0,001	0,001	<0,001	0,001	R130
1,3-Butadiène	2	0,03	0,004	0,005	0,005	0,005	R130
Acétaldéhyde	9	0,01	0,003	0,004	0,004	0,004	R130
Acroléine	0,3	0,21	0,07	0,09	0,08	0,09	R130
Formaldéhyde	10	0,019	0,005	0,006	0,006	0,006	R130
QD sommé		0.49	0,14	0.17	0.15	0.17	R130
Valeur Repère		1.0					

En gras : QD supérieur à la valeur repère de 1

²⁹ <https://www.anses.fr/sites/default/files/documents/AIR2011sa0354Ra.pdf>

Ainsi, la mise à jour de la VTR relative à l'acroléine entraînerait une forte diminution du quotient de danger lié à l'acroléine et modifie les conclusions de l'étude liées aux risques à seuil pour la voie inhalation.

9.11 Synthèse des incertitudes

De nombreux facteurs engendrent des incertitudes sur les risques évalués. Pour la majorité d'entre eux, les connaissances actuelles ne permettent pas aujourd'hui de les réduire (valeurs toxicologiques de référence, modèle de dispersion atmosphérique, etc.). La majorité des facteurs utilisés sont considérés comme les plus adaptés et réalistes ou sinon fondés sur des hypothèses majorantes (ex : scénario d'exposition et temps d'exposition).

A l'exception de l'acroléine pour laquelle une mise à jour sur la VTR pour les risques à seuil (voie inhalation), les incertitudes s'appliquent aux cinq situations considérées et ne sont donc pas de nature à modifier les conclusions de l'étude relatives à l'impact du futur projet sur les niveaux de risque calculés puisque ces conclusions sont basées sur la comparaison d'une situation par rapport à une autre.

10. Mesures de lutte contre la pollution

10.1 Mesures destinées à limiter les impacts du projet

Les résultats de la présente étude montrent que les émissions atmosphériques de la rocade, initiales et futures (avec ou sans aménagement), peuvent être à l'origine d'effets sur la santé des populations présentes dans la bande d'étude, et principalement aux abords de l'axe routier. Bien qu'il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables à la pollution atmosphérique générée par le trafic automobile, des actions peuvent toutefois être envisagées pour limiter cette pollution, et de ce fait les risques pour la santé des personnes exposées.

Plusieurs types d'actions peuvent en effet être envisagés pour limiter, à proximité d'une voie donnée, la pollution :

- la réduction ou la préservation par la « matière grise » (éviter d'implanter des sites sensibles, à forte densité de population à proximité de la rocade), qui consiste à étudier les mesures constructives et d'urbanisme pour éviter les situations à risques ; l'Etat peut contribuer à la sensibilisation aux risques, notamment d'installation d'établissements sensibles, par son « porter à connaissance » lors des procédures d'élaboration des documents d'urbanisme ;
- la réduction des émissions polluantes à la source : indépendamment des mesures envisageables sur le véhicule lui-même, on peut influencer les émissions polluantes par une modification des conditions de circulation (limitation de vitesse à certaines périodes ou en continu, restrictions pour certains véhicules) ; ces mesures relèvent de la réglementation des transports ; dans le cas de la rocade de Bordeaux, dont la vitesse réglementaire a été abaissée à 90 km/h depuis 2007, cette piste paraît limitée à la mise en œuvre de mesures de régulation de vitesse ;
- la limitation de la dispersion des polluants : on distingue deux types de pollution, la pollution gazeuse et la pollution particulaire ; les pollutions gazeuse et particulaire ne peuvent pas être éliminées la pollution gazeuse ne peut pas être éliminée par un obstacle physique, à l'inverse des ondes sonores, qui peuvent être stoppées par un écran ou un talus antibruit ; on pourra tout au plus limiter les situations à risques en facilitant la dilution ou la déviation du panache de polluants d'un endroit vers un autre.

A ces actions, il semble nécessaire, au vu des résultats de l'ERS, d'ajouter une surveillance des concentrations en polluants dans l'environnement proche de la rocade. Afin de mieux caractériser les niveaux de pollution présents dans la bande d'étude et d'en observer les tendances, il pourra être envisagé de compléter le suivi de la pollution atmosphérique réalisée actuellement par Airaq au voisinage de la rocade. D'après les résultats de l'étude sanitaire pour la voie ingestion, il ne semble pas nécessaire de réaliser une surveillance de la contamination des sols et végétaux dans l'environnement proche de la rocade (au droit des habitations situées à proximité directe de l'infrastructure routière).

