

ANNEXE 4 : ÉTUDE AIR ET SANTÉ



Pôle Mobilité – Direction des Grands Travaux
et des investissements de déplacement –
Service de Maîtrise d'ouvrage

La Communauté Urbaine de Bordeaux devient Bordeaux Métropole en Janvier 2015

OMA

PONT JEAN-JACQUES BOSC ET SES RACCORDEMENTS À BORDEAUX, BÈGLES ET FLOIRAC



Document 6 / pièce K : Étude air et santé

Juin 2015

SOMMAIRE

1. PRÉAMBULE.....	7	
1.1. Objet de l'étude.....	7	
1.2. Rappel réglementaire	7	
1.3. Cadre réglementaire de l'étude	7	
1.3.1. Niveau de L'étude	7	
1.3.2. Contenu de L'étude.....	9	
1.3.3. Horizons d'étude	9	
1.3.4. Domaine d'étude	9	
1.3.5. Bande d'étude	9	
1.3.6. Polluants étudiés.....	9	
1.4. Notions générales sur les polluants atmosphériques	10	
1.4.1. Origine et toxicité des principaux polluants atmosphériques	10	
1.4.2. Réglementation dans l'air ambiant	11	
2. CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT INITIAL.....	13	
2.1. Domaine d'étude.....	13	
2.2. Populations et sites sensibles	13	
2.2.1. Populations	13	
2.2.2. Établissements à caractère sanitaire et social.....	13	
2.3. Émissions polluantes	16	
2.3.1. Émissions polluantes en Aquitaine	16	
2.3.2. Émissions polluantes dans le domaine d'étude	17	
2.4. Qualité de l'air.....	18	
2.4.1. Surveillance permanente.....	18	
2.4.2. Documents de planification en Aquitaine pour l'air et la santé	20	
2.4.3. Mesures in situ de la qualité de l'air.....	21	
2.5. Conclusion.....	31	
3. ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR	32	
3.1. Méthodologie	32	
3.1.1. Réseau routier.....	32	
3.1.2. Données de trafic.....	33	
3.1.3. Kilométrage parcouru	33	
3.1.4. Évaluation des émissions routières	35	
3.1.5. Évaluation des teneurs en polluants.....	35	
3.2. Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air.....	37	
3.2.1. Bilan des émissions routières sur le domaine d'étude	37	
3.2.2. Évaluation des teneurs dans l'air ambiant	42	
3.3. Conclusion	49	
4. ÉVALUATION SIMPLIFIÉE DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA SANTÉ	50	
4.1. Méthodologie.....	50	
4.2. Estimation de la population dans la bande d'étude.....	50	
4.3. Résultats de l'IPP	50	
5. ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES	52	
5.1. Rappel Méthodologique	52	
5.2. Identification des dangers.....	52	
5.2.1. Considérations générales sur les substances toxiques et les valeurs toxicologiques de référence	52	
5.2.2. Choix des traceurs de risque	53	
5.2.3. Choix des relations dose-réponse	53	
5.3. Évaluation de l'exposition des populations	55	
5.3.1. Scénarios d'exposition	55	
5.3.2. Evaluation de l'exposition par inhalation.....	58	
5.3.3. Evaluation de l'exposition par ingestion.....	60	
5.4. Caractérisation du risque sanitaire pour une exposition chronique.....	62	
5.4.1. caractérisation du risque par inhalation.....	62	
5.4.2. caractérisation du risque par ingestion.....	66	
5.5. Caractérisation du risque sanitaire pour une exposition aigu.....	67	
5.5.1. Méthodologie	67	
5.5.2. Caractérisation du risque sanitaire aigu	67	
5.6. Revue des incertitudes.....	68	
5.6.1. Facteurs de sous-estimation des risques	68	
5.6.2. Facteurs de sur-estimation des risques.....	68	
5.6.3. Facteurs d'incertitude dont l'influence sur les résultats n'est pas connue	69	
5.6.4. Synthèse des incertitudes	69	
5.7. Conclusion	69	

6. MESURES PRÉVENTIVES PRÉCONISÉES	70
7. MONÉTARISATION ET ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE ET À L'EFFET DE SERRE	71
7.1. Méthodologie	71
7.1.1. Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique.....	71
7.1.2. Monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre	72
7.1.3. Effets amont – aval	73
7.1.4. Prise en compte des risques	73
7.2. Résultats	74
7.2.1. Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique.....	74
7.2.2. Monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre	74
7.2.3. Monétarisation des coûts collectifs liés aux effets amont – aval	74
7.2.4. Synthèse	74
8. CONCLUSION	75
9. ANNEXES	76
9.1. Fiches de terrain.....	76
9.2. Détails des trafics.....	84
9.3. Évolution des émissions par polluant et par groupe de tronçons.....	94
9.4. Fiches toxicologiques de référence.....	96
9.4.1. Acétaldéhyde	96
9.4.2. Acroléine	96
9.4.3. Benzène.....	97
9.4.4. benzo(a)pyrene	98
9.4.5. 1,3 Butadiène	99
9.4.6. Cadmium.....	99
9.4.7. Chrome	101
9.4.8. Dioxyde d'azote.....	102
9.4.9. Dioxyde de soufre	102
9.4.10. Formaldéhyde.....	103
9.4.11. Nickel	103
9.4.12. Particules PM10 et PM2,5	104
9.4.13. Particules diésel	105
9.4.14. Plomb	106
9.5. cartographies zoomées des résultats de la dispersion atmosphérique des polluants	107
 108

TABLES DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Plan de situation	8
Figure 2 : Domaine d'étude et bande d'étude	10
Figure 3 : Établissements à caractère sanitaire et social et sites sensibles dans le domaine d'étude	16
Figure 4 : Zonage du territoire aquitain	18
Figure 5 : responsabilité des polluants dans la détermination de l'indice ATMO	19
Figure 6 : Responsabilité des polluants dans la détermination de l'indice CITEAIR	20
Figure 7 : Disposition des tubes dans le boîtier (source : Egis)	22
Figure 8 : Photographies de sites de mesure (source : Egis)	22
Figure 9 : Disposition des tubes et pose du boîtier (source : Egis)	22
Figure 10 : Teneurs en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) lors de la campagne de mesure (du 25 avril au 13 mai 2014)	23
Figure 11 : Résultats de la campagne de mesure (du 25 avril au 13 mai 2014)	25
Figure 12 : Teneurs en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) lors de la campagne de mesure (du 18 juillet au 1 ^{er} août 2014)	26
Figure 13 : Résultats de la campagne de mesure (du 18 juillet au 1 ^{er} août 2014)	27
Figure 14 : Moyennes des teneurs en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) lors des deux campagnes de mesure (du 25 avril au 13 mai 2014 et du 18 juillet au 1 ^{er} août 2014)	29
Figure 15 : Teneurs en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) lors des deux campagnes de mesure (du 25 avril au 13 mai 2014 au premier plan et du 18 juillet au 1 ^{er} août 2014 au second plan)	29
Figure 16 : Moyennes des résultats de la campagne de mesure (du 25 avril au 13 mai 2014 et du 18 juillet au 1 ^{er} août 2014)	30
Figure 17 : Réseau routier retenu	32
Figure 18 : Part modale des PL	34
Figure 19 : Évolution du kilométrage parcouru total	34
Figure 20 : Évolution des émissions totales par polluant	42
Figure 21 : Teneurs en dioxyde d'azote – état initial (2019)	43
Figure 22 : Teneurs en dioxyde d'azote – état de référence (2039)	43
Figure 23 : Teneurs en dioxyde d'azote – état projeté (2039)	44
Figure 24 : Teneurs en benzène – état initial (2019)	44
Figure 25 : Teneurs en benzène – état de référence (2039)	45
Figure 26 : Teneurs en benzène – état projeté (2039)	45
Figure 27 : Teneurs en PM 10 – état initial (2019)	46

Figure 28 : Teneurs en PM 10 – état de référence (2039)	46
Figure 29 : Teneurs en PM 10 – état projeté (2039)	47
Figure 30 : Teneurs en PM 2,5 – état initial (2019)	47
Figure 31 : Teneurs en PM 2,5 – état de référence (2039)	48
Figure 32 : Teneurs en PM 2,5 – état projeté (2039)	48
Figure 33 : Localisation des points récepteurs	56
Figure 34 : Groupe Jean-Jacques-Bosc – Évolution du kilométrage parcouru total	84
Figure 35 : Groupe Jean-Jacques-Bosc – Réseau routier	84
Figure 36 : Groupe Bastide – Évolution du kilométrage parcouru total	85
Figure 37 : Groupe Bastide – Réseau routier	85
Figure 38 : Groupe Bouliac – Évolution du kilométrage parcouru total	86
Figure 39 : Groupe Bouliac – Réseau routier	86
Figure 40 : Groupe Bègles – Évolution du kilométrage parcouru total	87
Figure 41 : Groupe Bègles – Réseau routier	87
Figure 42 : Groupe Floirac – Évolution du kilométrage parcouru total	88
Figure 43 : Groupe Floirac – Réseau routier	89
Figure 44 : Groupe Quais Rive droite – Évolution du kilométrage parcouru total	89
Figure 45 : Groupe Quais Rive droite – Réseau routier	90
Figure 46 : Groupe Quais Rive gauche – Évolution du kilométrage parcouru total	90
Figure 47 : Groupe Quais Rive gauche – Réseau routier	91
Figure 48 : Groupe Rocade – Évolution du kilométrage parcouru total	91
Figure 49 : Groupe Rocade – Réseau routier	92
Figure 50 : Groupe Saint-Jean – Évolution du kilométrage parcouru total	92
Figure 51 : Groupe Saint-Jean – Réseau routier	93
Figure 52 : Évolution des émissions par polluant et par groupe de tronçons	95

TABLEAUX

Tableau 1 : Critères nationaux de la qualité de l'air	12
Tableau 2 : Densités communale et dans le domaine d'étude	13
Tableau 3 : Populations communale et dans la bande d'étude	13
Tableau 4 : Inventaire des établissements à caractère sanitaire et social dans le domaine d'étude ..	14
Tableau 5 : Inventaire des sites sensibles dans le domaine d'étude	15

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Tableau 6 : Répartition par type des établissements à caractère sanitaire et social et des sites sensibles	15
Tableau 7 : Synthèse des émissions régionales (inventaire SRCAE Juin 2010 Aquitaine- CITEPA)	16
Tableau 8 : Synthèse des moyennes annuelles par polluant (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hormis pour le B(a)P exprimé en ng/m^3) et par station de l'agglomération bordelaise	18
Tableau 9 : Bilan de l'indice ATMO sur l'agglomération bordelaise	19
Tableau 10 : Bilan de l'indice CITEAIR en proximité automobile sur l'agglomération bordelaise	19
Tableau 11 : Résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air (du 25 avril au 13 mai 2014)	23
Tableau 12 : Teneurs mesurées par Airaq sur les stations de mesure de l'agglomération bordelaise durant la campagne de mesure de la qualité de l'air (du 25 avril au 13 mai 2014)	24
Tableau 13 : Résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air (du 18 juillet au 1 ^{er} août 2014)	26
Tableau 14 : Teneurs mesurées par Airaq sur les stations de mesure de l'agglomération bordelaise durant la campagne de mesure de la qualité de l'air (du 18 juillet au 1 ^{er} août 2014)	28
Tableau 15 : Moyennes des résultats des deux campagnes de mesure de la qualité de l'air (du 25 avril au 13 mai 2014 et du 18 juillet au 1 ^{er} août 2014)	28
Tableau 16 : Kilométrage parcouru.....	34
Tableau 17 : Principaux paramètres pour la dispersion atmosphérique (ADMS Roads)	36
Tableau 18 : Bilan des émissions routières à l'état initial (2019).....	38
Tableau 19 : Bilan des émissions routières à l'état de référence (2030).....	39
Tableau 20 : Bilan des émissions routières à l'état projeté (2030).....	40
Tableau 21 : Teneurs moyennes et maximales dans la bande d'étude.....	49
Tableau 22 : Comparaison des teneurs maximales à l'état projeté aux normes en vigueur	49
Tableau 23 : Population 2019 et 2039 dans la bande d'étude	50
Tableau 24 : IPP du dioxyde d'azote dans la bande d'étude	50
Tableau 25 : IPP du benzène dans la bande d'étude	51
Tableau 26 : Substances retenues dans le cadre de l'EQRS	54
Tableau 27 : Valeurs Guide pour une exposition chronique par inhalation	54
Tableau 28 : ERU pour une exposition chronique par inhalation pour des effets sans seuil	54
Tableau 29 : VTR pour une exposition chronique par inhalation pour des effets à seuil	54
Tableau 30 : VTR pour une exposition aiguë par inhalation.....	55
Tableau 31 : ERU pour une exposition chronique par ingestion pour des effets sans seuil	55
Tableau 32 : VTR pour une exposition chronique par ingestion pour des effets à seuil	55
Tableau 33 : Paramètres d'exposition dans le cadre de l'EQRS pour une exposition par inhalation ..	56
Tableau 34 : Paramètres d'exposition dans le cadre de l'EQRS pour une exposition par ingestion ...	56
Tableau 35 : Concentrations moyennes d'exposition pour les substances traceurs du risque par inhalation en exposition chronique (scénarios 1,2 et 4)	58

Tableau 36 : Concentrations moyennes d'exposition pour les substances traceurs du risque par inhalation en exposition chronique (scénario 3).....	59
Tableau 37 : Concentrations maximales d'exposition pour les substances traceurs de risque en exposition aiguë (scénarios 1, 2 et 4)	59
Tableau 38 : Concentrations maximales d'exposition pour les substances traceurs de risque en exposition aiguë (scénario 3).....	60
Tableau 39 : Flux de dépôt moyen au sol pour les substances traceurs de risque	61
Tableau 40 : Doses journalières d'exposition des enfants pour les traceurs de risque considérés par ingestion en exposition chronique	61
Tableau 41 : Concentrations inhalées pour le dioxyde d'azote et les particules (scénarios 1, 2 et 4) ..	63
Tableau 42 : Concentrations inhalées pour le dioxyde d'azote et les particules (scénario 3)	63
Tableau 43 : Quotient de danger – Exposition chronique pour les effets à seuil par inhalation – scénarios 1, 2 et 4	63
Tableau 44 : Quotient de danger – Exposition chronique pour les effets à seuil par inhalation – scénario 3	64
Tableau 45 : Excès de risque individuel – Exposition chronique pour les effets sans seuil par inhalation – scénarios 1, 2 et 4	64
Tableau 46 : Excès de risque individuel – Exposition chronique pour les effets sans seuil par inhalation – scénario 3	65
Tableau 47 : Quotient de danger – exposition chronique pour les effets cancérogènes à seuil par inhalation (cadmium) – scénarios 1, 2 et 4	65
Tableau 48 : Quotient de danger – exposition chronique pour les effets cancérogènes à seuil par inhalation (cadmium) – scénario 3	65
Tableau 49 : Quotient de danger – exposition chronique pour les effets à seuil par ingestion	66
Tableau 50 : Excès de risque individuel Exposition chronique pour les effets sans seuil par ingestion	66
Tableau 51 : Quotient de danger – Exposition aiguë pour les effets à seuil (scénarios 1,2 et 4)	67
Tableau 52 : Quotient de danger – Exposition aiguë pour les effets à seuil (scénario 3)	68
Tableau 53 : Valeurs de référence de la pollution atmosphérique pour le mode routier	71
Tableau 54 : Répartition des véhicules	71
Tableau 55 : Répartition de l'urbanisation dans la bande d'étude	72
Tableau 56 : Valeurs de référence de la tonne de dioxyde de carbone	72
Tableau 57 : Taux d'évolution du prix en €_{2010} de la tonne de CO_2	72
Tableau 58 : Coût de la tonne de CO_2 en €_{2010}	72
Tableau 59 : Valeurs tutélaires des émissions atmosphériques en €_{2010} pour 100 véh.km	73
Tableau 60 : Taux d'actualisation des risques liée à la construction	73
Tableau 61 : Monétarisation de coûts annuels liés à la pollution atmosphérique	74
Tableau 62 : Monétarisation de coûts annuels liés à l'effet de serre	74
Tableau 63 : Monétarisation de coûts annuels liés aux effets amont – aval	74

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Tableau 64 : Synthèse des coûts annuels liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont – aval	74
Tableau 65 : Groupe Jean-Jacques Bosc – Données de trafics par tronçon.....	84
Tableau 66 : Groupe Bastide – Données de trafics par tronçon.....	85
Tableau 67 : Groupe Bouliac – Données de trafics par tronçon.....	86
Tableau 68 : Groupe Bègles – Données de trafics par tronçon.....	87
Tableau 69 : Groupe Floirac – Données de trafics par tronçon.....	88
Tableau 70 : Groupe Quais Rive droite – Données de trafics par tronçon	89
Tableau 71 : Groupe Quais Rive gauche – Données de trafics par tronçon.....	90
Tableau 72 : Groupe Rocade – Données de trafics par tronçon	91
Tableau 73 : Groupe Saint-Jean – Données de trafics par tronçon	92
Tableau 74 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique de l'acétaldéhyde	96
Tableau 75 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique de l'acétaldéhyde	96
Tableau 76 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique de l'acroléine.....	97
Tableau 77 : Présentation des VTR pour des effets en exposition aiguë pour l'acroléine	97
Tableau 78 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du benzène	97
Tableau 79 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique du benzène	98
Tableau 80 : Présentation des VTR pour des effets en exposition aiguë pour le benzène	98
Tableau 81 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation du benzo(a)pyrène.....	98
Tableau 82 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par ingestion du benzo(a)pyrène.....	98
Tableau 83 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du 1,3-butadiène	99
Tableau 84 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique du 1,3-butadiène	99
Tableau 85 : Présentation des VTR pour les effets cancérogènes sans seuil et à seuil par inhalation en exposition chronique du cadmium	100
Tableau 86 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du cadmium	100
Tableau 87 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion en exposition chronique du cadmium	100
Tableau 88 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique du chrome VI.....	101
Tableau 89 : Présentation des VTR pour les effets avec seuil par inhalation du chrome VI particulaire	101

Tableau 90 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion en exposition chronique de chrome III	102
Tableau 91 : Présentation de la valeur guide pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique des NOx	102
Tableau 92 : Présentation des VTR pour les effets en exposition aiguë pour le NO ₂	102
Tableau 93 : Présentation des VTR pour les effets en exposition aiguë pour le SO ₂	102
Tableau 94 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique du formaldéhyde	103
Tableau 95 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du formaldéhyde	103
Tableau 96 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique du nickel.....	104
Tableau 97 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du nickel.....	104
Tableau 98 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion en exposition chronique du nickel.....	104
Tableau 99 : Présentation des valeurs guide des particules pour une exposition chronique	105
Tableau 100 : Présentation des valeurs guide des particules pour une exposition aigüe.....	105
Tableau 101 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique des particules diesel	105
Tableau 102 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique des particules diesel.....	106
Tableau 103 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du plomb	106
Tableau 104 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion en exposition chronique du plomb	106

1. PRÉAMBULE

1.1. OBJET DE L'ÉTUDE

Le présent document a pour objet l'étude air et santé du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes.

Ce projet, localisé en région Aquitaine, en Gironde (33), au niveau de l'intersection des limites communales de Bordeaux, Bègles et Floirac, concerne la création d'un nouvel ouvrage de franchissement de la Garonne au cœur de l'agglomération bordelaise (Cf. Figure 1). Cet ouvrage d'art s'inscrit dans le développement du sud du territoire métropolitain marqué par de nombreux projets et opérations d'aménagements.

1.2. RAPPEL RÉGLEMENTAIRE

En matière de pollution atmosphérique, la réglementation française est transcrite au travers de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (L.A.U.R.E.) du 30 décembre 1996, codifiée aux articles L.200-1 et L.200-2 du code de l'environnement, qui définit « le droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé ».

L'étude d'impact (ou évaluation environnementale) a été introduite comme élément de conception des projets d'aménagement ou d'équipements routiers par la loi du 10 juillet 1976, modifiée par le décret 93-245 du 25 février 1993 qui introduit notamment l'air dans la liste des thématiques à étudier. L'article 19 de la LAURE, complété par la circulaire 98-36 du 17 février 1998 (MATE-DNP), rend ainsi obligatoire les études d'environnement dans les projets d'infrastructures de transports terrestres et en précise le contenu, notamment celui du « volet air ».

La méthodologie de la présente étude air et santé s'inscrit dans le référentiel réglementaire et s'appuie sur les documents suivants :

- Circulaire DGS n°2000-61 du 3 février 2000 *relative au guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impacts* ;
- Circulaire DGS-DR-MEDD n°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* ;
- Note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués
- Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières ; annexe de la circulaire DGS-DR-MEDD du 25 février 2005 qui fixe le cadre et le contenu de ces études ;
- Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – Institut de Veille Sanitaire (InVS) - février 2000 ;

- Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires des études d'impacts routières et ferroviaires – DGS, InVS, CERTU, SETRA, ADEME - novembre 2004 ;
- Études d'impact des infrastructures routières, volet air et santé, état initial et recueil de données - SETRA, CERTU – février 2009 ;
- Avis de l'ANSES relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - juillet 2012.
- Circulaire DGPR et DGS du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

1.3. CADRE REGLEMENTAIRE DE L'ÉTUDE

1.3.1. NIVEAU DE L'ÉTUDE

La note méthodologique du 25 février 2005 fixe le cadre et le contenu des études air et santé en fonction des enjeux du projet, selon quatre niveaux d'études (I à IV). L'étude de niveau I a le contenu le plus détaillé. Ces niveaux sont définis en fonction des trafics attendus à terme sur l'infrastructure et de la densité de population à proximité de celle-ci.

À la demande du Maître d'Ouvrage, l'étude air et santé du projet de pont JJ Bosc retenue est de niveau I.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

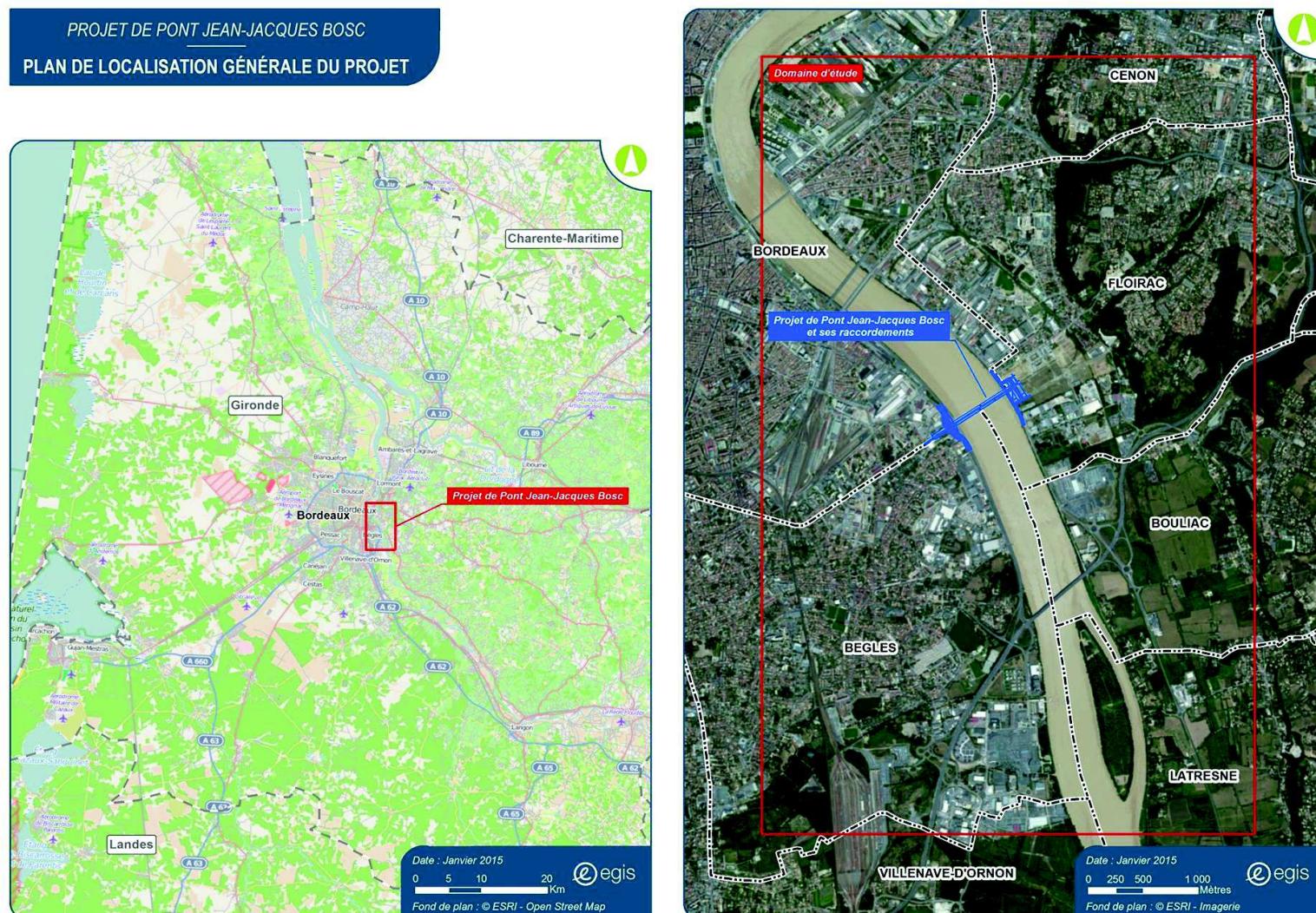


Figure 1 : Plan de situation

1.3.2. CONTENU DE L'ÉTUDE

L'étude air et santé de niveau I du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes se compose ainsi :

- une caractérisation de l'état initial du domaine d'étude avec notamment des mesures in situ de la qualité de l'air (chapitre 2) ;
- une évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air avec :
 - une estimation des émissions polluantes routières ;
 - une estimation des teneurs en polluants dans la bande d'étude (modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions) ;
- Une étude quantitative des risques sanitaires (EQRS) ;
- des mesures de réduction des impacts à envisager le cas échéant ;
- une monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre.

1.3.3. HORIZONS D'ÉTUDE

Conformément à la circulaire sus citée, l'étude air et santé est menée pour trois scénarios situés à deux horizons d'étude différents. Ces scénarios sont usuellement nommés *état initial*, *état de référence* et *état projeté*.

L'état initial correspond à la situation actuelle. L'état de référence correspond à un horizon lointain (typiquement 10 à 20 ans après la mise en service de l'aménagement prévu) dans l'hypothèse où le projet envisagé ne serait pas réalisé et considérant les autres évolutions prévisibles des infrastructures. L'état projeté correspond au même horizon lointain avec la réalisation du projet.

La comparaison des résultats obtenus pour ces trois états permet d'appréhender l'impact du projet sur la qualité de l'air et sur la santé à échéance de son exploitation.

Dans le cadre de cette étude, l'état initial étudié correspond à l'année 2019 (année pour laquelle les données de trafic sont estimées et disponibles). L'état de référence et l'état projet correspondent à l'horizon 2030.

Le maître d'ouvrage a retenu l'horizon 2030 comme état de référence et état projeté car il intègre l'ensemble des projets d'aménagements connus sur le domaine d'étude. Au-delà les données ne sont pas disponibles.

1.3.4. DOMAINE D'ÉTUDE

La note méthodologique du 25 février 2005 définit le domaine d'étude des études air et santé comme étant composé « *du projet et de l'ensemble du réseau routier subissant une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic de plus de 10 % du fait de la réalisation du projet.* ».

Sur la base des données de trafic disponibles (issues du modèle réalisé par le bureau d'études SYSTRA) consolidées et traduites à des fins d'utilisation dans cette étude par des experts Egis le domaine d'étude retenu est présenté sur la Figure 2. Il s'agit est un rectangle, orienté Nord – Sud, de 7 km sur 4,5 km.

1.3.5. BANDE D'ÉTUDE

La note méthodologique du 25 février 2005 définit la bande d'étude des études air et santé comme suit :

« *La bande d'étude est définie autour de chaque voie subissant, du fait de la réalisation du projet, une hausse ou une baisse significative de trafic (variation de 10 %, comme pour le domaine d'étude). Elle est adaptée à l'étude de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique à l'échelle locale résultant des polluants primaires. (...)* ».

Cette bande d'étude est définie par une largeur minimale, de part et d'autre des axes routiers, en fonction des niveaux de trafics.

Au regard du trafic attendu avec la réalisation du Pont Jean-Jacques Bosc sur le réseau routier étudié, la largeur de la bande d'étude retenu est de 300 m de part et d'autre des voies. (cf. Figure 2).

1.3.6. POLLUANTS ÉTUDIÉS

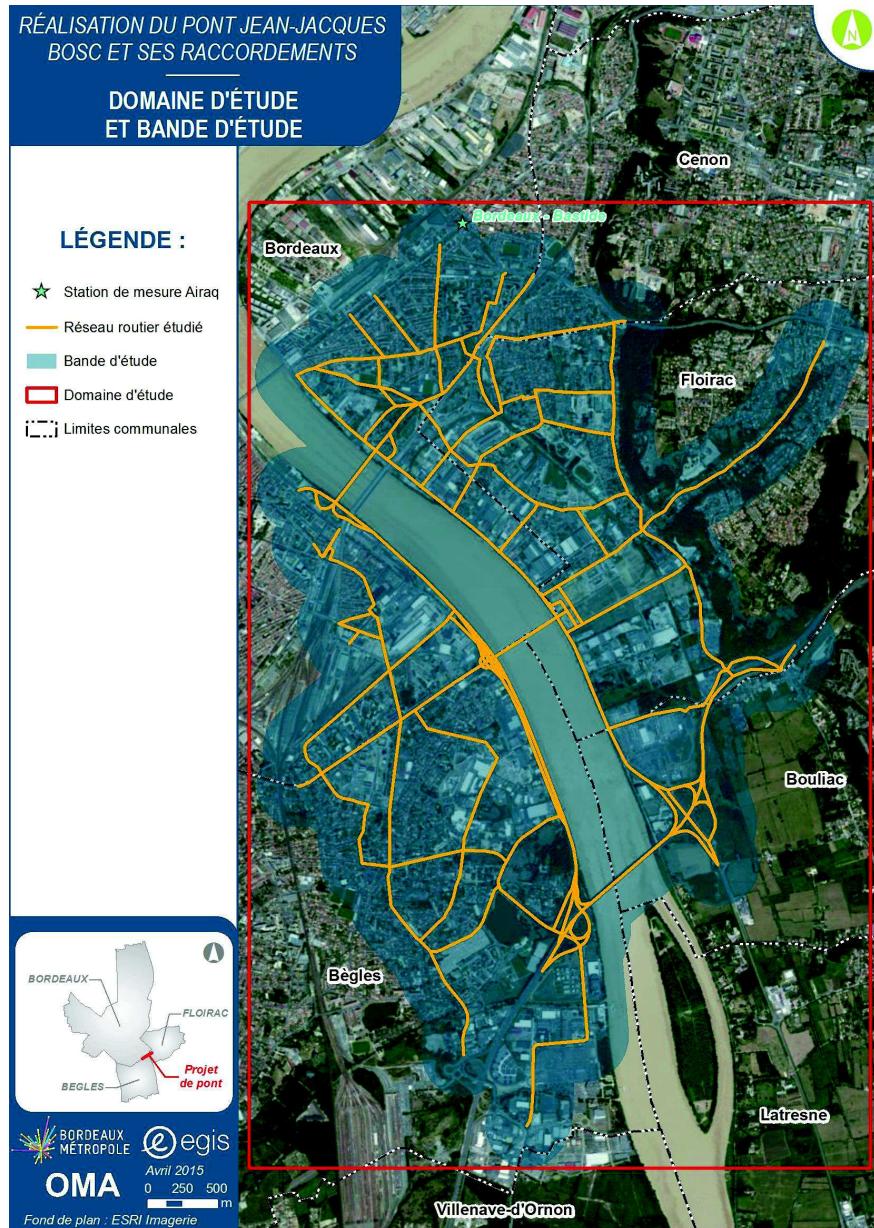
Les polluants retenus dans cette étude sont ceux requis pour une étude de niveau I conformément à la note méthodologique du 25 février 2005 :

- les oxydes d'azote (NO₂ et NO) ;
- le monoxyde de carbone (CO) ;
- le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- le benzène (C₆H₆) ;
- les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) : l'acroléine, le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et le 1,3 butadiène ;
- le benzo(a)pyrène (BaP) représentant de la famille des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) ;
- les particules (PM10 et PM2,5) ;
- les métaux : le cadmium (Cd), le nickel (Ni), le chrome (Cr), l'arsenic (As)¹ et le plomb (Pb), le mercure (Hg) et le baryum (Ba)

Les polluants indiqués en gras sont réglementés dans l'air ambiant (cf. chapitre 1.4.2).

¹ La méthodologie européenne COPERT de calcul des émissions routières ne prend pas en compte l'arsenic, le baryum et le mercure. Ces polluants n'ont donc pas été pris en compte dans le cadre de cette étude.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



1.4. NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

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

Ce paragraphe rappelle successivement les sources et les effets sanitaires des principaux polluants atmosphériques puis la réglementation relative à la qualité de l'air ambiant.

1.4.1. ORIGINE ET TOXICITÉ DES PRINCIPAUX POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

- **Les oxydes d'azote (NO_x)** : Les oxydes d'azote (NO et NO_2) sont formés, lors des processus de combustion, par oxydation de l'azote contenu dans le combustible (émissions directes). La proportion entre le NO (monoxyde d'azote) et le NO_2 (dioxyde d'azote) varie en fonction du procédé de combustion et, notamment, en fonction de la température. Le NO , qui est émis majoritairement, s'oxyde en NO_2 et ce, d'autant plus rapidement que la température est élevée. Dans l'air ambiant, le NO_2 est également formé à partir des émissions de NO . Cette transformation chimique est étroitement dépendante de la présence d'ozone. Le dioxyde d'azote est un polluant indicateur du transport routier.

Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO_2 . À des fortes teneurs (supérieures à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sur des courtes durées, c'est un gaz毒ique entraînant une inflammation importante des voies respiratoires. Le NO n'est pas considéré comme un polluant nuisible pour la santé.

- **Le monoxyde de carbone (CO)** : Le monoxyde de carbone est un polluant primaire qui se forme lors des combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul, bois). Ces principales sources sont le trafic routier et le chauffage résidentiel.

À des fortes teneurs et en milieu confiné, ce polluant se combine avec l'hémoglobine du sang empêchant l'oxygénation de l'organisme. Il peut alors causer des intoxications (maux de tête, vertiges, voire coma); il peut être mortel en cas d'exposition prolongée à des concentrations très élevées.

- **Le dioxyde de soufre (SO_2)** : Le dioxyde de soufre est un sous-produit de la combustion du soufre contenu dans les matières organiques. Les émissions de SO_2 sont ainsi 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 en charbon de ce secteur, mais ces émissions peuvent également être d'origine naturelle (océans et volcans).

Le dioxyde de soufre affecte le système respiratoire, le fonctionnement des poumons et provoque des irritations oculaires. L'inflammation de l'appareil respiratoire entraîne de la toux, une exacerbation de l'asthme, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires.

- **Le benzène (C_6H_6)** : le benzène est un Hydrocarbure Aromatique Monocyclique (HAM). Il peut être d'origine naturelle (volcans, feux de forêts, pétrole ou gaz naturel), mais il a surtout une

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

origine anthropique (gaz d'échappement, manufactures, industrie, fumée de tabac). Il est émis majoritairement par le trafic routier, notamment les véhicules à motorisation essence dont les deux roues motorisées.

Le benzène est cancérogène pour l'homme. Sa toxicité reconnue l'a fait classer par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) parmi les « cancérogènes certains pour l'homme » (leucémie myéloïde aiguë groupe I, Classification du CIRC). Sa toxicité hématologique par atteinte de la moelle osseuse est connue depuis longtemps. Elle touche toutes les lignées sanguines et peut se manifester par une anémie ou, plus rarement, une polyglobulie (lignée des globules rouges), une leucopénie ou parfois une hyperleucocytose (globules blancs) ou une thrombopénie (plaquettes). Outre les expositions chroniques par inhalation, il a été retenu pour d'autres types d'effets et d'exposition (exposition aigüe et effets non cancérogènes dans l'exposition chronique) en raison de son caractère prioritaire établi dans le Plan National Santé Environnement.

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

La toxicité des HAP varie fortement d'un composé à l'autre. La plupart des HAP sont mutagènes. Le benzo(a)pyrène, considéré comme traceur de la pollution urbaine aux HAP, est reconnu comme cancérogène pour l'homme.

- **Les particules en suspension (PM) :** Les particules constituent un mélange complexe de par la variété de leurs compositions chimiques et leurs différentes tailles. On distingue généralement les particules PM₁₀, de diamètre inférieur à 10 µm, et les particules PM_{2,5}, de diamètre inférieur à 5 µm.

Les sources de particules sont multiples. Les particules primaires sont essentiellement émises par le secteur résidentiel et tertiaire, le trafic routier, l'industrie (incinération, sidérurgie), l'agriculture, les chantiers et les carrières. Les particules PM_{2,5} sont majoritairement formées par les phénomènes de combustion (secteur résidentiel et tertiaire, trafic routier), tandis que les activités mécaniques (secteur agricole, chantier) favorisent la formation des particules de taille plus importante (PM₁₀). Les sources indirectes de particules résultent essentiellement de la transformation chimique des polluants gazeux et des processus de remise en suspension des poussières déposées au sol.

Aux teneurs auxquelles sont exposées la plupart des populations urbaines, les particules ont des effets nuisibles sur la santé. La toxicité des particules est essentiellement due aux particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm (PM₁₀), voire à 2,5 µm (PM_{2,5}), les plus « grosses » particules étant arrêtées puis éliminées au niveau du nez et des voies respiratoires supérieures. L'exposition chronique contribue à augmenter le risque de contracter des maladies cardiovasculaires et respiratoires, ainsi que des cancers pulmonaires. Les particules fines peuvent également véhiculer des substances toxiques.

- **Les métaux lourds :** Les métaux lourds proviennent majoritairement de la combustion des combustibles fossiles, des ordures ménagères, ainsi que de certains procédés industriels.

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

Le cadmium (Cd) est essentiellement émis lors de l'incinération de déchets et lors de processus industriels (tels que la production de zinc, la fabrication d'accumulateurs, la galvanoplastie, la production de pigments et comme adjuvants aux plastiques), ainsi que lors de la combustion des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse.

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

Le plomb (Pb) était principalement émis par le trafic automobile jusqu'à l'interdiction de l'essence plombée en 2000. Aujourd'hui, ses principales sources sont la combustion du bois et du fioul, l'industrie (métallurgie, fabrication de tuyaux, d'accumulateurs, de peintures, de pigments, etc.), ainsi que le trafic routier (abrasion des freins).

Le chrome (Cr) provient essentiellement des aciéries électriques et des fonderies de fonte ainsi que de certaines installations de production de verre.

Les métaux s'accumulent dans l'organisme. À plus ou moins long terme et pour des expositions chroniques, les métaux provoquent des affections respiratoires (arsenic, cadmium, nickel), cardiovasculaires (arsenic), neurologiques (plomb, arsenic) et des fonctions rénales (cadmium).

1.4.2. RÉGLEMENTATION DANS L'AIR AMBIANT

Les critères nationaux de la qualité de l'air sont définis dans les articles R221-1 à R221-3 du Code de l'Environnement. Les principales valeurs mentionnées dans la réglementation française sont synthétisées dans le Tableau 1.

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

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

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité ou valeur cible	Seuils d'information et d'alerte
Dioxyde d'azote NO ₂	<p>En moyenne annuelle 40 µg/m³</p> <p>En moyenne horaire depuis le 1er janvier 2010 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 h par an (P99.8)</p>	<p>En moyenne annuelle 40 µg/m³</p>	<p>En moyenne horaire</p> <p>information : 200 µg/m³ alerte : 400 µg/m³ sur 3 h consécutives et 200 µg/m³ si dépassement J-1 et risque pour J+1</p>
Dioxyde de soufre SO ₂	<p>En moyenne journalière 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 j par an (P99.2)</p> <p>En moyenne horaire depuis le 1er janvier 2005 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 h par an (P99.7)</p>	<p>En moyenne annuelle 50 µg/m³</p>	<p>En moyenne horaire</p> <p>information : 300 µg/m³ alerte : 500 µg/m³ sur 3 h consécutives</p>
Benzène C ₆ H ₆	<p>En moyenne annuelle 5 µg/m³</p>	<p>En moyenne annuelle 2 µg/m³</p>	
Monoxide de carbone CO	<p>En moyenne sur 8 heures 10 000 µg/m³</p>		
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 µm PM10	<p>En moyenne annuelle depuis le 1er janvier 2005 40 µg/m³</p> <p>En moyenne journalière depuis le 1er janvier 2010 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 j par an (P90.4)</p>	<p>En moyenne annuelle 30 µg/m³</p>	<p>En moyenne journalière</p> <p>information : 50 µg/m³ alerte : 80 µg/m³</p>
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm PM2,5	<p>En moyenne annuelle 26 µg/m³ pour 2014 25 µg/m³ à partir de 2015</p>	<p>Objectif de qualité : 10 µg/m³ Valeur cible : 20 µg/m³</p>	
Plomb Pb	<p>En moyenne annuelle depuis le 1er janvier 2002 0.5 µg/m³</p>	<p>En moyenne annuelle 0.25 µg/m³</p>	
Arsenic As		<p>En moyenne annuelle Valeur cible : 6 ng/m³</p>	
Cadmium Cd		<p>En moyenne annuelle Valeur cible : 5 ng/m³</p>	
Nickel Ni		<p>En moyenne annuelle Valeur cible : 20 ng/m³</p>	
Benzo(a)pyrène		<p>En moyenne annuelle Valeur cible : 1 ng/m³</p>	

Tableau 1 : Critères nationaux de la qualité de l'air

2. CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT INITIAL

La caractérisation de l'état initial du domaine d'étude a pour objectif de fournir une description détaillée de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé en l'absence de tout projet d'aménagement.

2.1. DOMAINE D'ÉTUDE

Le projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes est localisé en Gironde (33), au niveau de l'intersection des limites communales de Bordeaux, Bègles et Floirac (cf. Figure 1).

Sur la rive gauche de la Garonne (commune de Bordeaux et de Bègles), la densité est supérieure à 2 000 hab/km². Sur la rive droite (communes de Floirac et Bouliac), la densité est comprise entre 1 000 et 2 000 hab/km². Le Tableau 2 reprend les densités de populations sur le territoire communal, dans le domaine d'étude et dans la bande d'étude.

Communes	2019			2030		
	Territoire communal	Domaine d'étude	Bande d'étude	Territoire communal	Domaine d'étude	Bande d'étude
Bègles	2 432	2 053	2 076	2 629	2 221	2 244
Bordeaux	5 216	4 019	3 854	5 638	4 362	4 175
Bouliac	434	1 148	1 148	469	1 240	1 244
Cenon	4 286	3 842	3 627	4 633	4 162	3 889
Floirac	2 079	2 061	2 248	2 248	2 229	2 429
Latresne	344	992		371	1 072	
Villenave d'Ornon	1 509	447	448	1 631	483	480
Moyenne	2 329	2 080	2 234	2 517	2 253	2 410

Tableau 2 : Densités communale et dans le domaine d'étude.

Il est à noter que sur la rive droite, à proximité immédiate du Pont Jean-Jacques Bosc, se construira la salle de spectacle de l'Aréna, un complexe d'habitations et une zone d'aménagement futur comprendra une aire de loisirs, une aire de jeux pour enfants, une zone évènementielle en relation avec l'Aréna et une aire de pique-nique.

2.2. POPULATIONS ET SITES SENSIBLES

Le volet « air et santé » des études d'impact vise à déterminer l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé des populations, et notamment sur les populations sensibles. Le guide pour l'analyse du volet sanitaire de l'Institut de Veille Sanitaire (février 2000) précise ainsi que « la population potentiellement en contact avec l'un des milieux pollués [...] devra être identifiée », notamment la présence de structures d'accueil particulières (écoles, hôpitaux, maisons de retraite, etc.). Ce paragraphe a pour objet d'évaluer les cibles potentielles des émissions polluantes situées dans le domaine d'étude.

2.2.1. POPULATIONS

Les populations des communes interceptées par le domaine d'étude, sont données dans le Tableau 3 pour les années 2019.

Les populations communales ont été estimées à l'horizon 2019 sur la base des données de population INSEE de 2011², actualisées avec le taux d'évolution annuel prévisionnel de l'INSEE dans le département de la Gironde (+0,71 %)³.

Les populations situées dans le domaine d'étude ont été déterminées, sous SIG, en interceptant le domaine d'étude et les données de populations des IRIS communaux de l'INSEE compris dans ce même domaine.

Communes	2019			2030		
	Territoire communal	Domaine d'étude	Bande d'étude	Territoire communal	Domaine d'étude	Bande d'étude
Bègles	26 987	17 553	11 440	29 171	18 973	12 367
Bordeaux	257 673	28 493	21 313	278 527	30 796	23 037
Bouliac	3 418	797	192	3 695	861	208
Cenon	23 893	7 030	1 649	25 827	7 600	1 783
Floirac	17 610	15 090	11 752	19 035	16 310	12 702
Latresne	3 556	436		3 844	471	
Villenave d'Ornon	31 832	131	14	34 408	141	15
Total	364 969	69 530	46 360	394 508	75 152	50 112

Tableau 3 : Populations communale et dans la bande d'étude.

Sur la base de ces estimations, la population située dans le domaine d'étude s'établie à environ 70 000 habitants en 2019 et 75 000 en 2030.

2.2.2. ÉTABLISSEMENTS À CARACTÈRE SANITAIRE ET SOCIAL

Les établissements à caractère sanitaire et social (écoles, hôpitaux, maisons de retraite, etc.) et les sites sensibles (établissements sportifs, jardins familiaux, etc.) recensés dans le domaine d'étude sont listés dans le Tableau 4 et le Tableau 5, et localisés sur la Figure 3.

Les établissements dont les noms sont inscrits en **gras** dans les tableaux se situent dans la bande d'étude.

² Source : INSEE - données IRIS au 1^{er} janvier 2013.

³ INSEE, Aquitaine 2040 : vers les 4 millions d'habitants – Olivier Diel, n°192, décembre 2010.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Commune	Type	Nom
Bordeaux	Crèche	Crèche La Maison Soleil
		Crèche Le Jardin d'Hortense
		Crèche multi accueil Carle Vernet
		Crèche multi accueil Canaillous Armagnac
		Crèche multi accueil Canaillous Brascassat
		Crèche multi accueil Canaillous Lafitteau
		Crèche multi-accueil Benauge 1 et 2
		Crèche Pitchoun Bastide
		Crèches Le Jardin de l'Eau Vive et Babilou
		Ludothèque Interlude Bastide
Bordeaux	École	École maternelle Beck
		École maternelle Fieffé
		École maternelle Nuits
		École élémentaire et maternelle Carle Vernet
		École élémentaire Ferdinand Buisson
		École élémentaire Francin
		École élémentaire Montaud
		Groupe scolaire Benauge
		Groupe scolaire Franc Sanson
		Groupe scolaire Nuyens
Collège	Groupe scolaire privé Sainte-Marie de la Bastide	Groupe scolaire privé Sainte-Marie de la Bastide
		Groupe scolaire Thiers
		Collège Aliénor d'Aquitaine
		Collège Jacques Ellul
Lycée	Collège Léonard Lenoir	Collège Léonard Lenoir
		Collège Sainte-Marie de la Bastide
		Lycée François Mauriac
		Lycée Sainte-Marie de la Bastide
Maison de retraite	Maison de retraite	Lycée Tregey Rive de Garonne
		Maison de retraite Bonnefin
Institut spécialisé	Centre médico-social Bastide	Maison de retraite Reinette
		Centre médico-social Saint-Jean

Commune	Type	Nom
Bègles	École	Crèche multi accueil La Câlinerie
		École maternelle Boileau
		École maternelle Marcel Sembat
		École maternelle Saint-Maurice
		École élémentaire Gambetta
		École élémentaire Marcel Sembat
		Lycée
		Lycée professionnel Emile Combes
		IRFSS Aquitaine
		Hôpital
Institut spécialisé	Hôpital	Hôpital pour adultes handicapés Centujean
		CSMI Proado - Centre médico-psychologique de Bègles
		ESAT de Bègles
		ITEP La Marelle
		EHPAD Bon Secours
Cenon	Maison de retraite	EHPAD Manon Cormier
		École maternelle Anatole France
		École maternelle Léon Gambetta
		Hôpital
		Korian Hauterive
Floirac	École	Etablissement de soins et d'éducation spécialisé Bire-Cassagne
		ITEP Bellefonds
		Maison de retraite
		Résidence Gambetta
		Crèche
Latresne	Collège	Crèche collective
		Crèche familiale
		École maternelle
		École maternelle François Mauriac
		École maternelle Jean Jaurès
		École primaire Pasteur
		École élémentaire Albert Camus
		École élémentaire Jean Jaurès
		Groupe scolaire Louis Aragon
		Groupe scolaire Léon Blum
Maison de retraite	Groupe scolaire Pasteur et groupe scolaire Pierre et Marie Curie	Groupe scolaire Pasteur et groupe scolaire Pierre et Marie Curie
		Collège Georges Rayet
		Collège Nelson Mandela
		EHPAD Domaine des Augustins

Tableau 4 : Inventaire des établissements à caractère sanitaire et social dans le domaine d'étude

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Commune	Type	Nom
Bordeaux	Stade	Stade Galin
		Stade Promis
		Stade Tregey
		Gymnase Jean Dauguet
		Gymnase Thiers
	Piscine	Piscine Galin
		Tennis
	Sport nautique	City Stade Belcier
		City Stade Bénauge
		City Stade Carle Vernet
		City Stade Reignier
		Ponton Bénauge
Bègles	Stade	Ponton Yves Parlier
		5 stades de la Plaine des Sports
		3 stades du Complexe sportif Delphin Loche (dont 2 dans la bande d'étude)
		Stade Serge Duhourquet
		Autre stade
	Gymnase	Dojo bégoria
		Gymnase Serge Duhourquet
		Tennis couvert du Complexe sportif Delphin Loche
	Tennis	Tennis de la Plaine des Sports
		3 tennis du Complexe sportif Delphin Loche (dont 2 dans la bande d'étude)
Cenon	Terrain de jeux	2 City Parks de la Plaine des Sports
	Sport nautique	Port de plaisance de Bègles
	Stade	Stade de football Léo Lagrange
	Gymnase	Gymnase Léo Lagrange
	Terrain de jeux	City Stade Sellier
	Bouloardrome	Bouloardrome Place Duvin
	Stade	Stade JR Guyon
		Autre stade
		Dojo du Castel
		Espace Lucie Aubrac
		Gymnase Robert Ralite
Floirac	Gymnase	Gymnase Yves du Manoir
		Salle de combat Monrepos
		Piscine André Granjeon
		4 tennis (dont 3 dans la bande d'étude)
	Stade	Stade
Latresne		

Tableau 5 : Inventaire des sites sensibles dans le domaine d'étude

Sur la base de cet inventaire, 72 établissements à caractère sanitaire et social et 56 sites sensibles sont localisés dans le domaine d'étude. Parmi ceux-ci, 49 établissements à caractère sanitaire et social et 46 sites sensibles se situent dans la bande d'étude. Leur répartition est décrite dans le Tableau 6.