10.2 Mesures destinées à limiter les impacts en phase chantier

Les principaux impacts sur la qualité de l'air du projet en phase chantier se traduiront par :

- des envolées de poussières dues aux travaux (les poussières soulevées par les engins durant les phases de terrassement et de manipulation des matériaux) : ces émissions seront dues à la fragmentation des particules du sol ou du sous-sol ; elles seront d'origines naturelles et essentiellement minérales ;
- des émissions de monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, oxydes d'azote, composés organiques volatiles et métaux lourds (plomb, cadmium, vanadium) liées à la circulation des engins de chantier et des poids lourds (chargement et transport des matériaux).

En ce qui concerne les envolées de poussières, celles-ci seront fortement dépendante des conditions météorologiques. Le risque d'envolées sera en pratique limité aux longues périodes sèches et venteuses, peu fréquentes compte tenu de la climatologie du site. Afin d'en limiter l'impact, et donc la pollution de l'air ou les dépôts sur la végétation aux alentours qui pourraient en résulter, il est conseillé d'arroser les pistes par temps sec et venteux.

En ce qui concerne l'émission des gaz d'échappement issus des engins de chantier, celle-ci sera limitée car les véhicules utilisés respecteront les normes d'émission en vigueur en matière de rejets atmosphériques. Les effets de ces émissions, qu'il s'agisse des poussières ou des gaz, sont négligeables compte tenu de leur faible débit à la source. Par ailleurs, en comparaison du trafic routier présent sur la rocade ouest (de l'ordre de 80 000 à 90 000 véhicules/j, ce flux d'engins de chantier est négligeable.

11. Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique

Le décret n° 2003-767 introduit les notions de monétarisation et d'analyse des coûts collectifs.

Les coûts collectifs liés à la pollution de l'air et à l'effet de serre additionnel ont été calculés en tenant compte de l'instruction cadre du 25 mars 2004 (mise à jour le 27 mai 2005) relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport qui officialise les valeurs des coûts externes établies par le rapport « Boiteux II ».

11.1 Coûts liés à la pollution de l'air

Les effets sur la santé de la pollution de l'air dépendent de la concentration de polluants et de la densité de la population dans les zones subissant les impacts. Cela conduit à retenir des valeurs différentes en milieu urbain dense, en campagne et en milieu urbain diffus. Par convention, on admettra que l'urbain dense s'entend au-delà d'une densité de 420 habitants au km², la campagne en-deçà d'une densité de 37 habitants au km², et que l'urbain diffus couvre ce qui est intermédiaire entre ces deux seuils. Le tableau suivant précise donc les coûts de pollution (en €/100.véh.km) pour chacune des catégories de véhicules et pour chacun des seuils d'urbanisation :

Tableau 87: Coûts de pollution (en €/100 véh.km)

	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne
VP	2,9	1	0,1
PL	28,2	9,9	0,6

De plus, une correction peut être appliquée pour des véhicules empruntant des itinéraires de vallée de montagne présentant des pentes importantes en pondérant les valeurs moyennes exposées ci-dessus par des coefficients correcteurs ; cependant dans notre étude, ces coefficients correcteurs n'ont pas été utilisés car le site est plat et en zone urbaine.

Compte-tenu de la zone d'étude, le calcul des coûts collectifs liés à la pollution de l'air a été effectué à partir des coefficients d'un milieu urbain dense soit 2,9 €/100 véh.km pour les véhicules légers et 28,2 €/100 véh.km pour les poids lourds.

Le tableau suivant présente les résultats des coûts liés à la pollution de l'air (le détail des calculs est présenté en annexe 23).

Tableau 88: Résultats du calcul des coûts collectifs liés à la pollution de l'air

Coûts collectifs liés à la pollution de l'air				
Initial - 2005	Futur sans projet - 2022	Futur avec projet - 2022	Futur sans projet - 2042	Futur avec projet - 2042
131 426 €/jour	139 748 €/jour	148 527 €/jour	146 324 €/jour	155 399 €/jour

Les coûts pour la collectivité liés à la pollution de l'air à l'horizon du projet sont évalués à 148 527 €/j en 2022 et 155 399€/j en 2042. Le projet contribuerait à une augmentation supplémentaire des coûts collectifs d'environ 8 779 €/j en 2022 et 9 075€/j en 2042. Les coûts sont supérieurs avec le projet en raison de l'augmentation des distances parcourues due au projet.