Établissements à caractère sanitaire et social	Domaine d'étude	Bande d'étude
Crèches	13	9
Écoles	30	20
Collèges	7	6
Lycées	4	4
Enseignement supérieur	3	2
Hôpital	2	1
Institut spécialisé	7	3
Maison de retraite	6	4
Total	72	49
Sites sensibles		
Gymnases	14	13
Piscines	2	2
Stades	17	14
Tennis	10	8
Terrains de jeux	8	7
Bouloardrome	1	
Centre équestre	1	
Sport nautique	3	2
Total	56	46

Tableau 6 : Répartition par type des établissements à caractère sanitaire et social et des sites sensibles

L'établissement à caractère sanitaire et social le plus proche du projet de pont Jean-Jacques Bosc est situé sur la commune de Bègles. Il s'agit de l'**école maternelle Marcel Sembat**, située à environ 230 m du boulevard Jean-Jacques Bosc.

Le site sensible le plus proche du projet de pont Jean-Jacques Bosc se situe sur la commune de Bordeaux. Il s'agit des **courts de tennis de Bordeaux**, à environ 200 m du boulevard Jean-Jacques Bosc.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

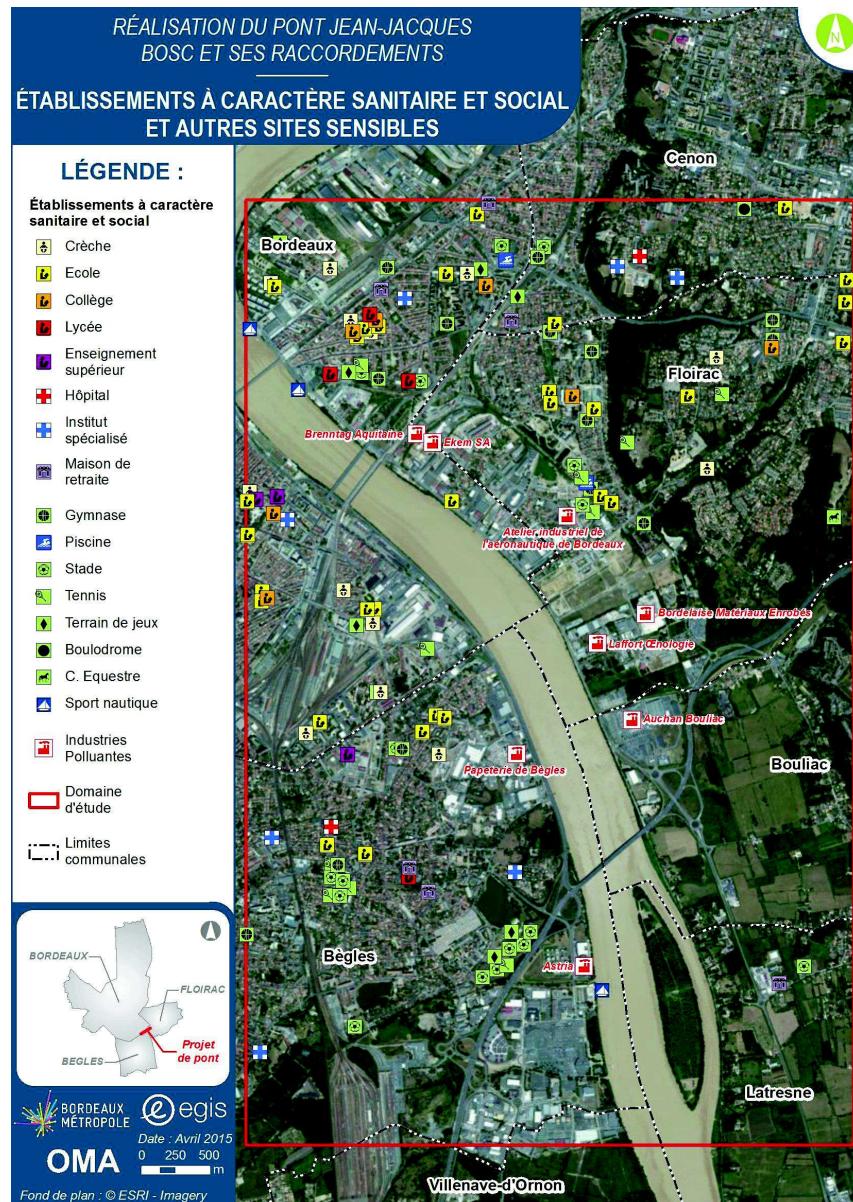


Figure 3 : Établissements à caractère sanitaire et social et sites sensibles dans le domaine d'étude

2.3. ÉMISSIONS POLLUANTES

2.3.1. ÉMISSIONS POLLUANTES EN AQUITAIN

De par sa position géographique en proximité du littoral, et sous forte influence océanique, l'Aquitaine est considérée comme une région plutôt privilégiée en termes de qualité de l'air. Toutefois, même si cette observation est plutôt positive à l'échelle régionale, il n'en existe pas moins des disparités locales, se traduisant par les enjeux suivants (

Tableau 7) :

- une forte urbanisation au niveau des grandes agglomérations, ayant pour conséquence de fortes surémissions de polluants (NO_2 , $\text{PM}_{10} \dots$) au niveau local, et des problématiques spécifiques de pollution, en particulier en situation de proximité.
- un transport important, avec entre autres, la présence d'un transit important sur le corridor atlantique.
- la présence de zones industrielles importantes, pouvant générer ponctuellement des zones de surémissions, en particulier de SO_2 .
- une activité agricole importante, pouvant contribuer significativement aux émissions de polluants réglementés, comme les PM_{10} , ou encore à des polluants non réglementés, comme les produits phytosanitaires.

Les principales sources d'émissions polluantes en Aquitaine sont donc l'urbanisme, le trafic routier (dont un transit important), l'industrie et l'agriculture.

	SO_2 (kg/hab.)	NO_x (kg/hab.)	COVNM (kg/hab.)	$\text{PM}10$ (kg/hab.)	CO_2 (t/hab.)
Aquitaine	5,4	21,7	20,6	8,8	3,3
France	6,7	22,1	19,1	7,4	5,0
Pos°Aq. / F	😊	😐	😐	😢	😊

Tableau 7 : Synthèse des émissions régionales (inventaire SRCAE Juin 2010 Aquitaine- CITEPA)

2.3.2. ÉMISSIONS POLLUANTES DANS LE DOMAINE D'ÉTUDE

● Émissions industrielles

Huit sources d'émissions industrielles⁴, recensées au titre des émissions dans l'air, sont présentes dans le domaine d'étude (cf. Figure 3) :

- Commune de Bègles
 - **Papeterie de Bègles** - Fabrication et vente de papier pour plaques de plâtres
Rejet dans l'air de 31 300 tonnes de CO₂ total (CO₂ d'origine biomasse et non biomasse) en 2013 ;
 - **ASTRIA** – Traitement et élimination des déchets non dangereux
Rejet dans l'air de 175 kg d'acide fluorhydrique (fluorure d'hydrogène) en 2006 ;
17 kg d'antimoine et ses composés en 2010 ;
13 kg de cadmium et ses composés en 2005 ;
2 180 kg de chlore en 2006 ;
15 kg de cobalt et ses composés en 2010 ;
1,4 g de dioxines et furanes (PCDD + PCDF) (exprimés en iTeq) en 2004 ;
637 kg de fluor et ses composés en 2004 ;
24 kg de mercure et ses composés en 2009 ;
55 kg de nickel et ses composés en 2004 ;
389 kg de plomb et ses composés en 2005 ;
590 g de thallium et ses composés en 2012 ;
2,2 kg de vanadium et ses composés en 2012 ;
102 tonnes d'oxydes d'azote (NO_x – NO + NO₂) (en eq. NO₂) en 2013 ;
22,9 tonnes de protoxyde d'azote (N₂O) en 2005 ;
219 000 tonnes de CO₂ total dont 125 000 tonnes de CO₂ d'origine biomasse et 94 000 tonnes de CO₂ d'origine non biomasse en 2013.
- Commune de Bouliac
 - **Auchan Bouliac** – Hypermarché
Rejet dans l'air de 397 kg d'hydrofluorocarbures (HFC) en 2013 ;

● Commune de Bordeaux

- **BRENNTAG AQUITAINE** - Commerce de gros de produits chimiques
Rejet dans l'air de 1 170 kg de dichlorométhane (DCM - chlorure de méthylène) en 2007 ;
 - **EKEM S.A.** - Fabrication de charpentes et d'autres menuiseries
Rejet dans l'air de 365 kg d'aldéhyde formique (formaldéhyde) en 2006 ;
- ### ● Commune de Floirac
- **Atelier industriel de l'aéronautique de Bordeaux** - Réparation et maintenance d'aéronefs et d'engins spatiaux, et installations de traitement de surface de métaux et des matières plastiques utilisant un procédé électrolytique ou chimique
Rejet dans l'air de 4 840 kg de Tétrachloroéthylène (PER – perchloroéthylène) en 2012 ;
 - **Bordelaise Matériaux Enrobés** – Installations pour la fabrication de produits à base de charbon et de combustibles non fumigènes solides et fabrication d'autres produits minéraux non métalliques
Pas d'information sur les rejets dans l'air ;
 - **Laffort Oenologie** - Fabrication et distribution de produits œnologiques
Pas d'information sur les rejets dans l'air ;

● Autres sources d'émissions

Les autres sources d'émissions recensées au sein du domaine d'étude sont les voiries, en particulier la rocade sud-est de Bordeaux, les quais de Garonne en rive droite et en rive gauche, particulièrement l'A631 et le boulevard Jean-Jacques Bosc.

4 Source : Registre français des émissions polluantes sur internet, www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP

2.4. QUALITÉ DE L'AIR

2.4.1. SURVEILLANCE PERMANENTE

○ En Aquitaine

La surveillance permanente de la qualité de l'air en Aquitaine est réalisée par l'association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air AIRAQ. Cette association fait partie du dispositif national de surveillance et d'information de la qualité de l'air, composé d'une quarantaine d'AASQAs, conformément au code de l'environnement (Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie du 30 décembre 1996 codifiée).

Le dispositif de surveillance d'AIRAQ comporte un réseau de stations fixes, des outils mobiles et des plateformes de modélisation. Ce dispositif de surveillance est configuré en prenant en compte différents besoins, à savoir : les exigences des directives européennes, les besoins relatifs au calcul et à la diffusion de l'indice de qualité de l'air et les contraintes fixées par les dispositifs d'alerte.

L'Aquitaine comporte 3 zones de surveillance telles qu'elles ont été définies au niveau national pour 2010 (Figure 4) :

- Zone agglomération de Bordeaux (ZAG) qui comporte 812 660 habitants au recensement INSEE de 2006, et qui regroupe les 51 communes de l'unité urbaine de Bordeaux, ainsi que Martignas-sur-Jalle et Ambès (zone du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération bordelaise).
- Zone urbaine régionale (ZUR) qui compte 660 155 habitants, et qui regroupe l'ensemble des unités urbaines entre 50 000 et 250 000 habitants, à savoir les unités urbaines de Pau, du BAB (en y intégrant Hendaye), d'Agen, de Périgueux, de Bergerac et d'Arcachon.
- Zone régionale (ZR) qui compte 1 646 963 habitants et qui regroupe toutes les autres communes de la région.

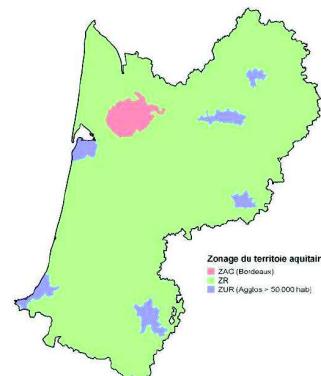


Figure 4 : Zonage du territoire aquitain

○ Dans le domaine d'étude

Une station de mesure permanente d'AIRAQ est située dans le domaine d'étude (au nord), il s'agit de la station trafic de Bordeaux Bastide (polluants mesurés : PM10, NO₂). Elle est localisée sur la Figure 2.

Le domaine d'étude est inclus au sein de l'agglomération Bordelaise (ZAG) qui dispose de huit autres stations de mesures permanentes :

- 3 stations urbaines de fond : Bordeaux-Grand Parc (polluants mesurés : O₃, NO₂, PM10, SO₂), Talence (polluants mesurés : O₃, NO₂, PM10, PM2,5, benzo(a)pyrène) et Bassens (polluants mesurés : O₃, NO₂, PM10, PM2,5, SO₂, BTEX).
- 2 stations de proximité automobile : Bordeaux-Gambetta (polluants mesurés : PM10, NO₂, BTEX) et Mérignac (polluants mesurés : PM10 et NO₂).
- 3 stations périurbaines : Ambès « 2 » (polluant mesuré : O₃), Léognan (polluant mesuré : O₃) et Saint-Sulpice et Cameyrac (polluant mesuré : O₃).

Au 31 décembre 2013, les procédures en vigueur sont régies par les arrêtés suivants : arrêté interpréfectoral du 28 juillet 2006 pour l'ozone et l'arrêté préfectoral de Gironde du 4 juillet 2008 pour le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et les particules en suspension complété par l'arrêté du 14 décembre 2011.

Le Tableau 8 présente la synthèse des moyennes annuelles par polluant et par station de l'agglomération bordelaise⁵.

Moyenne annuelle	Bdx-Grand Parc	Talence	Bassens	Bdx-Gambetta	Mérignac	Bdx-Bastide	Ambès	Léognan	St Sulpice et Cameyrac
O ₃	68	65	66				68	67	62
PM10	23	24	20	24	24	27			
PM2,5			15	13					
NO ₂	17	21	19	41	39	29			
SO ₂	2		3						
C ₆ H ₆				1,03	1,42				
B(a)P			0,22						

Tableau 8 : Synthèse des moyennes annuelles par polluant (en µg/m³ hormis pour le B(a)P exprimé en ng/m³) et par station de l'agglomération bordelaise

⁵ AIRAQ – Bilan des données 2013 - Mars 2014

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Sur l'agglomération bordelaise, les valeurs sont respectées pour l'ensemble des polluants hormis pour le NO₂ à la station Bordeaux Gambetta où la valeur limite en moyenne annuelle est légèrement dépassée (41 µg/m³ au lieu de 40 µg/m³).

● Indice de qualité de l'air

L'indice de qualité de l'air CITEAIR caractérise la qualité de l'air sur un territoire, en situation de fond (indice général) et le long des voies de circulation (indice trafic), à travers cinq qualificatifs (de 'très bonne' à 'très mauvaise') et une échelle de couleur (du vert au rouge). Cet indice relaie l'indice ATMO (depuis le 1^{er} janvier 2011) afin d'uniformiser les indices globaux européens de la qualité de l'air.

Les polluants pris en compte dans cet indice sont les polluants les plus problématiques en Europe. Pour l'indice général, il s'agit, à minima, du dioxyde d'azote, des particules (PM 10) et de l'ozone. Le Tableau 9 et la Figure 5 présentent les résultats de l'indice ATMO.

◎ Indice en situation de fond :

Indice ATMO	Qualificatif	Nombre de jours	Fréquence (%)
1	Très bonne	0	0
2	Très bonne	4	1,1
3	Bonne	104	28,5
4	Bonne	137	37,5
5	Moyenne	60	16,4
6	Médiocre	31	8,5
7	Médiocre	16	4,4
8	Mauvaise	7	1,9
9	Mauvaise	4	1,1
10	Très mauvaise	2	0,5

Tableau 9 : Bilan de l'indice ATMO sur l'agglomération bordelaise

Les indices de qualité de l'air de l'agglomération bordelaise ont été « très bons à bons » 67 % de l'année. Ils ont été qualifiés de « moyens » 16 % de l'année, de « médiocres » 13 % de l'année, de « mauvais » 3 % de l'année et enfin de « très mauvais » 1 % de l'année.

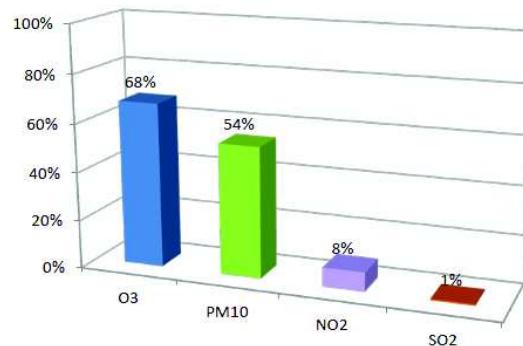


Figure 5 : responsabilité des polluants dans la détermination de l'indice ATMO

L'ozone est principalement responsable des indices avec 68 % des cas observés. Viennent ensuite les particules en suspension, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre avec 54 %, 8 % et 1 % des cas.

■ N.B : la somme des pourcentages est supérieure à 100 % car plusieurs polluants peuvent être conjointement responsables des indices.

◎ Indice en situation de proximité automobile :

Le Tableau 10 et la Figure 6 présentent les résultats du calcul de l'indice de qualité de l'air en proximité automobile.

Qualificatif	Nombre de jours	Fréquence (%)
Très faible	11	3,0
Faible	184	50,4
Moyen	136	37,3
Elevé	34	9,3
Très élevé	0	0,0

Tableau 10 : Bilan de l'indice CITEAIR en proximité automobile sur l'agglomération bordelaise

L'indice de qualité de l'air en proximité automobile de l'agglomération bordelaise a été « très faible à faible » 53 % de l'année. Il a été « moyen » 37 % de l'année et « élevé » 9 % de l'année.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

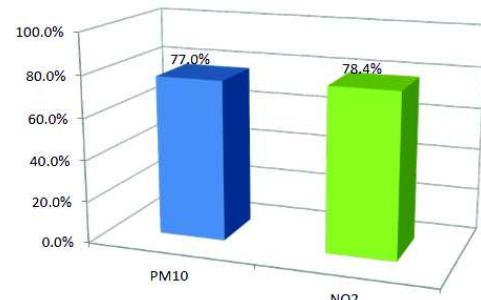


Figure 6 : Responsabilité des polluants dans la détermination de l'indice CITEAIR

Les particules en suspension et le dioxyde d'azote se partagent de manière quasi-égale la responsabilité du qualificatif de l'indice CITEAIR.

- N.B : la somme des pourcentages est supérieure à 100 % car plusieurs polluants peuvent être conjointement responsables des indices.

2.4.2. DOCUMENTS DE PLANIFICATION EN AQUITAINE POUR L'AIR ET LA SANTÉ

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

- Schéma Régional Climat, Air et Énergie en Aquitaine ;
- Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) ;
- Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air de la région Aquitaine.

Ces documents sont présentés dans les paragraphes suivants.

● Le Schéma Régional Climat, Air et Énergie en Aquitaine

L'État et la Région Aquitaine viennent d'approuver le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE). Depuis le 15 novembre 2012, l'Aquitaine dispose ainsi d'un document stratégique partagé dont le processus d'élaboration a été nourri par une forte participation des aquitains. Il permet ainsi à l'ensemble des acteurs aquitains de disposer d'un cadre de cohérence « Climat, Air, Énergie » notamment les collectivités en charge d'un PCET.

Le SRCAE définit les grandes orientations et objectifs régionaux en matière de lutte contre le changement climatique, d'efficacité énergétique, de développement des énergies renouvelables terrestres et d'amélioration de la qualité de l'air.

Les objectifs fixés par le scénario de référence du SRCAE d'Aquitaine sont les suivants :

- une réduction de 28,5% des consommations énergétiques finales d'ici 2020 par rapport à celles de 2008,
- une production des énergies renouvelables équivalente à 25,4% de la consommation énergétique finale en 2020,
- une réduction de 20% des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2020 par rapport à celles de 1990,
- une réduction des émissions de polluants atmosphériques, notamment les oxydes d'azote et les particules en suspension.

L'Aquitaine se positionne ainsi sur une trajectoire devant permettre d'atteindre une division par 4 des émissions de GES d'ici 2050, par rapport à celles enregistrées en 1990.

Le rapport présente la situation régionale en termes de consommation et production d'énergie, de vulnérabilité climatique et de qualité de l'air, ainsi que les potentiels et les objectifs pour 2020 de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de consommation énergétique et de production d'énergies renouvelables.

Le document d'orientations présente 32 orientations Climat Air Énergie en vue d'atteindre les objectifs « 2020 » :

- 24 orientations sectorielles « Bâtiment », « Industrie », « Agriculture et Forêt », « Transports », « Énergies et Réseaux »
- 8 orientations transversales relatives à l'adaptation au changement climatique et à la qualité de l'air dont des orientations spécifiques pour les zones sensibles.

● Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) de la région Aquitaine

Le PPA a été introduit par la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnel de l'Énergie (LAURE) en 1996, codifié dans les articles L.222-4 à L.222-7 et R.222-13 à R.222-36 du code de l'environnement. Il doit être élaboré dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants ou dans toutes les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles sont (ou risque d'être) dépassées.

Elaboré sous l'égide du préfet, le PPA est un plan d'actions qui a pour objectif de **réduire les émissions des polluants atmosphériques et de maintenir ou ramener**, dans la zone du PPA, **les teneurs en polluants à des niveaux inférieurs aux normes fixées** à l'article R221-1 du code de l'environnement. Il doit être compatible avec les orientations du SRCAE.

Le PPA de la région Aquitaine a été approuvé par l'arrêté inter-préfectoral du 30 avril 2007.

Le PPA définit les objectifs suivants :

- Intervenir pour réduire les émissions ;
- Sensibiliser pour changer les comportements ;
- Surveiller et contrôler pour maîtriser les émissions ;
- Améliorer la surveillance et la connaissance ;
- Structurer et assurer le suivi du PPA.

● Le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air de la région Aquitaine

○ Cadre du PSQA au regard des évolutions récentes de la prise en compte des enjeux atmosphériques et de leur évaluation

Les plans réglementaires locaux de surveillance de la qualité de l'air (PSQA) entrent dans leur deuxième exercice quinquennal avec, dans l'intervalle, une évolution substantielle de l'approche de l'atmosphère et de son évaluation locale qui implique en profondeur les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) en charge de la réalisation des PSQA.

Au plan européen, la directive unifiée d'avril 2008 concernant l'air ambiant et un air pur pour l'Europe a redessiné les contours des moyens réglementaires à appliquer par les pays membres de l'Union européenne. Cette approche plus complète modifie les stratégies de surveillance à mettre en œuvre et doit être prise en compte par les AASQA dans les PSQA.

Au plan national, un « guide de lecture des directives européennes 2008/50/CE et 2004/107/CE » (ISBN 978-2-35838-028-7, octobre 2009) a été élaboré au sein d'un groupe de travail initié et animé par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la mer, l'ADEME2, le LCSQA3, et des représentants des AASQA. Ce guide favorise la compréhension commune de ces directives et permet la préparation de documents réglementaires ou non, nécessaires à leur application harmonisée sur l'ensemble du territoire.

De son côté, le « Grenelle de l'environnement » s'est fait le porteur du besoin émergent, soutenu par la Fédération ATMO-France, d'une approche intégrée air-climat-énergie qui trouvera sa traduction législative via la Loi Grenelle 2 de transition environnementale.

Au plan local, les AASQA, ont de fait vocation à être les référents sur les questions atmosphériques. À la demande de leurs membres, elles ont été amenées à déployer, outre la surveillance réglementaire, des outils investissant plusieurs maillons du cycle de gestion de la qualité de l'atmosphère, déclinant cette vision intégrée à plusieurs échelles de la qualité de l'atmosphère et de son évaluation.

Tout en tenant compte des spécificités locales, le MEEDDM, l'ADEME et les AASQA par leur Fédération ATMO-France ont exprimé la volonté nationale d'avancer vers plus d'harmonisation dans l'élaboration des PSQA. Cette volonté d'harmonisation s'est traduite par la réalisation commune d'un guide national de rédaction des PSQA, guide enrichi par les premiers travaux au sein de la fédération ATMO-France et avec l'appui de l'ADER, association des experts des réseaux. Ces travaux ont notamment porté sur une vision partagée des déterminants de la qualité de l'atmosphère et de leur évaluation.

Ainsi, dans le cycle de gestion de l'atmosphère qui conduit de la caractérisation du milieu à la connaissance des impacts, les AASQA ont un rôle utile et reconnu d'expertise, de conseil et de prospective au niveau local.

Les maillons du cycle relatifs à la connaissance de la qualité de l'atmosphère et des expositions qui en résultent sont le cœur d'activité des AASQA : « les émissions, les concentrations dans l'air, et les expositions des organismes vivants et de l'environnement ».

Les maillons d'évaluation des impacts sanitaires et de gestion de l'air par mise en œuvre de politiques locales d'améliorations nécessitent de la part des AASQA une implication et une collaboration avec les décideurs et les spécialistes de santé.

Les échelles de la qualité de l'air prises en considération par les AASQA pour leurs aspects locaux sont la proximité des sources de pollution (air extérieur et air intérieur), le fond urbain de pollution, le territoire régional (lieu d'émission, de transport et transformation de la pollution de l'air) et enfin la contribution locale et régionale aux phénomènes de dimension planétaire avec le changement climatique à travers des inventaires locaux des émissions de gaz à effet de serre.

○ Objectif et démarche du PSQA

Ce second PSQA décrit les enjeux liés à l'air dans un contexte régional et permet de dresser un bilan de la qualité de l'air sur les cinq années passées. Il est également l'occasion d'évaluer la conformité du dispositif de surveillance mis en place aux exigences réglementaires et locales. La finalité de ce document est d'aboutir à la définition d'une stratégie pour les cinq prochaines années.

2.4.3. MESURES IN SITU DE LA QUALITE DE L'AIR

En complément des mesures permanentes existantes et afin de caractériser plus précisément la qualité de l'air dans le domaine d'étude, deux campagnes de mesure in situ de la qualité de l'air ont été réalisées au cours des mois d'avril et mai 2014, puis juillet 2014.

Ces campagnes ont pour double objectif de caractériser la qualité de l'air du domaine d'étude et situer les différents polluants par rapport aux normes de qualité de l'air en vigueur, durant la période d'exposition des dispositifs de mesure.

Compte tenu de la problématique routière et conformément à la circulaire du 25 février 2005 et à son guide méthodologique, deux polluants ont été retenus pour ces campagnes de mesure : le dioxyde d'azote, polluant traceur des émissions liées au trafic routier, et le benzène, polluant cancérogène.

2.4.3.1. PREMIÈRE CAMPAGNE DE MESURE

○ Période et moyens de mesure

La campagne de mesure a été réalisée du 25 avril au 13 mai 2014 (soit une période de 19 jours) par capteurs passifs.

Ce moyen de mesure, peu encombrant et relativement simple à mettre en place, permet d'instrumenter simultanément un nombre important de sites tout en assurant une fiabilité des mesures.

Le principe de l'échantillonnage passif consiste à exposer à l'air libre, sur une période donnée, à environ 2-3 mètres de hauteur, des cartouches adsorbantes (triéthanolamine pour le dioxyde d'azote et tétrachloroéthylène pour le benzène) qui, par simple diffusion du polluant dans l'atmosphère, vont piéger celui-ci (cf. Figure 7). La quantité de polluant absorbé est proportionnelle à sa concentration dans l'air ambiant.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

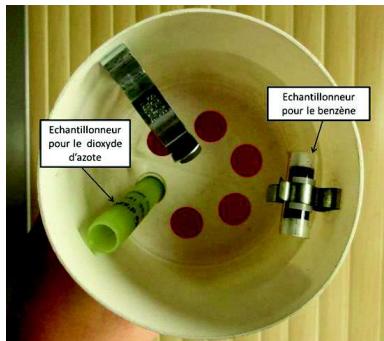


Figure 7 : Disposition des tubes dans le boîtier (source : Egis)

Sur chaque site de mesure, les échantillonneurs passifs ont ainsi été exposés durant 19 jours (cf. Figure 8), puis rebouchés hermétiquement et analysés en laboratoire (colorimétrie pour le dioxyde d'azote, chromatographie en phase gazeuse pour le benzène). À l'issue des analyses, une teneur moyenne en polluants pour chaque site de mesure est établie pour la période d'exposition.



Figure 8 : Photographies de sites de mesure (source : Egis)

Durant la période d'instrumentation, les tubes ont été placés dans des boîtiers afin de les préserver des intempéries (cf. Figure 9). Tous les tubes ont été installés sur le site le premier jour et retirés le dernier jour afin d'harmoniser les temps d'exposition pour l'ensemble des tubes.

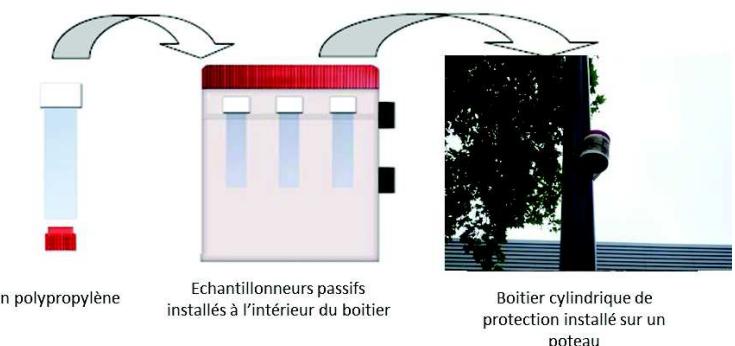


Figure 9 : Disposition des tubes et pose du boîtier (source : Egis)

Les échantillonneurs passifs ont été fournis et analysés par la société PASSAM AG, laboratoire de mesure accrédité EN 45000.

Choix et répartition des sites

Au total, 15 sites ont été instrumentés de capteurs passifs pour la mesure du dioxyde d'azote (15 capteurs) et du benzène (5 capteurs) afin de caractériser la qualité de l'air :

- **à proximité des principaux axes routiers** pour lesquels le projet de Pont Jean-Jacques Bosc est susceptible d'entraîner une modification du trafic : 9 sites représentatifs de la qualité de l'air en situation de proximité routière (sites 01, 04, 06, 07, 08, 09, 10, 12 et 14) ;
- **en situation de fond**, à distance de toute source directe de pollution : 6 sites représentatifs des niveaux moyens de pollution (sites 02, 03, 05, 11, 13 et 15).

Résultats de la campagne de mesure et interprétation

Les teneurs en dioxyde d'azote et en benzène, relevées lors de la campagne de mesure, sont détaillées dans le Tableau 11 et la Figure 10 et cartographiées sur la Figure 11.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Numéro du site	Ambiance	Intérêt du site	Teneur en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Teneur en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Site 01	Proximité routière	Quai de la Souys - RD 113	38.5	
Site 02	Fond urbain	Secteur résidentiel	22.1	0.8
Site 03	Fond urbain	Secteur résidentiel	18.7	
Site 04	Proximité routière	Quai de la Souys - RD 113	28	
Site 05	Fond urbain	Valeur de fond	12.9	0.5
Site 06	Proximité routière	Avenue Jean Alfonse	17.6	
Site 07	Proximité routière	Quai de Brienne	34.1	
Site 08	Proximité routière	Boulevard des Frères Moga	63.5	
Site 09	Proximité routière	Boulevard Jean-Jacques Bosc	35.5	
Site 10	Proximité routière	Boulevard Jean-Jacques Bosc	23.7	0.4
Site 11	Fond urbain	Résidence Jean-Jacques Bosc	17.4	0.4
Site 12	Proximité routière	A 631	66.3	
Site 13	Fond urbain	Rue Marcel Sembat	22.1	0.4
Site 14	Proximité routière	Quai du Président Wilson	50.4	
Site 15	Fond urbain	Rue Marcel Sembat / Rue Laharpe	19.2	

Tableau 11 : Résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air
(du 25 avril au 13 mai 2014)

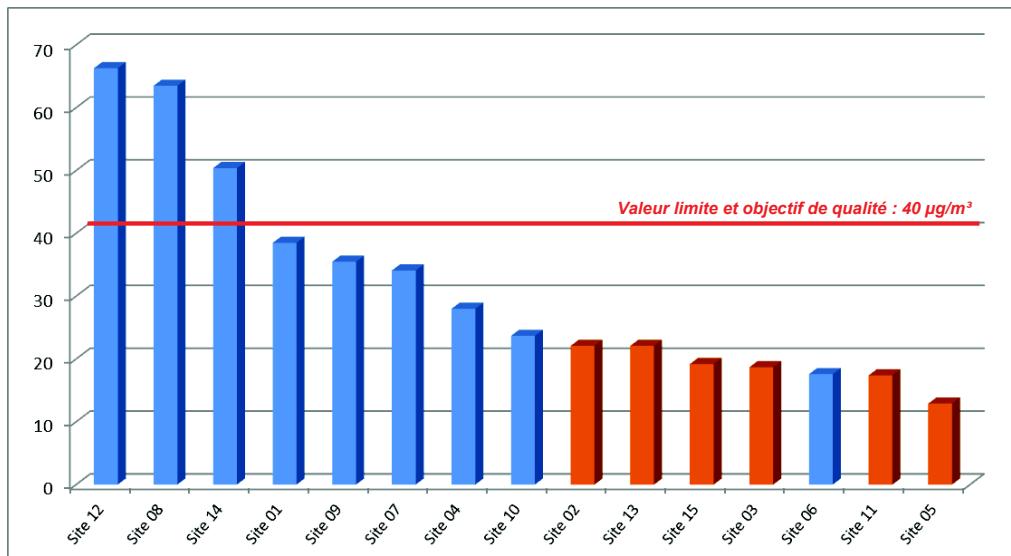


Figure 10 : Teneurs en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) lors de la campagne de mesure
(du 25 avril au 13 mai 2014)

Teneurs en dioxyde d'azote

Les teneurs en dioxyde d'azote relevées au cours de la campagne de mesure sont comprises entre 12,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 05) et 66,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 12), dans un intervalle de valeurs assez large qui reflète bien l'influence des émissions polluantes locales et notamment celles du trafic routier.

À proximité des axes routiers du domaine d'étude et sous l'influence directe des émissions polluantes induites par le trafic, les teneurs en dioxyde d'azote sont comprises entre 17,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 06) et 66,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 12).

Ces sites de mesure peuvent être classés en 3 catégories en fonction des teneurs mesurées :

- Teneurs supérieures à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le long des quais en rive gauche de la Garonne (sites 08, 12 et 14);
- Teneurs comprises entre 20 et 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le long des voies urbaines principales de la rive droite et de la rive gauche (sites 01, 04, 07, 09 et 10);
- Teneurs inférieures à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, au cœur de la friche en rive droite (site 06).

En situation de fond, les teneurs en dioxyde d'azote sont homogènes avec des valeurs mesurées variant entre 12,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 22,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Teneurs en benzène

Les teneurs en benzène relevées au cours de la campagne de mesure sont comprises entre 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sites 10, 11 et 13) et 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sites 02). Elles sont homogènes sur l'ensemble des sites de mesure.

Comparaison aux mesures d'Airaq

La comparaison des mesures effectuées par capteurs passifs dans le domaine d'étude aux mesures réalisées au droit des stations d'Airaq porte uniquement sur les teneurs en dioxyde d'azote. Aucune mesure de benzène n'est réalisée par Airaq au droit des stations considérées.

Les valeurs relevées par Airaq, association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) en région Aquitaine, au droit des stations permanentes de l'agglomération bordelaise sur la période de mesure sont précisées dans le Tableau 12.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Numéro du site	Ambiance	Intérêt du site	Teneur en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Teneur en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AIRAQ		Station trafic Bordeaux Bastide	18.6	
		Station trafic Bordeaux Gambetta	27.5	
		Station trafic Mérignac	25.7	
		Station de fond urbain Bordeaux Grand Parc	6.2	
		Station de fond urbain Talence	10.5	

Tableau 12 : Teneurs mesurées par Airaq sur les stations de mesure de l'agglomération bordelaise durant la campagne de mesure de la qualité de l'air (du 25 avril au 13 mai 2014)

L'analyse comparative de ces mesures met en évidence des teneurs en dioxyde d'azote plus importantes dans le domaine d'étude, tant en situation de fond qu'en situation de trafic.

Les deux stations de fond de l'agglomération Bordelaise, situées dans un environnement moins urbanisé que le domaine d'étude, sont peu représentatives de la qualité du domaine d'étude (valeur moyenne de 18,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

● Comparaison aux normes en vigueur

À titre indicatif⁶, sur la période des mesures, les teneurs en dioxyde d'azote respecteraient les normes de qualité de l'air⁷ en vigueur sur le domaine d'étude, excepté à proximité immédiate des axes principaux de la rive gauche – A 631, Quai du Président Wilson et Boulevard des Frères Moga, où les teneurs en dioxyde d'azote sont susceptibles de dépasser les normes en vigueur.

Les teneurs en benzène⁸ respecteraient les normes en vigueur sur l'ensemble du domaine d'étude.

⁶Les teneurs mesurées sur une vingtaine de jours sont ici comparées à des normes de qualité de l'air annuelle.

⁷Dioxyde d'azote : valeur limite et objectif de qualité : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle

⁸Benzène : valeur limite : 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle ; objectif de qualité : 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

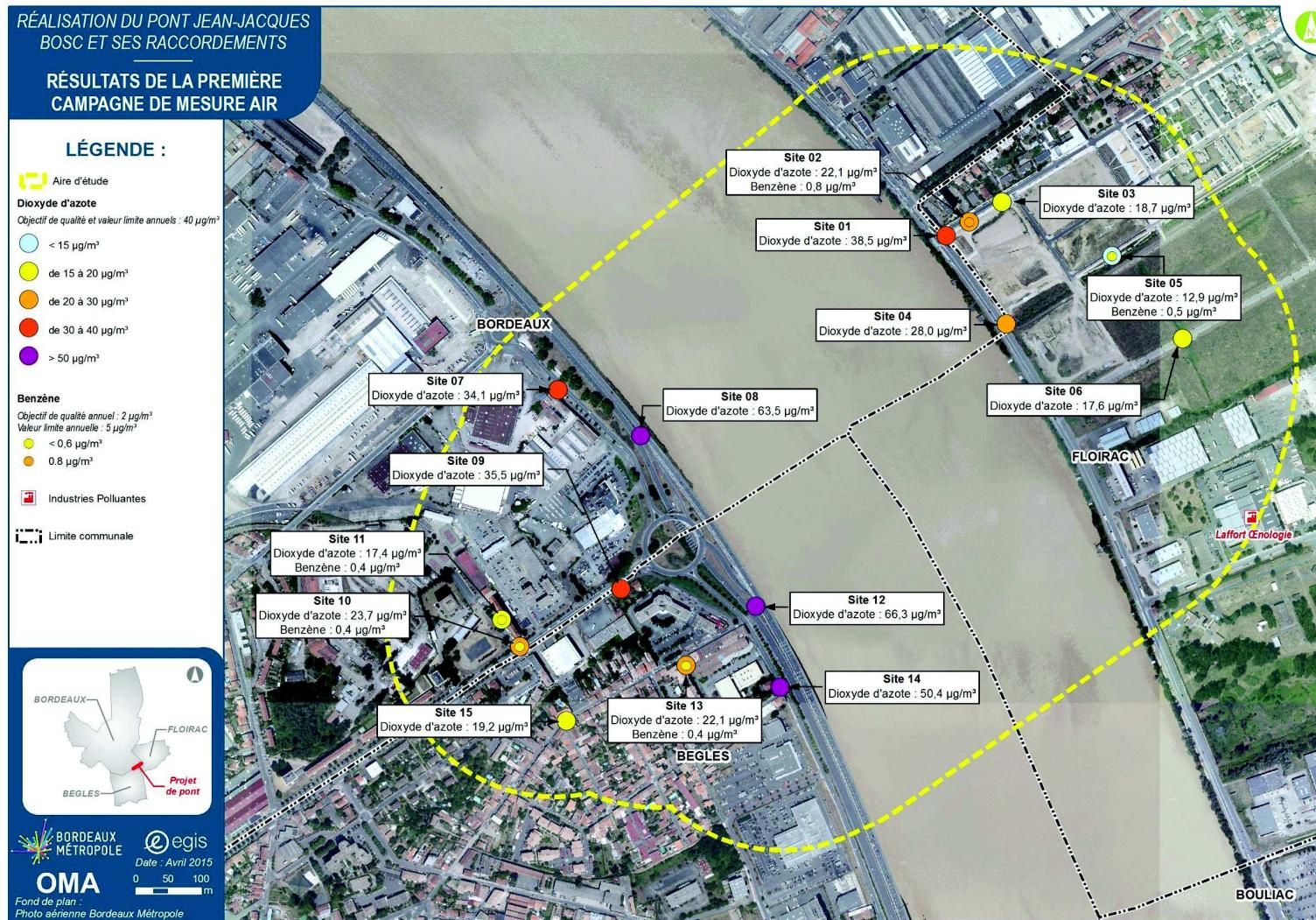


Figure 11 : Résultats de la campagne de mesure (du 25 avril au 13 mai 2014)

2.4.3.2. SECONDE CAMPAGNE DE MESURE

● Période et moyens de mesure

La campagne de mesure a été réalisée du 18 juillet au 1^{er} août 2014 (soit une période de 14 jours) par capteurs passifs (de même type que pour la première campagne). Les méthodologies de pose et d'analyse sont identiques à celles de la première campagne.

● Choix et répartition des sites

La typologie et la situation des sites est identiques à celles de la première campagne de mesure.

● Résultats de la campagne de mesure et interprétation

Les teneurs en dioxyde d'azote et en benzène, relevées lors de la campagne de mesure, sont détaillées dans le Tableau 13 et la Figure 12 et cartographiées sur la Figure 13. Les capteurs (dioxyde d'azote et benzène) du site de mesure 13 ont été enlevés par un tiers lors de la période de campagne et n'ont pas été retrouvés lors de la dépôse.

Numéro du site	Ambiance	Intérêt du site	Teneur en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Teneur en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Site 01	Proximité routière	Quai de la Souys - RD 113	41.8	0.6
Site 02	Fond urbain	Secteur résidentiel	22.0	
Site 03	Fond urbain	Secteur résidentiel	19.1	
Site 04	Proximité routière	Quai de la Souys - RD 113	30.1	
Site 05	Fond urbain	Valeur de fond	14.0	0.4
Site 06	Proximité routière	Avenue Jean Alfonséa	16.9	
Site 07	Proximité routière	Quai de Brienne	58.0	
Site 08	Proximité routière	Boulevard des Frères Moga	82.0	
Site 09	Proximité routière	Boulevard Jean-Jacques Bosc	48.0	
Site 10	Proximité routière	Boulevard Jean-Jacques Bosc	25.8	0.4
Site 11	Fond urbain	Résidence Jean-Jacques Bosc	20.4	< 0.4
Site 12	Proximité routière	A 631	66.3	
Site 13	Fond urbain	Rue Marcel Sembat	Capteurs disparus	
Site 14	Proximité routière	Quai du Président Wilson	72.3	
Site 15	Fond urbain	Rue Marcel Sembat / Rue Laharpe	20.7	

Tableau 13 : Résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air (du 18 juillet au 1^{er} août 2014)

Les teneurs en dioxyde d'azote relevées au cours de la campagne de mesure sont comprises entre 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 05) et 82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 08), dans un intervalle de valeurs assez large qui reflète bien l'influence des émissions polluantes locales et notamment celles du trafic routier.

A proximité des axes routiers du domaine d'étude et sous l'influence directe des émissions polluantes induites par le trafic, les teneurs en dioxyde d'azote sont comprises entre 16,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 06) et 82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 08).

Ces sites de mesure peuvent être classés en 3 catégories en fonction des teneurs mesurées :

- Teneurs supérieures à 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le long des quais en rive gauche de la Garonne (sites 07, 08, 09, 12 et 14);
- Teneurs comprises entre 30 et 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le long du Quai de la Souys en rive droite de la Garonne (sites 01 et 04);
- Teneurs inférieures à 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en retrait des axes principaux des rives droite et gauche (sites 06 et 10).

En situation de fond, les teneurs en dioxyde d'azote sont homogènes avec des valeurs mesurées variant entre 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

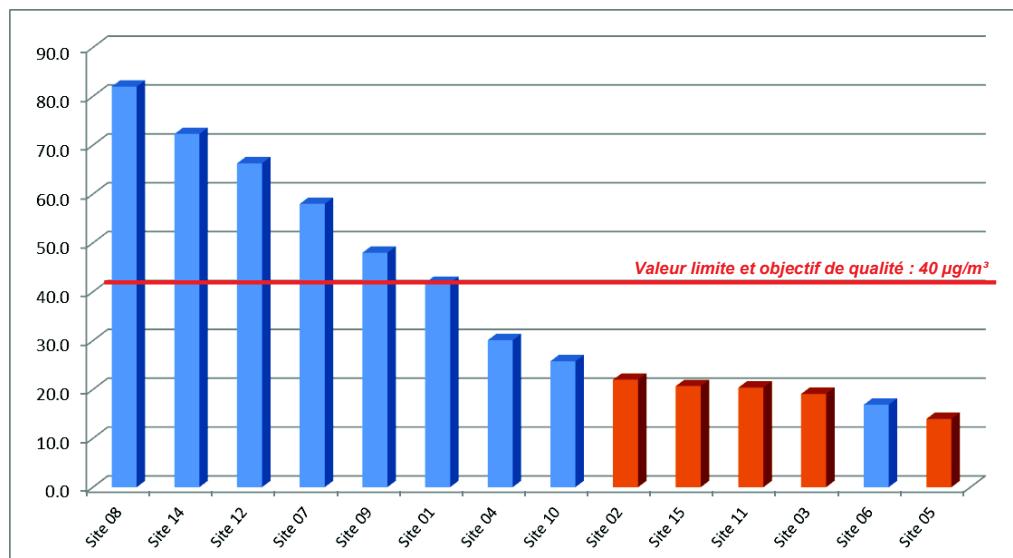


Figure 12 : Teneurs en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) lors de la campagne de mesure (du 18 juillet au 1^{er} août 2014)

Teneurs en benzène

Les teneurs en benzène relevées au cours de la campagne de mesure sont comprises entre 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sites 05 et 10) et 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sites 01). Le site 11 enregistre même une valeur inférieure à 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite de détection). Elles sont homogènes sur l'ensemble des sites de mesure.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

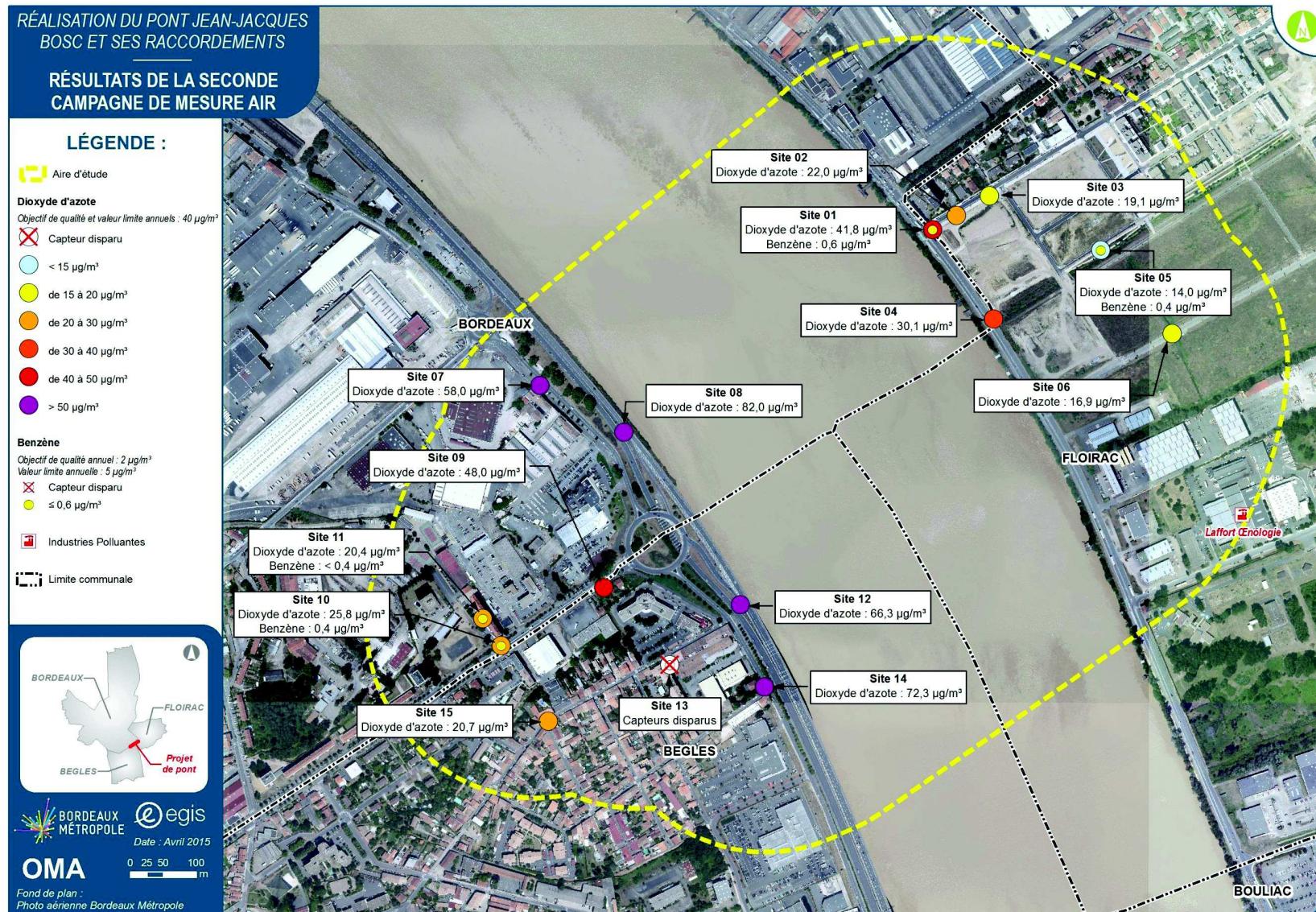


Figure 13 : Résultats de la campagne de mesure (du 18 juillet au 1^{er} août 2014)

● Comparaison aux mesures d'Airaq

Les teneurs relevées par Airaq, association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) en région Aquitaine, au droit des stations permanentes de l'agglomération bordelaise sur la période de mesure sont précisées dans le Tableau 14.