11.2 Coûts liés à l'effet de serre additionnel

Les coûts liés à l'effet de serre additionnel ont également été calculés sur la base de l'instruction cadre du 25 mars 2004. Les valeurs de références exprimées en euro par tonne carbone consommée sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 89: Coût de l'effet de serre pour le transport routier non collectif

2000-2010	Après 2010
100 €/T de C	+ 3% / an

En 2012, les coûts liés à l'effet de serre s'évalueront à 106,09 € pour la consommation d'une tonne de carbone et ils s'élèveraient à 142,58 € en 2022 et 180,61€ en 2030.

Les résultats des coûts des nuisances liées à l'effet de serre additionnel sont présentés dans le tableau suivant (le détail des calculs est présenté en annexe 23).

Tableau 90: Résultats du calcul des coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel

Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel en €/jour				
Initial - 2005	Futur sans projet - 2022	Futur avec projet - 2022	Futur sans projet - 2042	Futur avec projet - 2042
58 928 €/jour	94 688 €/jour	101 171 €/jour	125 870 €/jour	133 026 €/jour

L'augmentation des distances parcourues due au projet contribue à augmenter de 6 483 €/j les coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel en 2022 et de 7 156 €/j en 2042.

12. Conclusions

La DREAL Aquitaine a mandaté BURGEAP pour la réalisation de la mise à jour de l'étude « air et santé » relative à l'élargissement de la rocade ouest de Bordeaux (A630).

Conformément à la « note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières » (CERTU – février 2005), cette étude, de niveau I, comprend :

- une description de l'état initial de la qualité de l'air (données bibliographiques et mesures in situ) ;
- une estimation des émissions de polluants liées au trafic routier du domaine d'étude ;
- une évaluation des impacts du projet sur l'air ;
- une évaluation simplifiée des impacts du projet sur la santé (IPP) ;
- une évaluation quantitative des risques sanitaires ;
- une analyse des incertitudes ;
- une estimation des coûts collectifs.

Dans le cadre de cette étude cinq situations ont été comparées :

- l'état initial (2005) du programme de mise à 2x3 voies (section des échangeurs 4 à 15) ;
- la situation future sans projet en 2022 (rocade à 2x3 voies entre les échangeurs n° 10 et 15 mais restant à 2x2 voies entre les échangeurs n° 4 et 10) ;
- la situation future avec projet en 2022 (rocade à 2x3 voies entre les échangeurs n° 4 et 15) ;
- la situation future sans projet en 2042 (rocade à 2x3 voies entre les échangeurs n° 10 et 15 mais restant à 2x2 voies entre les échangeurs n° 4 et 10) ;
- la situation future avec projet en 2042 (rocade à 2x3 voies entre les échangeurs n° 4 et 15).

État initial de la qualité de l'air (2006-2007 et 2010)

En 2006, les valeurs réglementaires étaient respectées pour :

- le dioxyde de soufre,
- les particules PM10,
- les métaux,
- le benzo(a)pyrène

Concernant le benzène, seuls des points de proximité ne respectaient pas l'objectif de qualité, la valeur limite étant quant à elle respectée.

Les concentrations journalières en 1,3-butadiène et acroléine étaient toujours inférieures à la limite de quantification.

Pour le formaldéhyde et l'acétaldéhyde, les concentrations les plus importantes sont mesurées en hiver. Les concentrations hivernales sont supérieures d'environ 40 % aux concentrations estivales. Il n'existe pas de valeur réglementaire pour ces deux polluants en air ambiant.

Toutefois, les concentrations en formaldéhyde sont typiques de ce qui peut être mesuré à l'extérieur de logements (cf. concentrations médianes extérieures issues de l'étude logements de l'OQAI³⁰).

Concernant le dioxyde d'azote (seul polluant mesuré en 2006-2007 et en 2010), des dépassements de la valeur limite et de l'objectif de qualité ont été observés en 2006 – 2007. Ce constat a été à nouveau réalisé en 2010, les points étaient tous à proximité du trafic routier.

Enfin, les PM2,5, qui n'ont été mesurées qu'en 2010, la valeur limite pour l'année était respectée sur l'ensemble des points de mesures.