La comparaison des mesures effectuées par capteurs passifs dans le domaine d'étude aux mesures réalisées au droit des stations d'Airaq porte uniquement sur les teneurs en dioxyde d'azote. Aucune mesure de benzène n'est réalisée par Airaq au droit des stations considérées.

Numéro du site	Ambiance	Intérêt du site	Teneur en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Teneur en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AIRAQ	Station trafic Bordeaux Bastide		14.4	
	Station trafic Bordeaux Gambetta		32.5	
	Station trafic Mérignac		19.5	
	Station de fond urbain Bordeaux Grand Parc		6.0	
	Station de fond urbain Talence		9.2	

Tableau 14 : Teneurs mesurées par Airaq sur les stations de mesure de l'agglomération bordelaise durant la campagne de mesure de la qualité de l'air (du 18 juillet au 1^{er} août 2014)

L'analyse comparative de ces mesures met en évidence des teneurs en dioxyde d'azote plus importantes dans le domaine d'étude, tant en situation de fond qu'en situation de trafic.

Les deux stations de fond de l'agglomération Bordelaise, situées dans un environnement moins urbanisé que le domaine d'étude, sont peu représentatives de la qualité du domaine d'étude (valeur moyenne de 7,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

● Comparaison aux normes en vigueur

À titre indicatif⁹, sur la période des mesures, les teneurs en dioxyde d'azote respecteraient les normes de qualité de l'air¹⁰ en vigueur sur le domaine d'étude, excepté à proximité immédiate des axes principaux de la rive gauche – A 631, Quai de Brienne, Quai du Président Wilson et Boulevard des Frères Moga et sur la rive droite à l'intersection du Quai de la Souys et de la rue Jules Guesde, où les teneurs en dioxyde d'azote sont susceptibles de dépasser les normes en vigueur.

Les teneurs en benzène¹¹ respecteraient les normes en vigueur sur l'ensemble du domaine d'étude.

⁹Les teneurs mesurées sur une vingtaine de jours sont ici comparées à des normes de qualité de l'air annuelle.

¹⁰Dioxyde d'azote : valeur limite et objectif de qualité : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle

¹¹Benzène : valeur limite : 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle ; objectif de qualité : 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

2.4.3.3. BILAN DES DEUX CAMPAGNES DE MESURE

● Synthèse des campagnes et interprétation

Les teneurs moyennes en dioxyde d'azote et en benzène, relevées lors des deux campagnes de mesure, sont détaillées dans le Tableau 15, la Figure 14, la Figure 15 et cartographiées sur la Figure 16.

Numéro du site	Ambiance	Intérêt du site	Teneur en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Teneur en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Site 01	Proximité routière	Quai de la Souys - RD 113	40.2	0.6
Site 02	Fond urbain	Secteur résidentiel	22.1	0.8
Site 03	Fond urbain	Secteur résidentiel	18.9	
Site 04	Proximité routière	Quai de la Souys - RD 113	29.1	
Site 05	Fond urbain	Valeur de fond	13.5	0.5
Site 06	Proximité routière	Avenue Jean Alfonséa	17.3	
Site 07	Proximité routière	Quai de Brienne	46.1	
Site 08	Proximité routière	Boulevard des Frères Moga	72.8	
Site 09	Proximité routière	Boulevard Jean-Jacques Bosc	41.8	
Site 10	Proximité routière	Boulevard Jean-Jacques Bosc	24.8	0.4
Site 11	Fond urbain	Résidence Jean-Jacques Bosc	18.9	0.4
Site 12	Proximité routière	A 631	66.3	
Site 13	Fond urbain	Rue Marcel Sembat	22.1	0.4
Site 14	Proximité routière	Quai du Président Wilson	61.4	
Site 15	Fond urbain	Rue Marcel Sembat / Rue Laharpe	20.0	

Tableau 15 : Moyennes des résultats des deux campagnes de mesure de la qualité de l'air (du 25 avril au 13 mai 2014 et du 18 juillet au 1^{er} août 2014)

Teneurs en dioxyde d'azote

Les moyennes des teneurs en dioxyde d'azote relevées au cours des deux campagnes de mesure sont comprises entre 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 05) et 73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 08), dans un intervalle de valeurs assez large qui reflète bien l'influence des émissions polluantes locales et notamment celles du trafic routier.

À proximité des axes routiers du domaine d'étude et sous l'influence directe des émissions polluantes induites par le trafic, les teneurs en dioxyde d'azote sont comprises entre 17. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 06) et 72,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (site 08).

Ces sites de mesure peuvent être classés en 4 catégories en fonction des teneurs mesurées :

- Teneurs supérieures à 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le long des quais en rive gauche de la Garonne (sites 07, 08, 12 et 14);
- Teneurs comprises entre 40 et 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, avenue Jean-Jacques Bosc au plus près du rond-point et à l'intersection du Quai de la Souys et de la rue Jules Guesde (sites 01 et 09) ;

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

- Teneurs comprises entre 20 et 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, aux abords des voies urbaines importantes (sites 04 et 10) ;
- Teneurs inférieures à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en retrait des axes principaux des rives droite et gauche (site 06).

Les teneurs mesurées lors de la seconde campagne de mesure sont sensiblement élevées s'expliquant sans doute par un trafic plus important.

En situation de fond, les teneurs en dioxyde d'azote sont homogènes avec des valeurs mesurées variant entre 13,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 22,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La moyenne des teneurs de fond est sensiblement identique lors des deux campagnes : 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

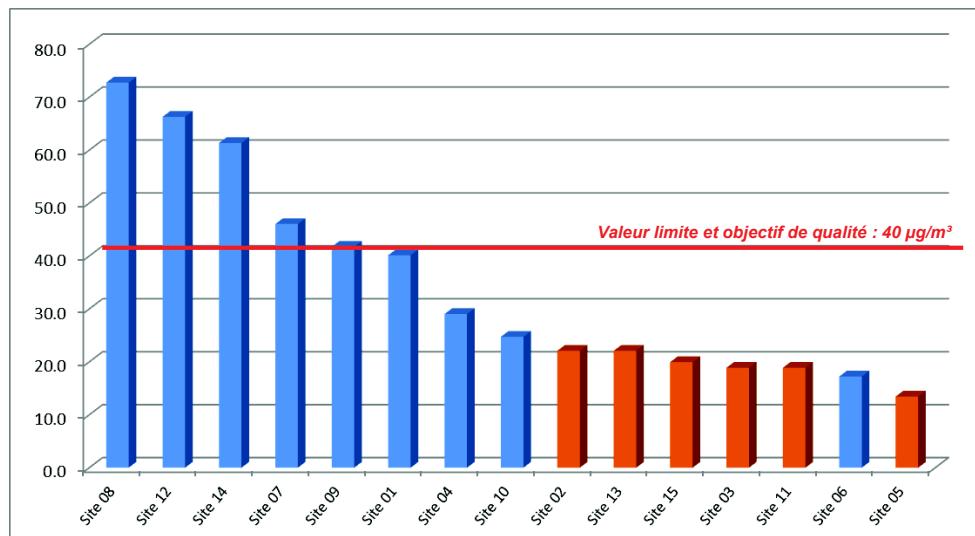


Figure 14 : Moyennes des teneurs en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) lors des deux campagnes de mesure (du 25 avril au 13 mai 2014 et du 18 juillet au 1^{er} août 2014)

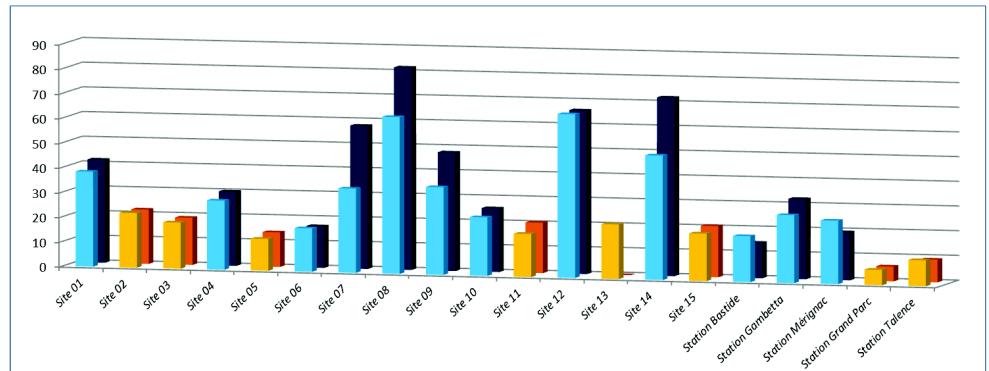


Figure 15 : Teneurs en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) lors des deux campagnes de mesure (du 25 avril au 13 mai 2014 au premier plan et du 18 juillet au 1^{er} août 2014 au second plan)

Teneurs en benzène

Les teneurs en benzène relevées au cours des deux campagnes de mesure sont comprises entre 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sites 10, 11 et 13) et 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sites 02). Elles sont homogènes sur l'ensemble des sites de mesure.

Comparaison aux normes en vigueur

À titre indicatif¹², sur les deux périodes des mesures, les teneurs en dioxyde d'azote respecteraient les normes de qualité de l'air¹³ en vigueur sur le domaine d'étude, excepté à proximité immédiate des axes principaux de la rive gauche – A 631, Quai du Président Wilson et Boulevard des Frères Moga où les mesures montrent des dépassements lors des deux campagnes de mesure. Au regard des teneurs moyennes sur les deux campagnes de mesure, les abords du Quai de Brienne et de l'extrémité Est de l'avenue Jean-Jacques Bosc dépasseraient également les normes de la qualité de l'air.

Les teneurs en benzène¹⁴ respecteraient les normes en vigueur sur l'ensemble du domaine d'étude.

¹²Les teneurs mesurées sur une vingtaine de jours sont ici comparées à des normes de qualité de l'air annuelle.

¹³Dioxyde d'azote : valeur limite et objectif de qualité : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle

¹⁴Benzène : valeur limite : 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle ; objectif de qualité : 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

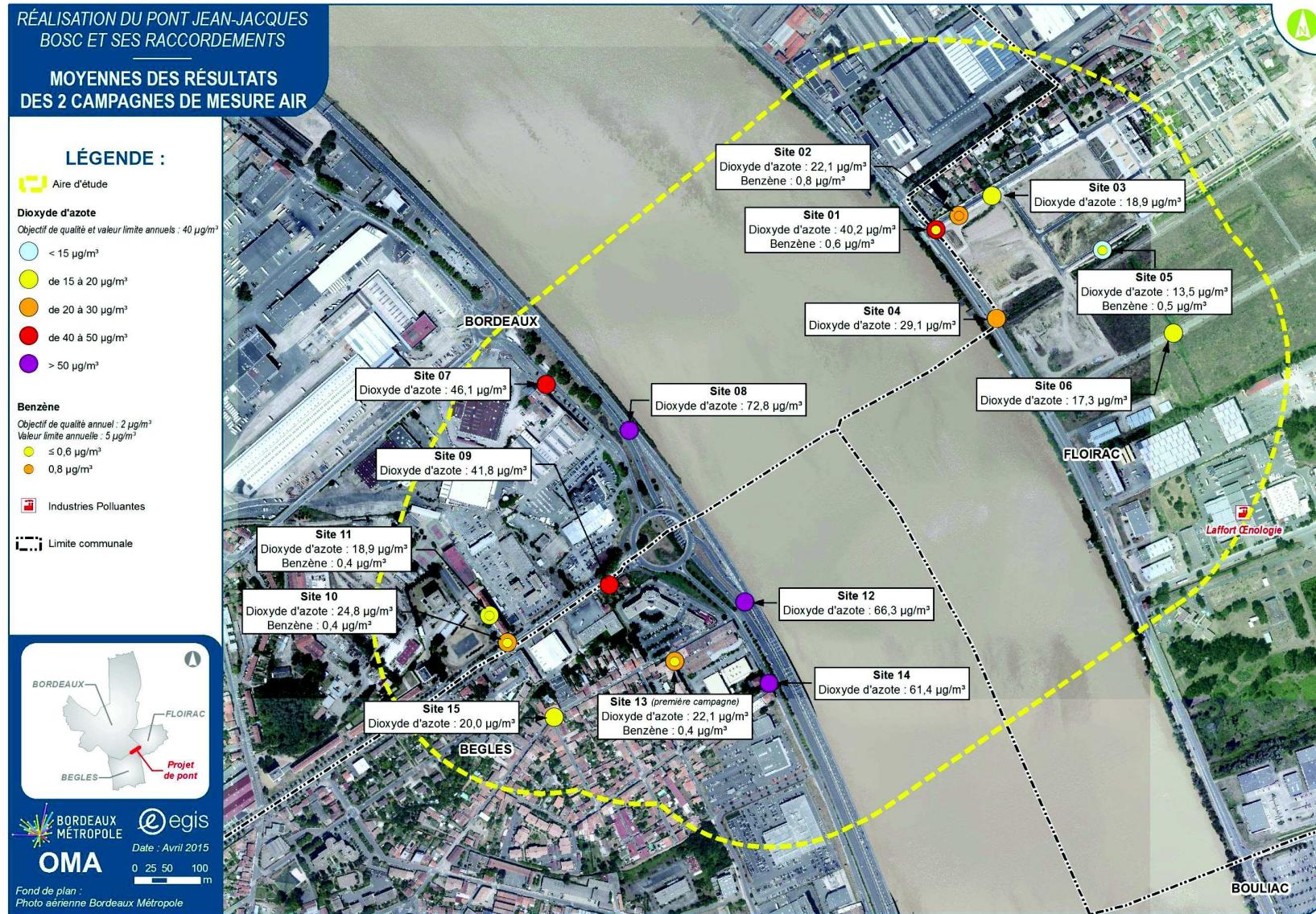


Figure 16 : Moyennes des résultats de la campagne de mesure (du 25 avril au 13 mai 2014 et du 18 juillet au 1^{er} août 2014)

2.5. CONCLUSION

Sur la base des éléments bibliographiques disponibles, la caractérisation de l'état initial du domaine d'étude du projet de pont Jean-Jacques Bosc a permis de mettre en évidence :

- un environnement caractérisé par des espaces urbains d'habitations, d'entreprises et d'équipements ;
- 128 établissements à caractère sanitaire et social et autres sites sensibles dans le domaine d'étude, dont 97 dans la bande d'étude ;
- une station de mesure permanente au sein du domaine d'étude, la station trafic de Bordeaux - Bastide.

Les campagnes de mesure, réalisées en avril/mai et juillet 2014, ont mis en évidence des teneurs en dioxyde d'azote et en benzène respectant les normes de qualité de l'air en vigueur hormis pour le dioxyde d'azote sur deux sites de mesures, à proximité routière du quai rive gauche.

3. ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

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

- l'évaluation des émissions polluantes induites par le trafic routier sur le projet et les axes routiers impactés par le projet,
- la modélisation de la dispersion atmosphérique de ces émissions et l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant dans la bande d'étude,
- la comparaison de ces teneurs aux normes de qualité de l'air en vigueur.

Les paragraphes suivants ont pour objet de présenter l'ensemble des données, hypothèses et logiciels utilisés dans le cadre de cette étude. Les résultats obtenus sont présentés dans les paragraphes suivants.

3.1. MÉTHODOLOGIE

3.1.1. RÉSEAU ROUTIER

Le réseau routier comprend l'ensemble des axes structurant le sud-est de l'agglomération bordelaise, « subissant une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic de plus de 10 % du fait de la réalisation du projet »¹⁵. Il a été ajouté certains tronçons qui ne répondent pas à cette condition mais qui assurent la continuité des itinéraires. Ce réseau, composé de 226 tronçons, est présenté sur la Figure 17. Il se détaille ainsi :

- 177 tronçons cumulant 54,2 km à l'état initial ;
- 207 tronçons cumulant 62,2 km à l'état de référence ;
- 209 tronçons cumulant 61,6 km à l'état projeté.

Pour faciliter la compréhension et l'analyse des résultats, les tronçons ont été regroupés en neuf groupes (cf. Figure 17). Le détail de ces regroupements est présenté en annexe 9.2.

¹⁵ Note méthodologique du 25 février 2005

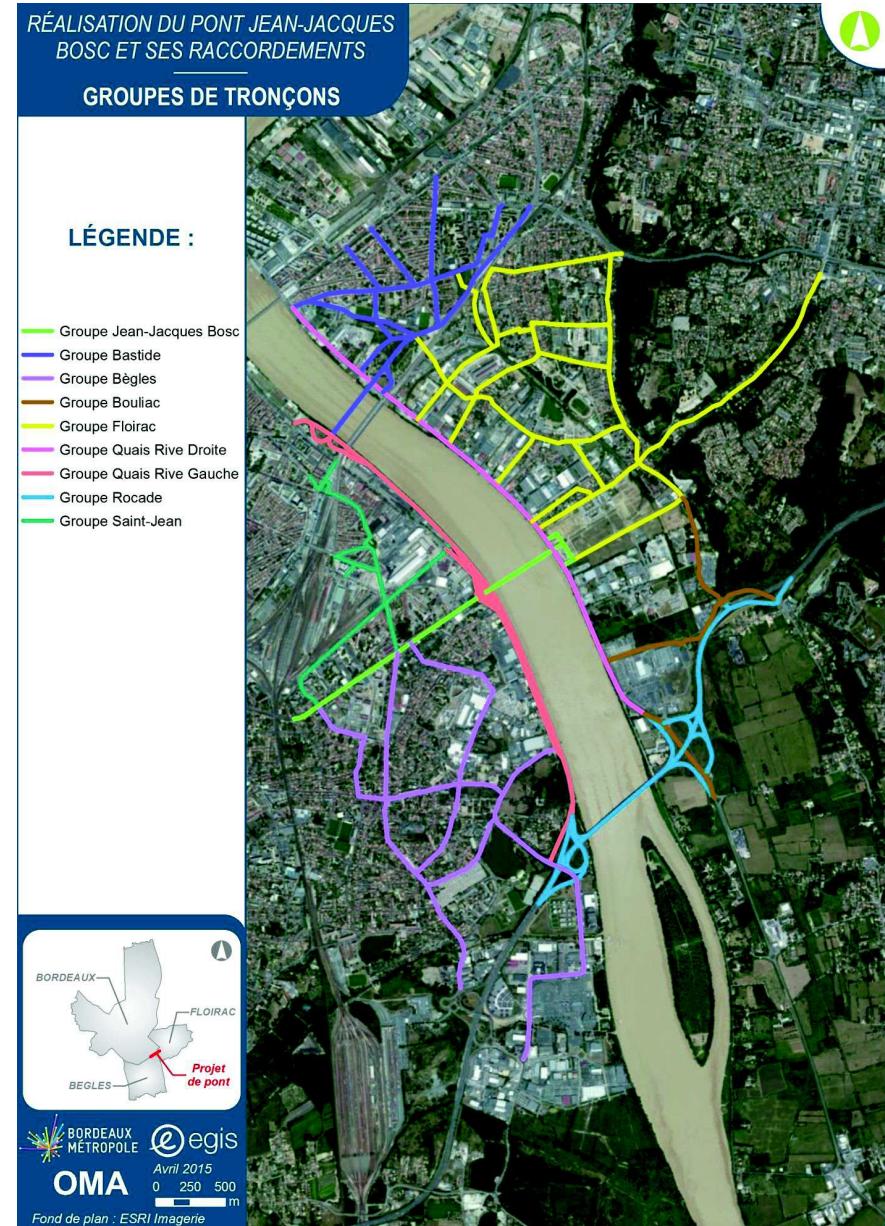


Figure 17 : Réseau routier retenu

3.1.2. DONNÉES DE TRAFIC

Pour chacun des 226 tronçons du réseau routier et pour chacun des 3 horizons d'étude (2019, 2030 avec et sans la réalisation du projet), les données de trafics utilisées correspondent aux :

- Trafic Heure de Pointe du Soir (HPS) tout véhicule pour les deux sens de circulation ;
- Vitesses réglementaires.

À proximité immédiate du projet (groupe de tronçons Jean-Jacques Bosc et tronçons à proximité du futur pont des groupes Floirac, quais rive droite et quai rive gauche), le contenu de l'étude trafic réalisée par Systra ne permet pas une utilisation directe des données pour l'étude air et santé. Nous avons fait appel à des experts Egis afin de consolider ces données et de les traduire à des fins d'intégration dans le modèle de calculs des émissions.

Par ailleurs, au niveau des autres groupes de tronçons, les experts d'Egis ont travaillé à l'obtention des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA). Le calcul des TMJA à partir des HPS s'effectue suivant la formule suivante :

$$(Trafic HPS sens 1 + Trafic HPS sens 2) \times coefficient$$

Ce coefficient, fourni par les experts d'Egis, est équivalent à 10.

La part modale des poids lourds, également précisée par nos experts correspond à un pourcentage du trafic TMJA tous véhicules. Elle est représentée sur la Figure 18 et définie ainsi :

- | | |
|--|--------|
| • Rocade, bretelles de la rocade et A 631 | 13 % ; |
| • Quais de la rive droite | 7 % ; |
| • Pont Saint-Jean et axes structurants | 6 % ; |
| • Quais de la rive gauche et voies secondaires | 3 %. |

Le réseau de transports en commun utilisé pour l'état initial (2019) et l'état de référence (2030) est basé sur le plan du réseau tram et bus de Bordeaux Métropole (édition mars 2015). Le réseau utilisé pour l'état projeté (2030) est calé sur le plan du réseau tram et bus de Bordeaux Métropole – Années 2019 à 2022. Les valeurs utilisées pour le cadencement des bus sont les suivantes :

- 10 minutes par sens pour les lignes Lianes de 5 heures à 1 heure, soit 240 bus par jour et par ligne ;
- 20 minutes par sens pour les autres lignes de 5 heures à 1 heure, soit 120 bus par jour et par ligne.

Sur les tronçons 126, 128 et 129 du groupe Floirac, pour l'état de référence (2030), comme le nombre de bus estimé est supérieur au TMJA, il a donc été choisi d'augmenter la valeur du TMJA du nombre de bus : ces hypothèses sont les plus pénalisantes.

Il en est de même, à l'état projeté (2030), pour le tronçon 99 du groupe Floirac et les tronçons 206 et 207 du groupe Saint-Jean.

À l'horizon 2030 – état de référence et état projeté – les bus fonctionneront à l'énergie électrique. Ils seront de facto exclus des calculs d'émissions des polluants à l'échappement et de la modélisation de ces polluants.

L'ensemble des données de trafic est détaillé en annexe 9.2 par tronçon et par scénario.

3.1.3. KILOMÉTRAGE PARCOURU

Sur la base de ces données de trafics, le kilométrage parcouru¹⁶ augmenterait modérément (+ 4 %) entre l'état initial et l'état de référence sur le réseau routier étudié. Il diminuerait d'une manière peu similaire (- 5 %) entre l'état de référence et l'état projeté du fait de la réalisation du projet (cf. Tableau 16 et Figure 19).

Ces valeurs moyennes masquent certaines disparités dans l'évolution du kilométrage parcouru, à l'état de référence :

- diminution modérée à faible pour les groupes *Jean-Jacques Bosc, Quais Rive droite, Quais Rive gauche, Saint-Jean et Bastide* ;
- augmentation modérée pour les groupes *Rocade et Bouliac* ;
- augmentation forte pour les groupes *Bègles et Floirac*.

Et à l'état projeté :

- diminution forte pour le groupe *Quais Rive gauche* ;
- diminution modérée pour les groupes *Saint-Jean, Bastide, Rocade et Bègles* ;
- augmentation modérée à forte pour les groupes *Bouliac, Quais Rive droite et Floirac* ;
- augmentation très forte pour le groupe *Jean-Jacques Bosc*.

¹⁶Le kilométrage parcouru correspond, pour un tronçon donné, au produit du trafic (TMJA) et de la distance parcourue.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

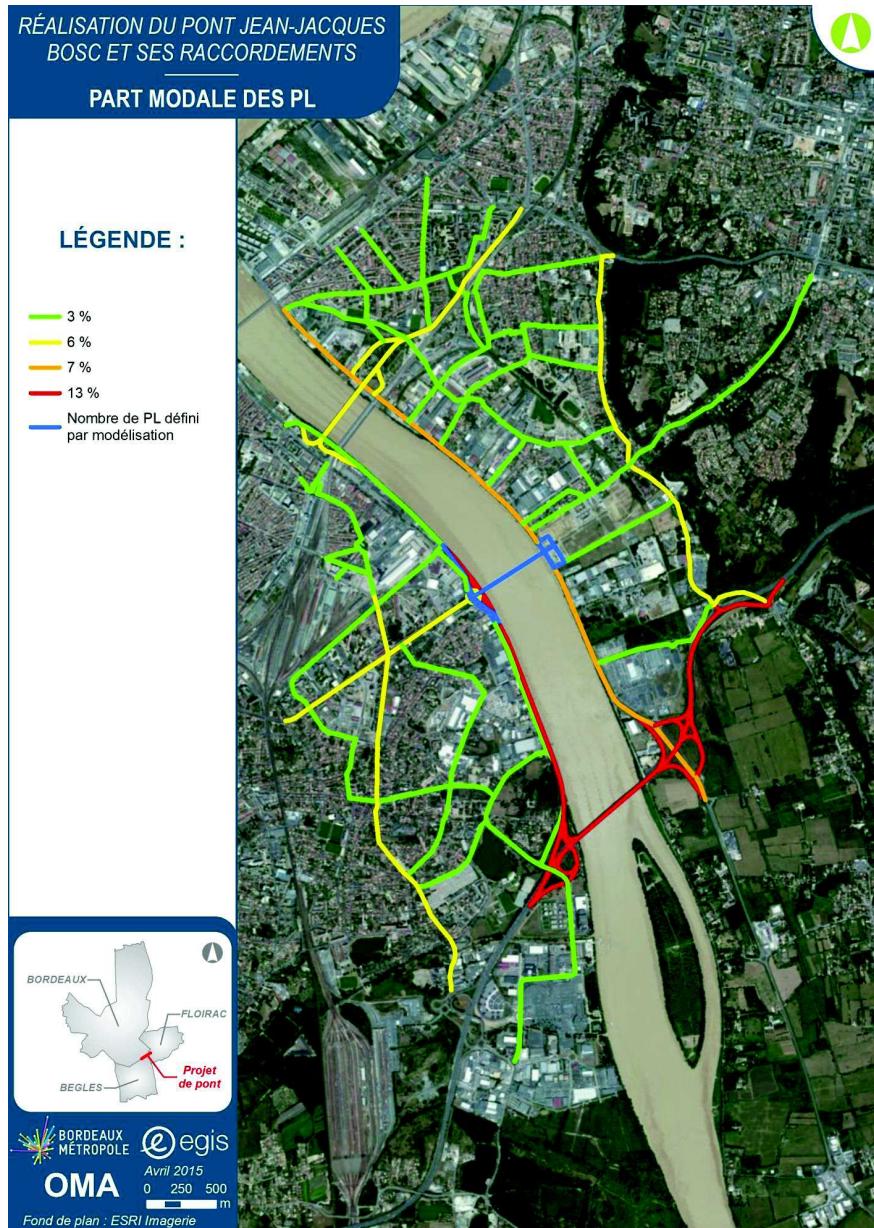


Figure 18 : Part modale des PL

Groupe de tronçons	Kilométrage parcouru				(ER-EI)/EI	(EP-ER)/ER
	État initial 2019	État de référence 2030	État projeté 2030	(ER-EI)/EI		
Jean-Jacques Bosc	21 253	20 564	59 682	-3%	190%	
Bastide	91 408	83 425	74 684	-9%	-10%	
Bouliac	25 616	28 712	31 805	12%	11%	
Bègles	50 016	59 843	50 705	20%	-15%	
Floirac	36 215	48 755	59 030	35%	21%	
Quais Rive droite	49 606	48 108	54 724	-3%	14%	
Quais Rive gauche	147 697	141 776	100 375	-4%	-29%	
Rocade	287 865	308 488	273 375	7%	-11%	
Saint-Jean	16 555	15 719	14 240	-5%	-9%	
Total	726 232	755 389	718 620	4%	-5%	

Tableau 16 : Kilométrage parcouru

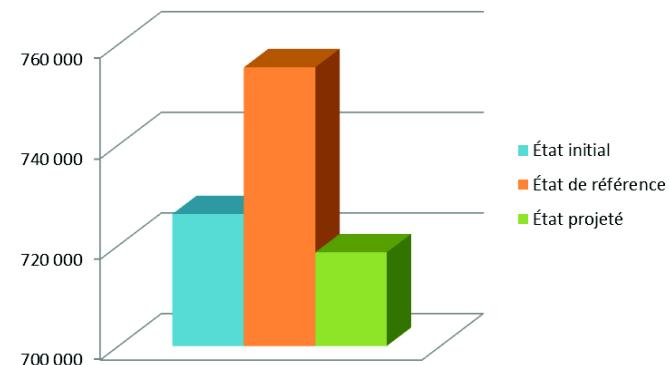


Figure 19 : Évolution du kilométrage parcouru total

Les groupes Quais Rive Gauche et Rocade représentent plus de la moitié du kilométrage parcouru quel que soit l'horizon d'étude considéré (60 % à l'état initial et à l'état de référence et 52 % à l'état projeté).

Le projet, à savoir le pont et les nouvelles voiries associées, représente, quant à lui, 5 % du kilométrage parcouru, à l'état projeté.

3.1.4. ÉVALUATION DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES

Les émissions routières ont été évaluées selon la méthodologie COPERT (COmputer Programme to Calculate Emissions from Road Transport), développée pour l'Agence Européenne de l'Environnement¹⁷, dans sa version la plus récente, COPERT 4.

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

Le parc retenu est le parc roulant de l'INRETS dans sa version la plus récente. Il correspond au parc français pour les années 1980 à 2030.

Malgré les incertitudes existantes sur les résultats, la méthodologie COPERT 4 constitue, à ce jour, la référence en termes d'évaluation des émissions routières et son utilisation fait aujourd'hui l'objet d'un consensus au niveau européen.

3.1.5. ÉVALUATION DES TENEURS EN POLLUANTS

3.1.5.1. DESCRIPTION DU MODÈLE DE DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

La dispersion des polluants et l'évaluation de leurs concentrations dans l'air ambiant ont été réalisées avec le modèle ADMS Roads v.3.1. Ce logiciel est un modèle de dispersion atmosphérique gaussien, dit de seconde génération, qui repose sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine de la qualité de l'air.

Utilisé, reconnu et validé en France et à l'international (plus de 1000 utilisateurs), il bénéficie des résultats d'un groupe de chercheurs de Cambridge, le Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), qui le développe depuis 1993.

Il permet d'évaluer les teneurs des polluants réglementés en prenant en compte les effets complexes impliqués dans la dispersion atmosphérique : l'influence de la topographie, les effets « canyon », la description verticale de la turbulence atmosphérique, la nature des sols (rugosité), les phénomènes météorologiques complexes.

Ce modèle permet ainsi de répondre de manière complète à l'objectif de l'étude : estimation des concentrations moyennes annuelles, comparaison aux valeurs seuils définies dans la réglementation et estimation de l'exposition de la population.

Les conditions d'utilisation du modèle ADMS Roads v.3.1 et les paramètres retenus dans le cadre de cette étude sont présentés dans le Tableau 17.

Paramètres retenus pour la modélisation	
Résolution	La grille de calcul se compose d'un maillage régulier de 3 266 points, soit une résolution de 100 m sur l'ensemble du domaine d'étude. À proximité des axes routiers, ce maillage a été affiné avec l'ajout de 31 281 points pour l'état initial, 29 597 pour l'état de référence et 29 854 pour l'état projeté, placés sous forme de transects de part et d'autre du linéaire étudié. Les teneurs en polluant ont été évaluées en chaque point de cette grille.
Nature des sols	La nature des sols peut influencer la progression des panaches de polluants. Dans le cadre de cette étude, la nature des sols a été caractérisée par une rugosité de 1 mètre sur l'ensemble du domaine d'étude. Cette rugosité correspond à des zones urbanisées.
Topographie	Compte tenu du relief peu marqué au droit des tronçons routiers retenus et de son influence peu probable sur les champs de vent, la topographie du site n'a pas été prise en compte dans le calcul de la dispersion atmosphérique des polluants.
Caractéristiques des polluants étudiés	Les polluants de type gazeux (dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et benzène) ont été assimilés à des gaz passifs. Les particules et les métaux lourds ont été assimilés à des particules d'une densité de 5 000 kg/m ³ et de diamètres respectifs 10 µm et 2,5 µm.
Teneurs de fond	Les teneurs de fond retenues, identiques pour les trois scénarii, correspondent aux teneurs moyennes mesurées sur les stations fixes de l'agglomération bordelaise par AIRAQ pour l'année 2013 ¹⁸ : <ul style="list-style-type: none"> ▫ Dioxyde d'azote – 19 µg/m³ - Stations de Bordeaux Grand Parc, Talence et Bassens ; ▫ Benzène – 1,03 µg/m³ - Station de Bassens ; ▫ Particules PM 10 : 22,3 µg/m³ - Stations de Bordeaux Grand Parc, Talence et Bassens ; ▫ Particules PM 2,5 : 14 µg/m³ - Stations de Talence et Bassens ; ▫ Benzo(a)pyrène : 0,22 µg/m³ - Station de Talence. En l'absence de valeurs disponibles pour les autres polluants, les modélisations des teneurs sont réalisées sans valeur de fond.

¹⁷ <http://www.eea.europa.eu/publications/copert-4-2014-estimating-emissions>

¹⁸ AIRAQ – Bilan des données 2013 - Mars 2014

Paramètres retenus pour la modélisation	
Météorologie	<p>Afin de décrire au mieux les conditions de dispersion, l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant s'est appuyée sur les données météorologiques tri-horaires (température, direction et vitesse du vent, nébulosité pour appréhender la stabilité atmosphérique) relevées sur la station Météo France de Mérignac pour l'année 2009, année globalement représentative des moyennes saisonnières, comme en témoigne l'inter comparaison des roses des vents présentées ci-dessous.</p> <p>Roses des vents pour la station de Mérignac - année 2009 (à gauche) et période 1981 à 2000 (à droite)</p> <p>Source : METEO France</p>

Tableau 17 : Principaux paramètres pour la dispersion atmosphérique (ADMS Roads)

3.2. ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

3.2.1. BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES SUR LE DOMAINE D'ÉTUDE

Les émissions routières ont été évaluées pour chacun des tronçons du réseau routier, pour l'état initial (2019), l'état de référence (2030 sans projet) et l'état projeté (2030 avec projet).

Dans ces tableaux, les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre le scénario de référence et l'état initial (noté $(ER-EI)/EI$) et entre l'état de référence et l'état projeté (noté $(EP-ER)/EP$).

3.2.1.1. ANALYSE COMPARATIVE DES BILANS DES ÉMISSIONS 2019 ET 2030 SANS PROJET

Les bilans des émissions routières 2019 et 2030 sans projet sont présentés dans le Tableau 18 et le Tableau 19.

L'analyse comparative des émissions polluantes entre l'horizon 2019 (état initial) et l'horizon 2030 sans réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes (état de référence) met en évidence une **diminution importante** des émissions routières pour l'ensemble des polluants, excepté le benzo(a)pyrène, le chrome, le plomb, le nickel et dans une moindre mesure le dioxyde de soufre et le cadmium dont les émissions n'évoluent pas significativement (respectivement +1 %, +2 %, -1 %, -5 % - 12 % et -11 %).

En plus de l'augmentation constatée du kilométrage parcouru à l'horizon 2030 (+4 %), les émissions routières du réseau étudié diminueraient encore davantage pour presque tous les polluants, du fait du renouvellement du parc automobile. Ces résultats montrent les effets positifs liés aux améliorations technologiques (généralisation du pot catalytique, reformulation des carburants, etc.) et au renouvellement du parc automobile entre 2010 et 2030. Le renouvellement du parc roulant est un facteur important de réductions des nuisances atmosphériques.

Ces évolutions marquent des variations locales parfois assez marquées :

- une **diminution importante** (-50 à -60 %) des émissions routières pour les groupes de tronçons Floirac et Rocade,
- une **diminution plus modérée** (-15 à -42 %) des émissions routières pour les autres groupes de tronçons.

3.2.1.2. ANALYSE COMPARATIVE DES BILANS DES ÉMISSIONS 2030 AVEC ET SANS LA RÉALISATION DU PROJET

Les bilans des émissions routières 2030 avec projet sont présentés dans le Tableau 20.

L'analyse comparative des émissions polluantes à l'horizon 2030, avec et sans la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes, met en évidence une **diminution modérée** des émissions routières pour tous les polluants (environ - 25 %).

Ces évaluations moyennes masquent néanmoins des variations locales très diverses :

- des **diminutions importantes** (- 54 %) des émissions routières pour les groupes de tronçons Quais Rive Gauche et Saint-Jean ;
- des **diminutions modérées à fortes** (- 2 à - 42 %) des émissions routières pour les groupes de tronçons Quais Rive Droite, Rocade, Bastide et Bègles ;
- des **augmentations modérées à fortes** (+ 8 à + 49 %) des émissions routières pour les groupes de tronçons Bouliac, Floirac et Axe JJ Bosc.

Les diagrammes de la Figure 20 montrent l'évolution des émissions totales, polluant par polluant, pour l'état initial, l'état de référence et l'état projeté. Des diagrammes détaillés décrivant l'évolution des polluants par groupes de tronçons sont proposés en annexe au paragraphe 9.3.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

		Total	Axe JJ Bosc	Bègles	Bastide	Bouliac	Floirac	Quais Rive Droit	Quais Rive Gauche	Rocade	Saint-Jean
Dioxyde d'azote	kg/j	103.80	5.54	11.30	6.15	3.60	2.88	7.34	22.12	40.72	4.15
Dioxyde de soufre	g/j	1 018.59	55.88	117.41	58.59	35.37	28.97	72.31	210.07	402.70	37.29
COVNM	kg/j	28.98	2.26	4.91	1.48	1.21	1.23	2.90	5.43	7.88	1.69
Benzène	g/j	940.46	86.69	180.76	44.73	44.65	47.31	111.39	165.53	192.01	67.38
1,3 Butadiène	g/j	366.97	26.80	61.75	17.31	13.99	14.32	34.22	68.40	111.78	18.41
Formaldéhyde	g/j	1 767.22	120.62	280.46	95.95	68.20	66.35	154.46	347.13	540.78	93.27
Acétaldéhyde	g/j	921.75	62.13	145.09	50.20	35.28	34.17	79.54	181.56	285.84	47.94
Acroléine	g/j	452.00	29.95	70.15	25.42	17.35	16.60	38.37	90.20	140.12	23.83
Benzo(a)pyrène	mg/j	1 005.74	53.62	101.86	68.65	35.78	28.09	69.01	218.10	393.89	36.75
Monoxyde de carbone	kg/j	301.06	23.51	47.88	13.52	12.78	12.29	30.31	54.36	90.50	15.91
Dioxyde de carbone	t/j	160.37	8.80	18.48	9.22	5.57	4.56	11.38	33.07	63.41	5.87
PM 2,5	kg/j	19.44	1.17	2.40	1.15	0.72	0.61	1.51	4.04	7.06	0.78
PM 10	kg/j	26.28	1.67	3.36	1.60	0.98	0.86	2.16	5.55	9.02	1.09
PM échappement	kg/j	11.23	0.63	1.36	0.62	0.42	0.33	0.80	2.24	4.40	0.43
Plomb	g/j	19.52	1.53	2.96	1.29	0.77	0.77	1.98	4.32	4.95	0.96
Cadmium	mg/j	551.60	32.08	66.21	32.60	19.54	16.58	41.53	115.15	206.65	21.26
Chrome	g/j	8.27	0.59	1.09	0.55	0.31	0.29	0.79	1.87	2.37	0.40
Nickel	mg/j	1 635.26	114.86	226.31	103.89	61.69	58.58	148.82	354.28	493.49	73.34

Tableau 18 : Bilan des émissions routières à l'état initial (2019)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

		Total	Axe JJ Bosc	Bègles	Bastide	Bouliac	Floirac	Quais Rive Droit	Quais Rive Gauche	Rocade	Saint-Jean
Dioxyde d'azote (ER-EI)/EI	kg/j	43.35 -58%	2.69 -51%	6.64 -41%	2.29 -63%	1.87 -48%	1.05 -63%	3.75 -49%	13.41 -39%	9.18 -77%	2.48 -40%
Dioxyde de soufre (ER-EI)/EI	g/j	892.12 -12%	53.01 -5%	122.03 4%	48.06 -18%	37.72 7%	19.96 -31%	77.73 8%	267.50 27%	222.01 -45%	44.09 18%
COVNM (ER-EI)/EI	kg/j	12.63 -56%	0.98 -57%	2.44 -50%	0.57 -61%	0.60 -50%	0.39 -69%	1.36 -53%	3.28 -40%	2.10 -73%	0.92 -46%
Benzène (ER-EI)/EI	g/j	313.22 -67%	28.64 -67%	68.87 -62%	12.19 -73%	16.54 -63%	11.11 -77%	39.02 -65%	70.97 -57%	40.24 -79%	25.64 -62%
1.3 Butadiène (ER-EI)/EI	g/j	130.46 -64%	9.74 -64%	24.03 -61%	5.80 -66%	6.05 -57%	3.80 -73%	14.06 -59%	32.84 -52%	25.24 -77%	8.91 -52%
Formaldéhyde (ER-EI)/EI	g/j	1 089.71 -38%	77.45 -36%	204.71 -27%	51.83 -46%	49.48 -27%	31.38 -53%	107.48 -30%	299.61 -14%	188.93 -65%	78.85 -15%
Acétaldéhyde (ER-EI)/EI	g/j	584.31 -37%	41.35 -33%	109.49 -25%	27.86 -44%	26.47 -25%	16.77 -51%	57.41 -28%	161.07 -11%	101.70 -64%	42.20 -12%
Acroléine (ER-EI)/EI	g/j	310.74 -31%	21.84 -27%	58.34 -17%	14.94 -41%	14.03 -19%	8.90 -46%	30.16 -21%	86.58 -4%	53.36 -62%	22.58 -5%
Benzo(a)pyrène (ER-EI)/EI	mg/j	1 015.21 1%	60.45 13%	133.22 31%	61.03 -11%	42.99 20%	22.48 -20%	83.34 21%	336.91 54%	227.13 -42%	47.66 30%
Monoxyde de carbone (ER-EI)/EI	kg/j	144.46 -52%	10.49 -55%	24.50 -49%	6.22 -54%	6.80 -47%	3.98 -68%	15.34 -49%	36.05 -34%	32.21 -64%	8.88 -44%
Dioxyde de carbone (ER-EI)/EI	t/j	140.65 -12%	8.36 -5%	19.24 4%	7.58 -18%	5.95 7%	3.15 -31%	12.25 8%	42.17 28%	35.00 -45%	6.95 18%
PM 2,5 (ER-EI)/EI	kg/j	9.77 -50%	0.66 -44%	1.46 -39%	0.54 -53%	0.42 -42%	0.24 -60%	0.96 -37%	2.98 -26%	2.00 -72%	0.52 -33%
PM 10 (ER-EI)/EI	kg/j	16.47 -37%	1.15 -31%	2.51 -25%	0.90 -44%	0.71 -28%	0.42 -51%	1.67 -23%	5.02 -10%	3.20 -65%	0.89 -18%
PM échappement (ER-EI)/EI	kg/j	1.86 -83%	0.12 -81%	0.28 -80%	0.10 -84%	0.09 -80%	0.05 -86%	0.17 -79%	0.55 -76%	0.42 -90%	0.10 -76%
Plomb (ER-EI)/EI	g/j	19.37 -1%	1.48 -3%	3.22 9%	1.04 -19%	0.84 9%	0.54 -30%	2.15 9%	5.82 35%	3.14 -37%	1.14 19%
Cadmium (ER-EI)/EI	mg/j	489.29 -11%	30.40 -5%	69.18 4%	26.42 -19%	20.77 6%	11.39 -31%	44.43 7%	147.18 28%	114.61 -45%	24.91 17%
Chrome (ER-EI)/EI	g/j	8.44 2%	0.63 6%	1.37 26%	0.45 -18%	0.36 17%	0.23 -22%	0.91 15%	2.53 36%	1.47 -38%	0.49 22%
Nickel (ER-EI)/EI	mg/j	1 554.28 -5%	110.49 -4%	243.42 8%	83.79 -19%	66.72 8%	40.79 -30%	160.88 8%	468.43 32%	293.10 -41%	86.66 18%

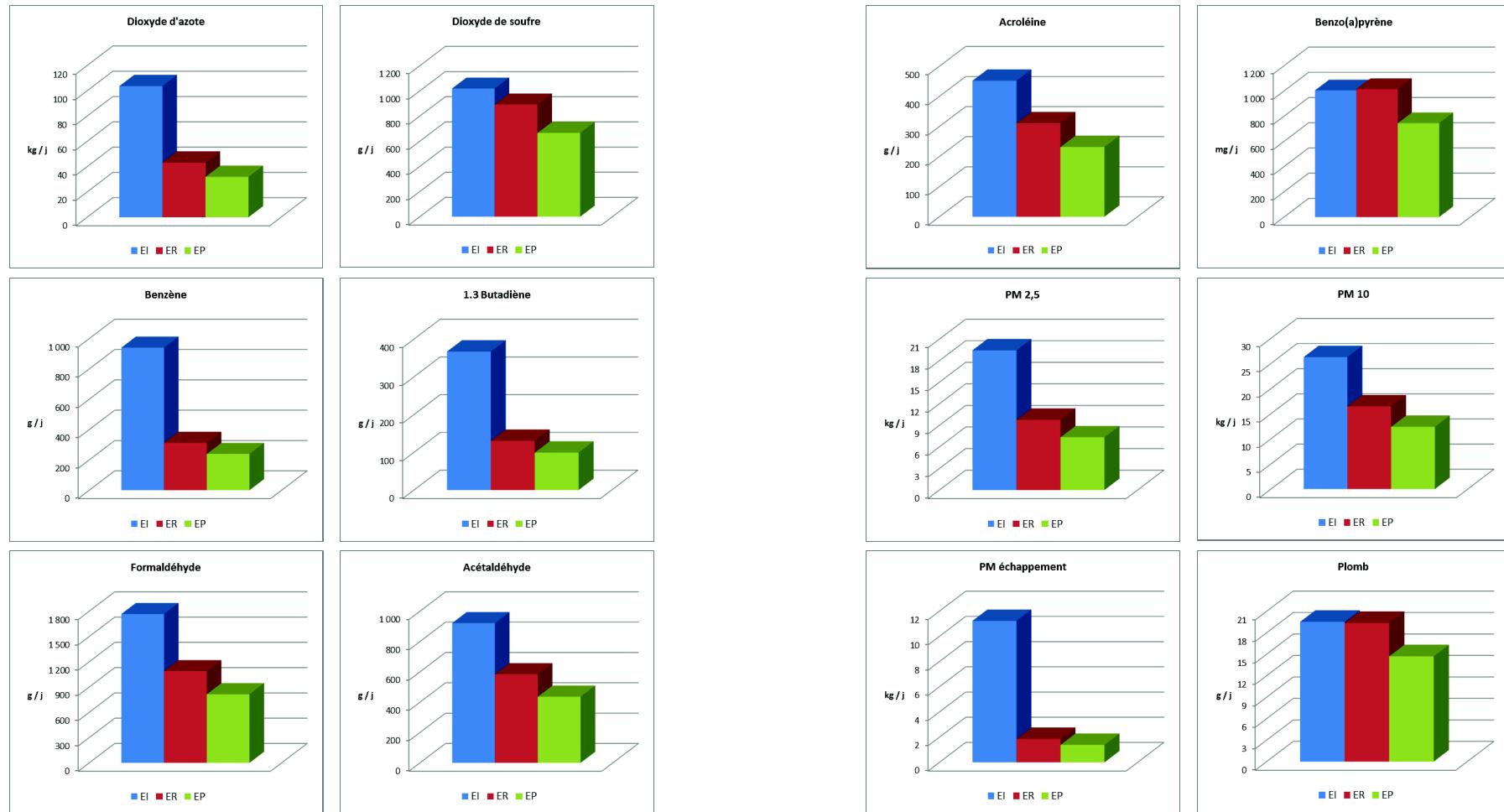
Tableau 19 : Bilan des émissions routières à l'état de référence (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