Estimation des émissions liées au trafic routier

Aux échéances 2022 et 2042 et d'après le calcul des émissions, l'aménagement de la rocade à 2x3 voies tendra à une augmentation des émissions en polluants dans la bande d'étude par rapport à la situation à 2x2 voies, du fait de l'augmentation des trafics après l'aménagement à 2x3 voies. Mais cette tendance est accompagnée d'une évolution technologique, modifiant les émissions des véhicules, qui joue en sens inverse.

Par rapport à l'état initial (2005), le bilan des émissions de la présente étude indique une diminution globale ou stagnation des émissions en 2022 et 2042, avec ou sans projet, pour les polluants suivants : l'acroléine, l'acétaldéhyde, le formaldéhyde, le benzène, le 1,3-butadiène, les PM10, les PM2,5, le mercure, l'arsenic, le benzo(a)pyrène et les NOx. Une augmentation des émissions entre 2005 et 2022/2042 est observée pour le SO₂, le cadmium, le chrome, le baryum et le nickel.

Impacts du projet sur la qualité de l'air

L'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air a été réalisée à partir de l'estimation des concentrations en polluants dans la bande d'étude pour les cinq situations étudiées. Cette estimation a été conduite par modélisation de la dispersion des émissions de polluants à l'aide du logiciel ADMS Roads.

En comparant les différentes situations, on peut conclure que l'augmentation des émissions, directement liées à la hausse des distances parcourues (de 8 % en 2022 et de 7 % en 2042) générées par l'aménagement engendre des variations (augmentations et diminutions) de concentrations sur le domaine d'étude.

Concernant les deux polluants traceurs du trafic routier, l'augmentation de ces concentrations due à l'aménagement du projet est significative pour le NO₂ (augmentation maximale au récepteur du plus fort impact de l'ordre de 11 µg/m³) et non significative pour le benzène (augmentation maximale de 0,03 µg/m³).

Impacts sanitaires simplifiés du projet (IPP)

Les impacts sanitaires globaux de l'aménagement aux horizons 2022 et 2042 sont considérés comme non significatifs. Cependant, on observe des variations locales différenciées sur l'ensemble du domaine d'étude.

³⁰ Campagne nationale logements – Etat de la qualité de l'air dans les logements français – Rapport final, 2007. Observatoire de la qualité de l'air intérieur

Impact du projet sur les risques sanitaires

La description des dangers potentiels présentés par les polluants émis et l'identification des relations entre les niveaux d'exposition et la survenue des dangers propres à ces polluants a été conduite en regard de valeurs toxicologiques de référence (VTR). Sur la base des VTR sélectionnées et des expositions estimées à partir des résultats de la modélisation atmosphérique (logiciel ADMS Roads) et multi-media, les risques sanitaires ont été évalués pour des récepteurs implantés au droit des populations dites « sensibles » répertoriées dans la bande d'étude. Des résidents étant présents à proximité immédiate de ces populations « sensibles », il a été considéré que l'ensemble des récepteurs est exposé par inhalation en permanence (24 heures par jour et 365 jours par an) et par ingestion de sol et de végétaux.

La quantification des risques sanitaires montre que :

- Exposition par inhalation

- Le risque pour les effets toxiques à seuil associé à une inhalation des émissions atmosphériques quelle que soit la situation considérée (dont état initial), est significatif compte tenu du quotient de danger relatif au système respiratoire et du quotient de danger sommé, supérieurs à la valeur repère de 1 pour le récepteur le plus exposé du fait de l'acroléine. En effet, La concentration de l'acroléine est surestimée (limite de quantification 15 fois supérieure à la valeur toxicologique de référence) et par conséquent sa contribution au risque l'est probablement également.

La contribution aux risques chroniques de la rocade et axes secondaires, pour les effets à seuil par la voie inhalation pour le système respiratoire, dans l'exposition globale avec bruit de fond, est comprise entre 7 et 18% selon la situation étudiée et est essentiellement due à l'acroléine.

La mise en place du projet ne conduit pas à une évolution notable de la contribution de la rocade (et des axes secondaires), cette dernière évoluant peu avec ou sans aménagement et le risque étant majoritairement dû au bruit de fond.

Par conséquent, au récepteur de plus fort impact, le risque sanitaire chronique pour les effets à seuil lié à l'inhalation des polluants atmosphériques émis par le trafic routier est significatif pour les cinq situations (état initial et situations 2022 / 2042) du fait de l'acroléine.