		Total	Axe JJ Bosc	Bègles	Bastide	Bouliac	Floirac	Quais Rive Droite	Quais Rive Gauche	Rocade	Saint-Jean
Dioxyde d'azote (EP-ER)/ER	kg/j	32.05 -26%	3.99 48%	3.82 -42%	1.90 -17%	2.06 11%	1.38 31%	3.67 -2%	6.13 -54%	7.96 -13%	1.13 -54%
Dioxyde de soufre (EP-ER)/ER	g/j	666.10 -25%	78.84 49%	70.73 -42%	40.09 -17%	41.67 10%	25.66 29%	75.59 -3%	120.77 -55%	192.62 -13%	20.13 -54%
COVNM (EP-ER)/ER	kg/j	9.56 -24%	1.45 48%	1.40 -42%	0.47 -17%	0.66 10%	0.50 31%	1.33 -2%	1.51 -54%	1.81 -13%	0.42 -54%
Benzène (EP-ER)/ER	g/j	239.76 -23%	42.45 48%	39.55 -43%	10.40 -15%	13.84 -16%	17.85 61%	38.28 -2%	32.07 -55%	33.63 -16%	11.69 -54%
1,3 Butadiène (EP-ER)/ER	g/j	99.39 -24%	14.48 49%	13.90 -42%	4.79 -17%	6.62 9%	4.92 30%	13.69 -3%	15.10 -54%	21.80 -14%	4.08 -54%
Formaldéhyde (EP-ER)/ER	g/j	815.40 -25%	114.87 48%	117.89 -42%	43.01 -17%	54.39 10%	41.17 31%	105.20 -2%	139.48 -53%	163.21 -14%	36.20 -54%
Acétaldéhyde (EP-ER)/ER	g/j	437.03 -25%	61.34 48%	63.05 -42%	23.13 -17%	29.10 10%	22.00 31%	56.19 -2%	75.00 -53%	87.85 -14%	19.38 -54%
Acroléine (EP-ER)/ER	g/j	231.89 -25%	32.38 48%	33.58 -42%	12.41 -17%	15.44 10%	11.69 31%	29.54 -2%	40.37 -53%	46.09 -14%	10.37 -54%
Benzo(a)pyrène (EP-ER)/ER	mg/j	745.64 -27%	89.64 48%	76.57 -43%	51.02 -16%	47.63 11%	29.29 30%	81.63 -2%	150.78 -55%	197.49 -13%	21.59 -55%
Ionoxyde de carbone (EP-ER)/ER	kg/j	110.63 -23%	15.59 49%	14.20 -42%	5.14 -17%	7.46 10%	5.12 29%	14.92 -3%	16.24 -55%	27.90 -13%	4.06 -54%
Dioxyde de carbone (EP-ER)/ER	t/j	105.01 -25%	12.43 49%	11.15 -42%	6.32 -17%	6.57 10%	4.05 29%	11.92 -3%	19.04 -55%	30.37 -13%	3.17 -54%
PM 2,5 (EP-ER)/ER	kg/j	7.34 -25%	0.98 49%	0.84 -42%	0.45 -17%	0.46 10%	0.31 29%	0.93 -3%	1.40 -53%	1.73 -13%	0.24 -55%
PM 10 (EP-ER)/ER	kg/j	12.41 -25%	1.71 49%	1.45 -42%	0.75 -17%	0.78 9%	0.54 29%	1.62 -3%	2.39 -52%	2.76 -14%	0.41 -55%
PM échappement (EP-ER)/ER	kg/j	1.39 -25%	0.17 48%	0.16 -42%	0.08 -17%	0.10 11%	0.06 30%	0.16 -2%	0.24 -55%	0.37 -13%	0.05 -54%
Plomb (EP-ER)/ER	g/j	14.72 -24%	2.20 49%	1.86 -42%	0.86 -17%	0.91 9%	0.70 29%	2.09 -3%	2.87 -51%	2.71 -14%	0.52 -55%
Cadmium (EP-ER)/ER	mg/j	366.18 -25%	45.21 49%	40.07 -42%	22.00 -17%	22.88 10%	14.65 29%	43.23 -3%	67.42 -54%	99.35 -13%	11.36 -54%
Chrome (EP-ER)/ER	g/j	6.40 -24%	0.93 49%	0.79 -42%	0.37 -17%	0.40 9%	0.30 28%	0.89 -3%	1.24 -51%	1.27 -14%	0.22 -55%
Nickel (EP-ER)/ER	mg/j	1 173.95 -24%	164.26 49%	140.88 -42%	69.45 -17%	72.84 9%	52.44 29%	156.58 -3%	225.05 -52%	253.03 -14%	39.42 -55%

Tableau 20 : Bilan des émissions routières à l'état projeté (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

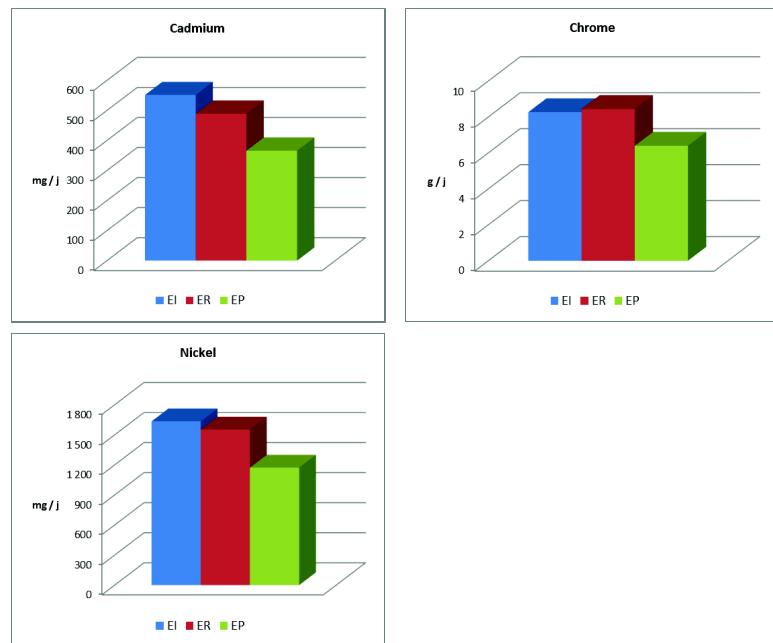


Figure 20 : Évolution des émissions totales par polluant

3.2.2. ÉVALUATION DES TENEURS DANS L'AIR AMBIANT

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

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

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

3.2.2.1. CARTOGRAPHIES DES TENEURS EN POLLUANT

Les cartographies des teneurs en dioxyde d'azote, en benzène et en particules (PM 10 et PM 2,5) en tout point de la bande d'étude, sont présentées de la Figure 21 à la Figure 32.

Ces cartographies ont été réalisées sous SIG (Système d'Information Géographique) par interpolation géostatistique des teneurs évaluées, en chaque point du maillage (environ 34 500 points pour l'état initial, environ 32 900 pour l'état de référence et environ 33 100 points pour l'état projeté), à l'issue des

calculs de dispersion atmosphérique. Des cartographies zoomées plus spécifiquement sur le projet sont présentées en annexe 9.5.

Ces cartographies mettent en évidence :

- les **effets significatifs**, mais néanmoins géographiquement limités, des émissions polluantes induites par le trafic routier du réseau étudié sur la qualité de l'air (entre 50 et 150 m de part et d'autre des infrastructures routières en fonction des axes et des polluants) ;
- une **amélioration de la qualité de l'air** à l'échelle du domaine d'étude entre l'état initial et l'état de référence pour le dioxyde d'azote, le benzène et les particules, du fait du renouvellement du parc automobile entre 2019 et 2039 et ce, malgré l'augmentation du kilométrage parcouru (+ 4 %) ;
- une **amélioration légère de la qualité de l'air** au droit de l'ensemble des axes routiers étudiés hormis au droit du boulevard Jean-Jacques Bosc, du pont Jean-Jacques Bosc et de ses raccordements aux voiries existantes ainsi qu'au droit de l'avenue Jean Alfonséa et de la rue Jules Guesde où l'on constate une **dégradation légère de la qualité de l'air**, plus marquée cependant en traversée de Garonne.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

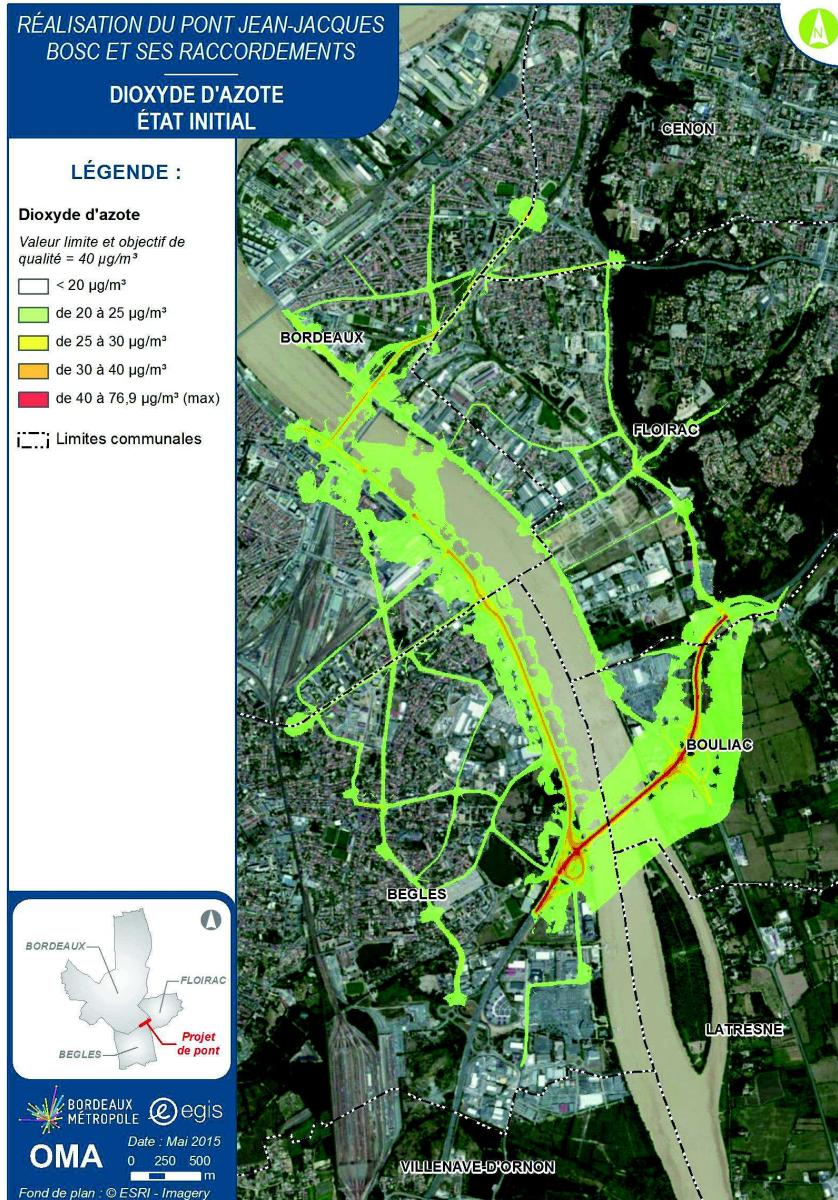


Figure 21 : Teneurs en dioxyde d'azote – état initial (2019)

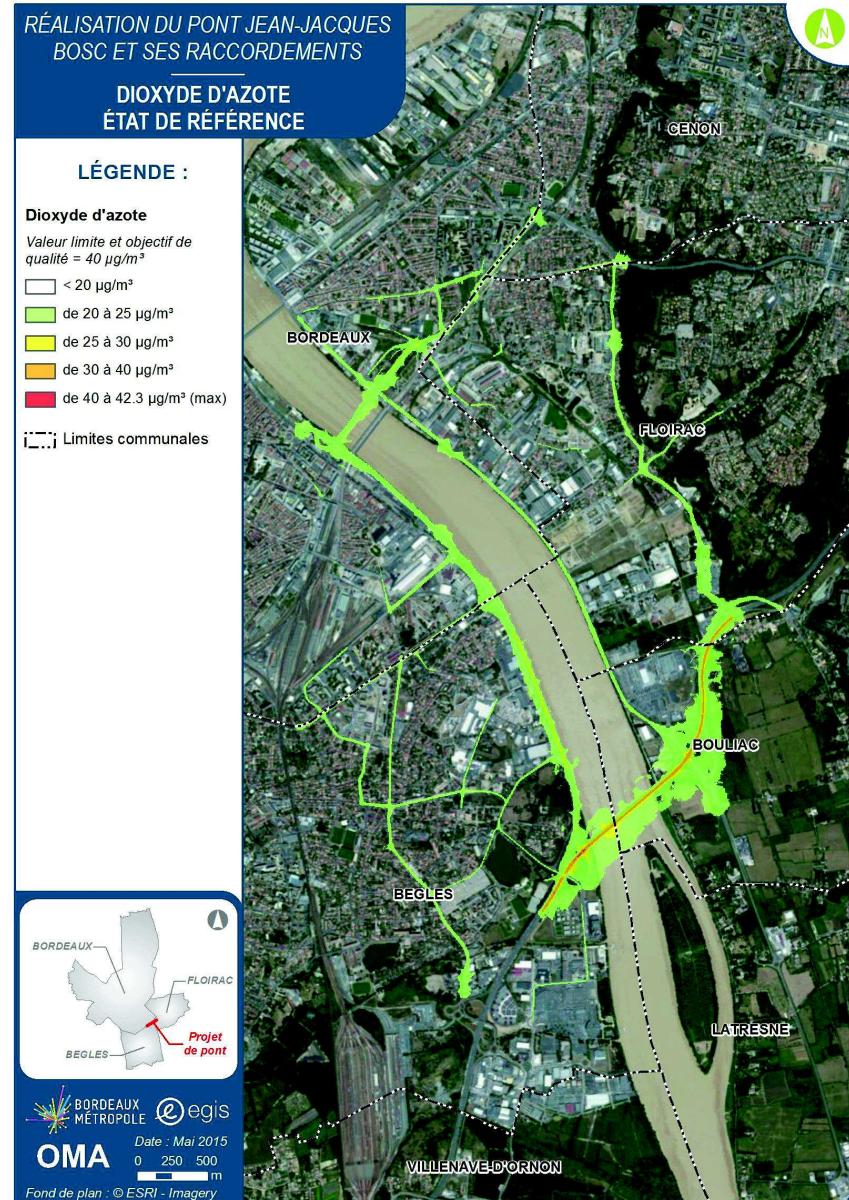


Figure 22 : Teneurs en dioxyde d'azote – état de référence (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

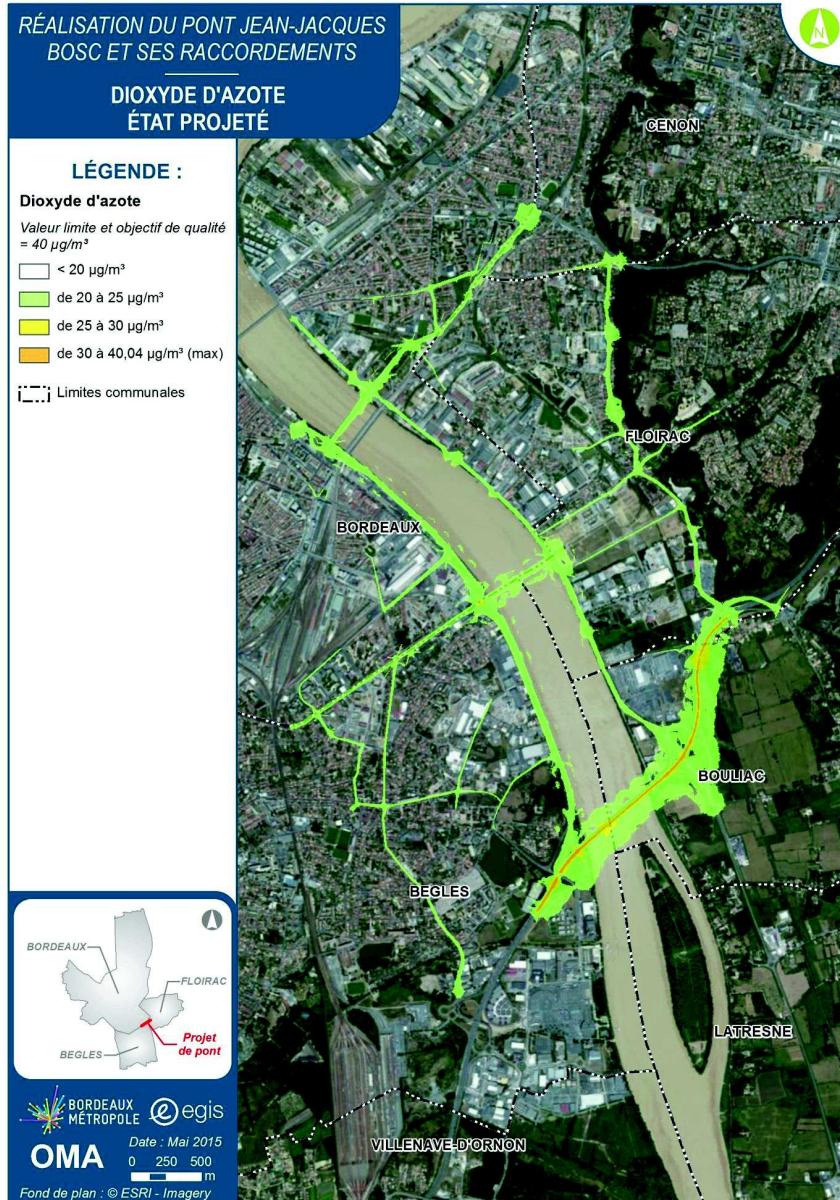


Figure 23 : Teneurs en dioxyde d'azote – état projeté (2030)

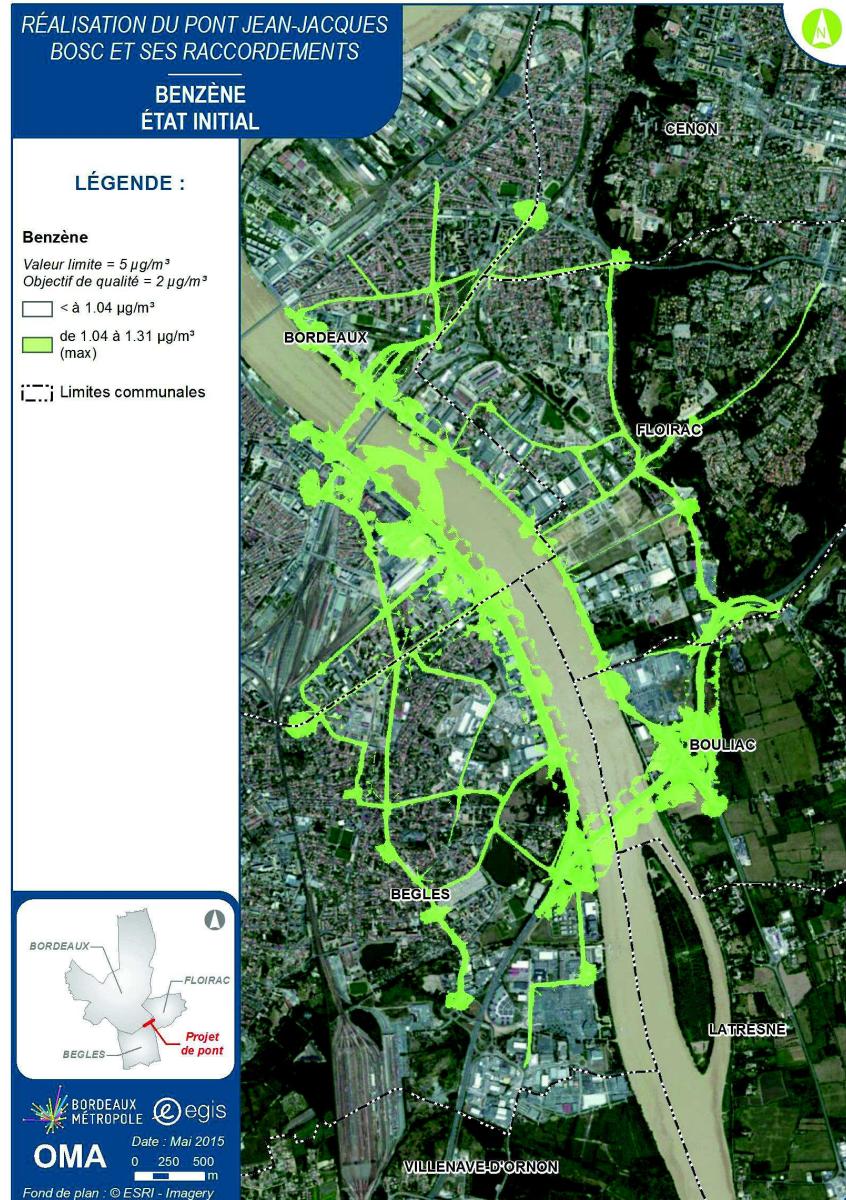


Figure 24 : Teneurs en benzène – état initial (2019)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

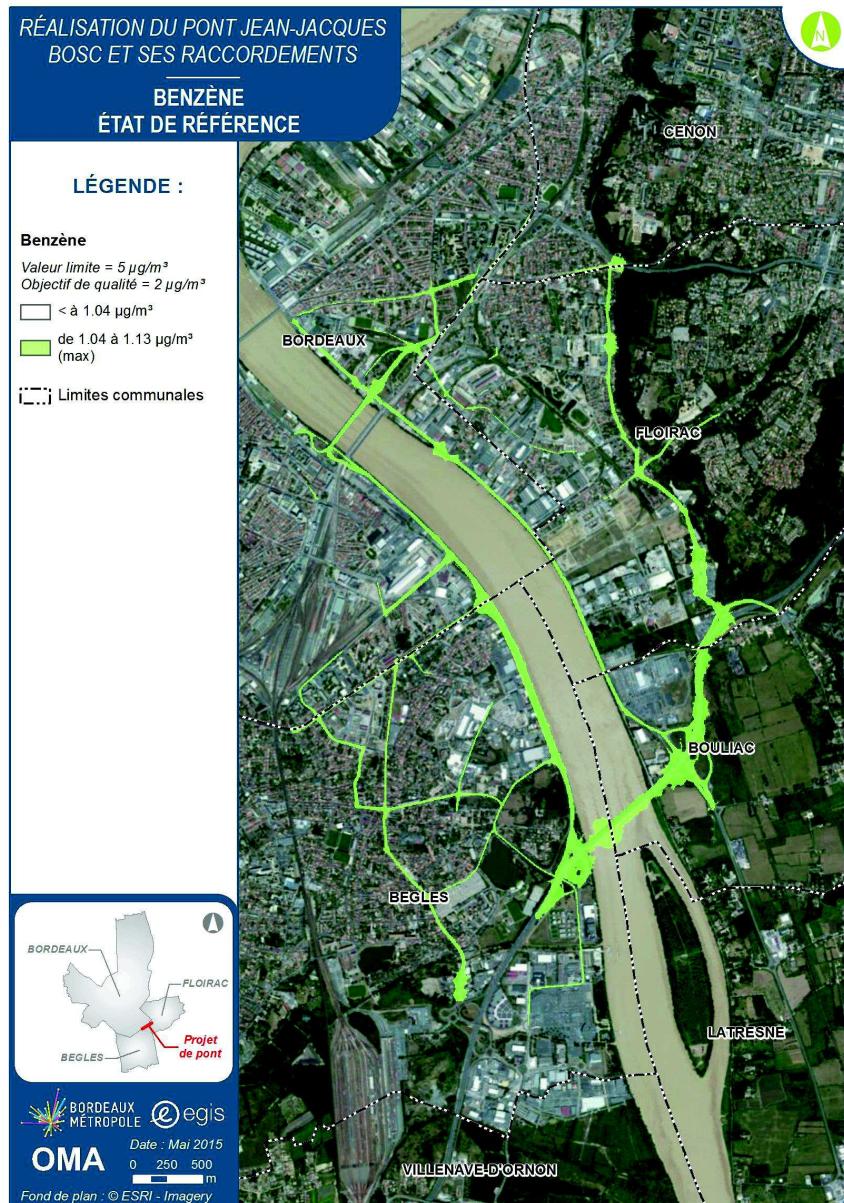


Figure 25 : Teneurs en benzène – état de référence (2030)