Il est à noter qu'une mise à jour de la VTR de l'acroléine est en cours. En l'absence de VTR jugée de bonne qualité scientifique, une VGAI long terme pour l'acroléine a été construite selon les principes d'élaboration d'une VTR pour une exposition chronique. La VGAI long terme à $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ s'assimile à une VTR chronique et peut donc être utilisée en ce sens. L'utilisation de cette VTR impacte fortement les conclusions l'étude puisqu'il n'y aurait plus de dépassement de la valeur repère.

- Le risque pour les effets toxiques sans seuil associé à une inhalation des émissions atmosphériques est significatif quelle que soit la situation considérée (dont état initial) du fait du bruit de fond qui est majoritairement à l'origine de ces dépassements.

L'excès de risque individuel calculé pour les particules diesel, le benzène et le benzo(a)pyrène est supérieur à la valeur repère. Pour les particules diesel, bien que la contribution de la rocade et axes secondaires soit de 39 % en 2005, cette dernière est en baisse en 2022 et 2042. La mise en place du projet ne conduit pas à une évolution notable de la contribution de la rocade (et des axes secondaires) aux risques liés à ces particules, le risque étant majoritairement dû au bruit de fond. Il en est de même pour le benzo(a)pyrène. Enfin, pour le benzène, il n'y a pas d'évolution avec ou sans aménagement en 2022 et 2042.

Finalement, la mise en place du projet ne conduit pas à une évolution notable de la contribution de la rocade (et des axes secondaires), cette dernière évoluant peu avec ou sans aménagement et le risque étant majoritairement dû au bruit de fond.

- Le risque sanitaire, en exposition aiguë lié aux émissions des tronçons pris en compte, peut être jugé non significatif pour les effets à seuil, uniquement pour les horizons futurs 2022 et 2042 (avec et sans projet). La valeur repère est dépassée à l'état initial 2005 du fait du dioxyde d'azote.

- Exposition par ingestion

- Le risque toxique pour les effets à seuil par la voie ingestion est significatif. Toutefois, les dépassements de la valeur repère avec s'expliquent par l'ingestion des produits manufacturés (viandes, volailles, lait, œufs, poissons, pommes de terre, céréales). En effet, le risque toxique pour les effets à seuil, associé à une ingestion de sols et de végétaux contaminés par les retombées des émissions atmosphériques du trafic routier, quelle que soit la situation considérée, est non significatif compte tenu des quotients de danger relatifs à chaque organe-cible et du quotient de danger sommé, inférieur à 0,001 pour le récepteur le plus exposé, et donc inférieurs à la valeur repère de 1.
- Le risque toxique pour les effets sans seuil par la voie ingestion est significatif. Toutefois, les dépassements de la valeur repère avec s'expliquent par l'ingestion des produits manufacturés (viandes, volailles, lait, œufs, poissons, pommes de terre, céréales). En effet, le risque toxique pour les effets sans seuil, associé à une ingestion de sols et de végétaux contaminés, est également non significatif. Le calcul de l'excès de risque individuel sommé aboutit, quelle que soit la situation considérée, à une valeur comprise entre 4.10^{-8} et 1.10^{-7} , pour le récepteur le plus exposé, très inférieure à la valeur repère de 10^{-5} .

GLOSSAIRE

A

AASQA : association agréée de surveillance de la qualité de l'air
 ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, USA
 ADI : Acceptable Daily Intake – USEPA
 AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments
 ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
 As : arsenic
 ATSDR Toxicological Profiles : US Agency for Toxic Substances and Disease Registry

B

BaP : Benzo(a)pyrène
 BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, xylènes

C

c : catalysé
 C₆H₆ : benzène
 Cd : cadmium
 CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (intégré au Cerema en 2014)
 CI : concentration inhalée
 CIRC : Centre international de recherche contre le cancer
 CITEPA : Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique
 CO : monoxyde de carbone
 COV : composés organiques volatiles
 COVNM : composés organiques non méthaniques
 CMA : concentrations maximales autorisées
 CSHSP : Conseil supérieur d'hygiène et de santé publique

D

DJE : dose journalière d'exposition en mg/kg.j
 DJT : dose journalière tolérable exprimée en mg/kg.j

E

EPA : Environmental Protection Agency

ERI : excès de risque individuel, probabilité d'apparition d'un excès de cancer pour un individu exposé à une dose ou une concentration de substance, durant sa vie entière

ERU : excès de risque unitaire

ERUi : excès de risque unitaire par inhalation, correspond à la probabilité d'excès de risque de cancer pour une exposition « vie entière » à une concentration standard de 1 µg/m³ dans l'air ambiant

ERUo : excès de risque unitaire par ingestion, ou probabilité d'excès de risque pour l'absorption par ingestion d'une dose exprimée en mg/kg.jour ou en µg/kg.jour, durant la vie entière, soit 70 ans

G

GV : Guide Value (valeur-guide)

H

HAP : hydrocarbure aromatique polycyclique
 hab : habitant
 HP : heure de pointe

I

INERIS : Institut national de l'Environnement industriel et des Risques, France
 INSEE : Institut national de la Statistique et des Études économiques, France
 InVS : Institut de veille sanitaire, France
 IR : indice de risque
 IRIS US-EPA : Integrated Risk Information System ; US Environmental Protecting Agency
 IPP : indice pollution-population

J

JECFA : Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, comité mixte d'experts OMS et ONU relatif aux additifs alimentaires et par extension aux apports de substances par cette voie

L

LOAEC : Lowest Observed Adverse Effect Critic
 LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level, plus petit effet toxique observé, correspond en français à DMENO, dose minimale pour laquelle un effet nocif est observé
 LOEL : Lowest Observed Effect Level

M

MRL : Minimal Risk Level, terminologie de l'ATSDR, comprenant les « MRL or. » relatifs à l'exposition par voie orale et les « MRL inh. » relatifs à l'exposition par voie respiratoire, avec 3 durées d'exposition possibles : acute (ac) : 1 à 14 jours, intermediate (int) : 15 à 364 jours et chronic (ch) : 365 jours et plus

N

nc : non catalysé

Ni : nickel

NO : monoxyde d'azote

NO_x : oxyde d'azote

NO₂ : dioxyde d'azote

NOAEL : No Observed Adverse Effect Level, niveau de concentration d'un polluant ou dose expérimentale n'ayant pas entraîné d'effet nocif ou adverse, correspond en français à DSENO

NOEC : No Observed Effects Concentration

NOEL : No Observed Effect Level

O

OMS : Organisation mondiale pour la Santé

P

PL : poids lourd

PM : particule en suspension

PM₁₀ : particule de diamètre aérodynamique inférieur à 10 micromètres

PM_{2.5} : particule de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 micromètres

PPA : plan de protection de l'atmosphère

PRQA : plan régional de qualité de l'air

PDU : plan de déplacement urbain

Percentile x : niveau de pollution respecté par x % des données de la série statistique considérée

Q

QD : quotient de danger

R

RfC : Reference Concentration, terminologie de US-EPA, estimation de l'exposition continue par inhalation qui ne présente pas de risque appréciable d'effets néfastes durant une vie entière ; elle est exprimée en masse de substance par m³ inhalé

RfD : Reference Dose, terminologie de US-EPA, dose exprimée en mg/kg.jour et correspondant à une absence d'effets nocifs, sur toute la durée de vie, y compris pour les populations sensibles et qui est relative à l'exposition par ingestion

S

SO₂ : dioxyde de soufre

Sfo : Oral Slope Factor

SRCAE : Schéma régional climat, air, énergie

T

TDI : Tolerable Daily Intake –RIVM

TEP : tonne-équivalent pétrole

TERA : société sans but lucratif, pour le meilleur usage des données toxicologiques, USA

TLV-TWA : Threshold Limit Value-Time Weighted Average, concentration sans effet sur la santé pour une exposition répétée 8 heures par jour, 40 heures par semaine

TMJA : trafic moyen journalier annuel

TRD : Total Resorbierte Dosis – UBA Umweltbundesamt

U

UE : Union européenne

US EPA : United States Environmental Protection Agency, agence nationale de protection de l'environnement

uvp : unité de véhicule particulier

V

véh : véhicule

VG : valeur-guide

VL : véhicule léger

VP : véhicule particulier

VTR : valeur toxicologique de référence, valeur exprimée en dose journalière ou en concentration dans l'air ambiant qui matérialise une relation dose-effet dans le cas d'une exposition par l'environnement ; les VTR sont établies par diverses instances nationales ou internationales

VUP : véhicule utilitaire particulier