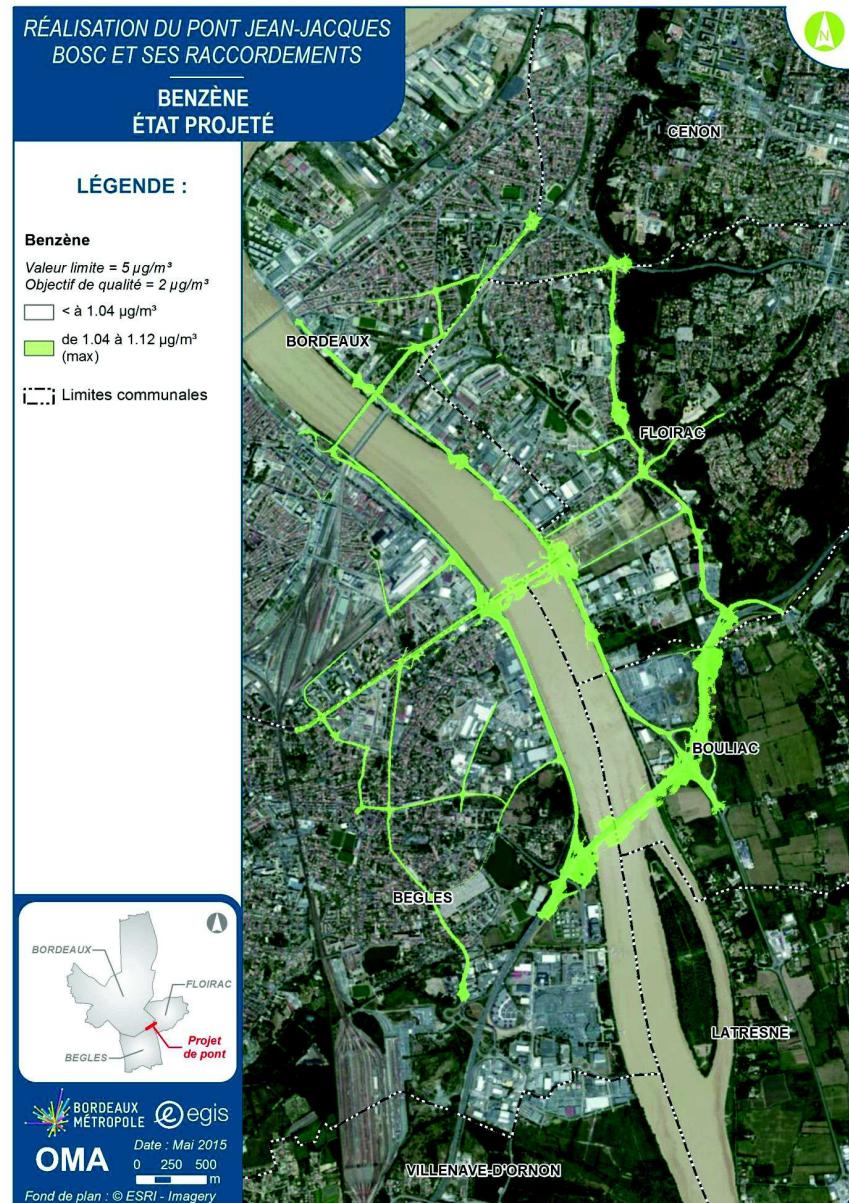


Figure 26 : Teneurs en benzène – état projeté (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

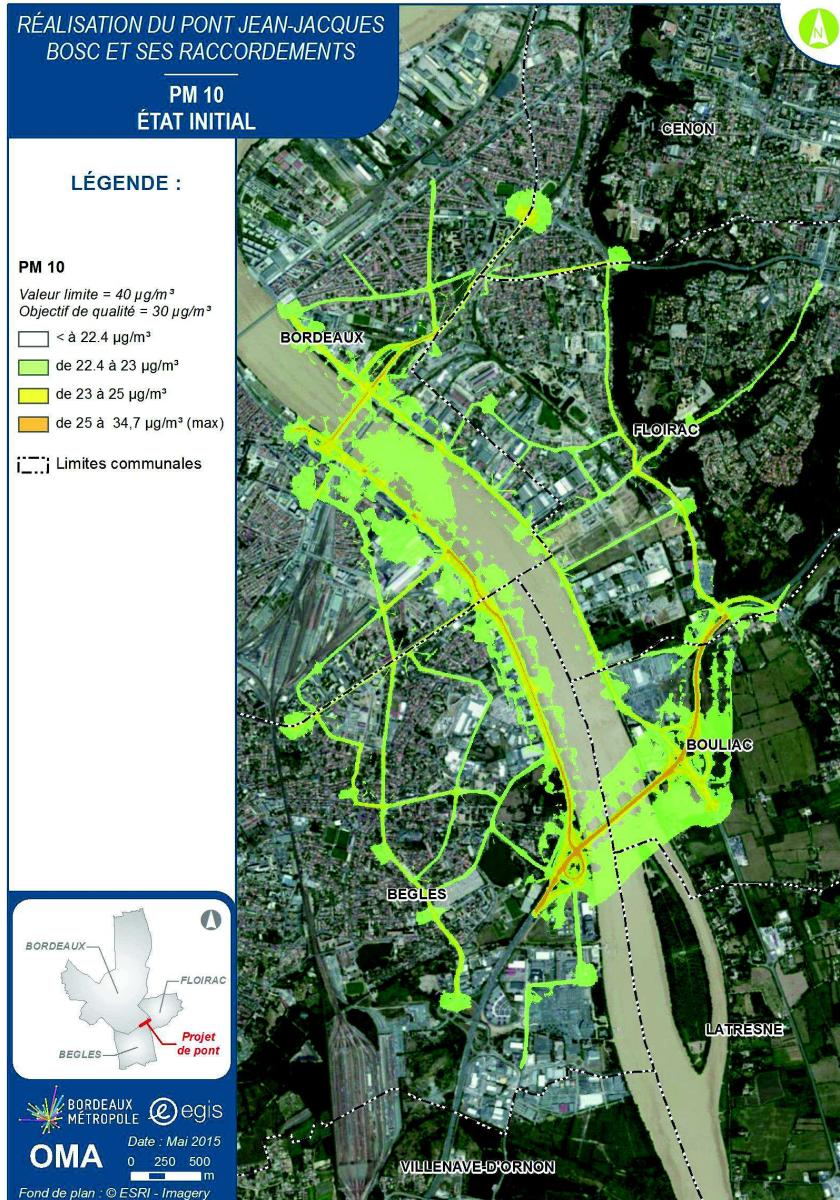


Figure 27 : Teneurs en PM 10 – état initial (2019)

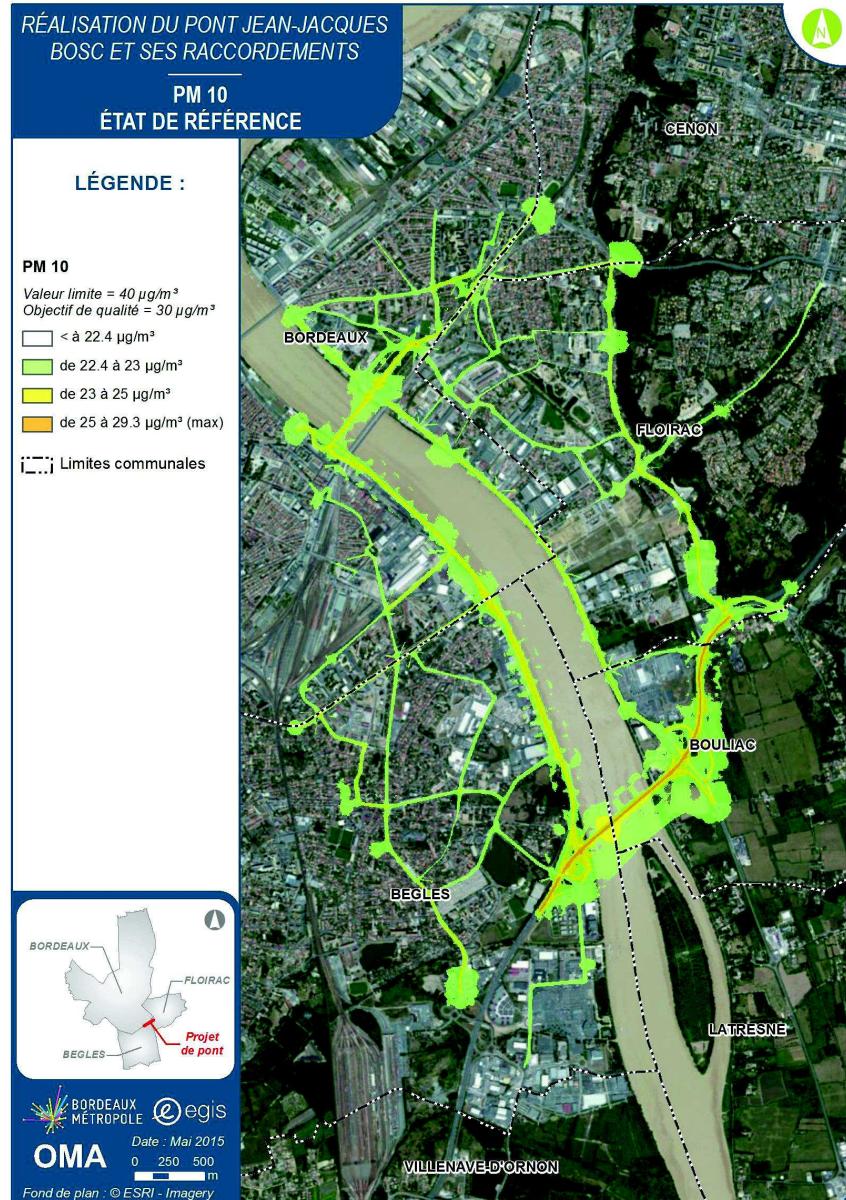


Figure 28 : Teneurs en PM 10 – état de référence (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

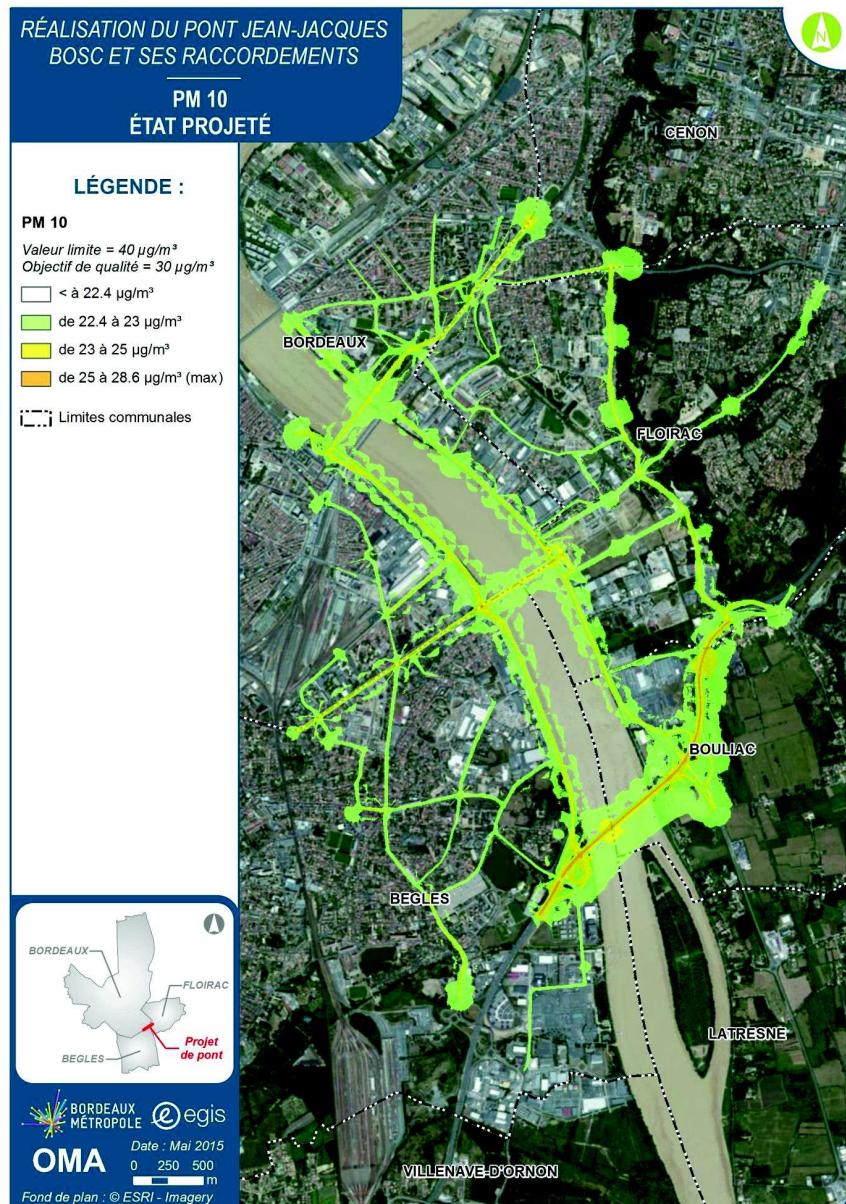


Figure 29 : Teneurs en PM 10 – état projeté (2030)

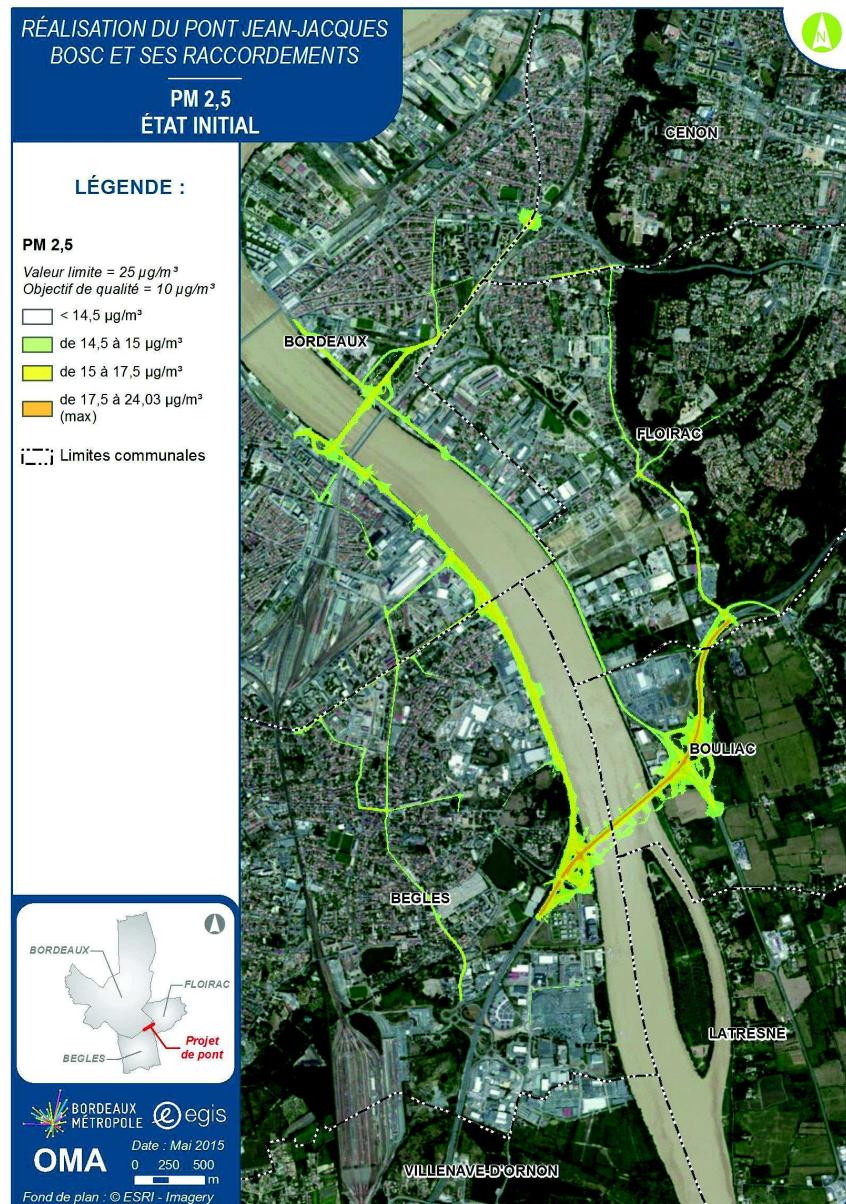


Figure 30 : Teneurs en PM 2,5 – état initial (2019)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

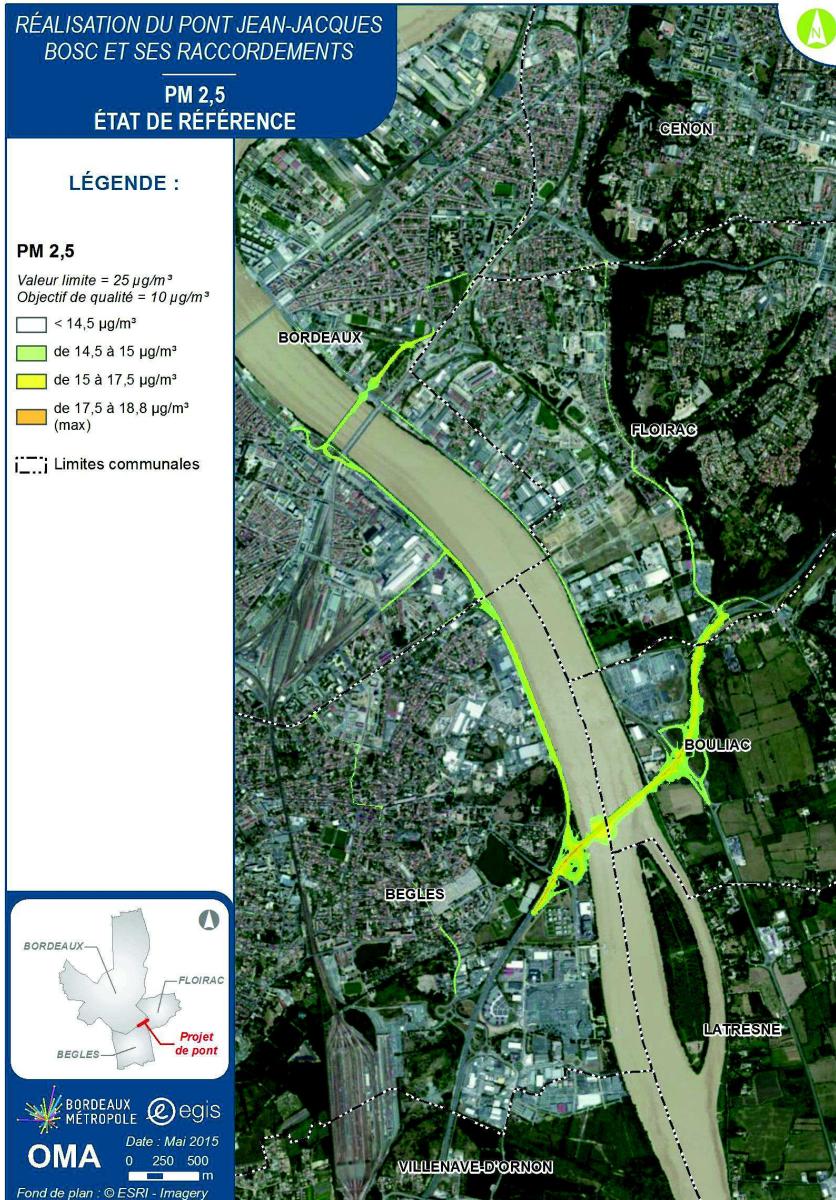


Figure 31 : Teneurs en PM 2,5 – état de référence (2030)

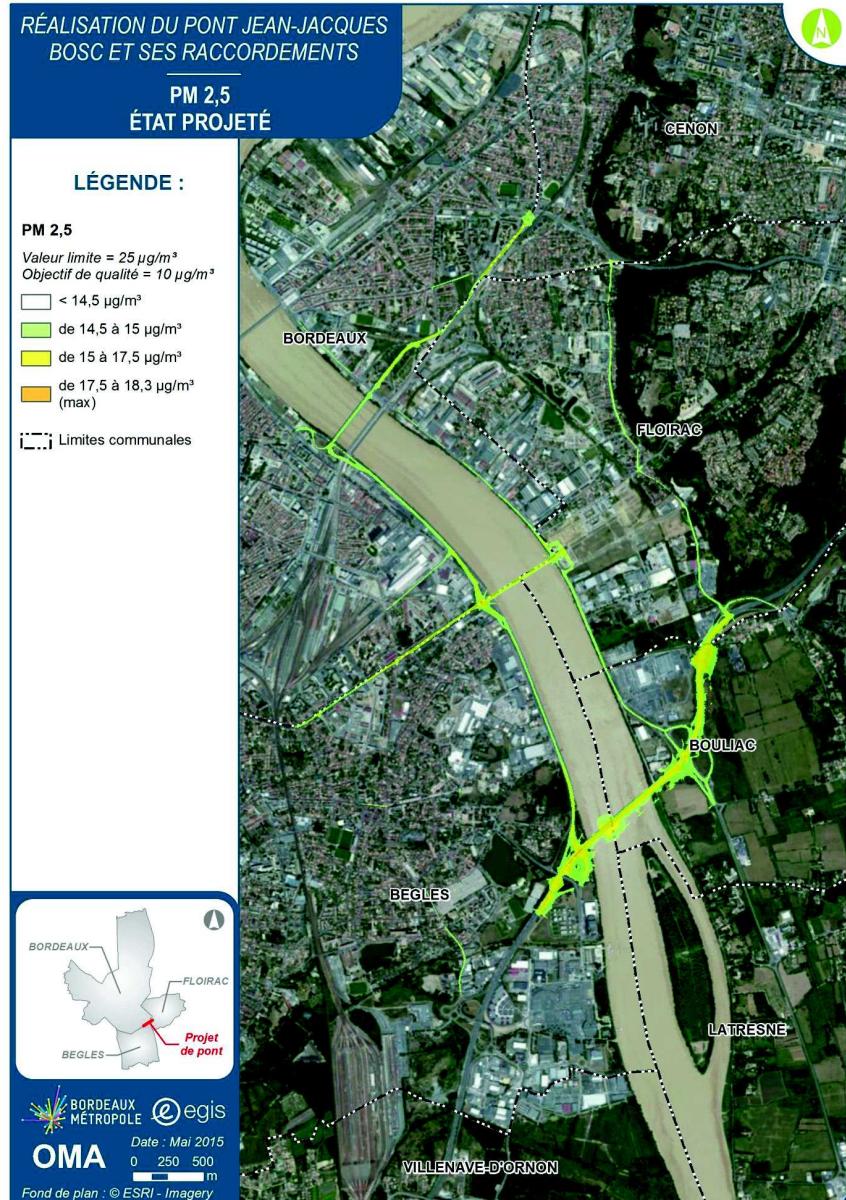


Figure 32 : Teneurs en PM 2,5 – état projeté (2030)

3.2.2.2. TENEURS EN POLLUANTS DANS LA BANDE D'ÉTUDE

Les teneurs moyennes et les teneurs maximales dans la bande d'étude des polluants étudiés sont synthétisées dans le Tableau 21 pour l'état initial, l'état de référence et l'état projeté.

Les teneurs maximales sont représentatives des teneurs relevées au droit des axes routiers. Elles sont données à titre indicatif.

Les teneurs moyennes, sensiblement similaires entre l'état de référence et l'état projeté, ne mettent pas en évidence une évolution significative des teneurs en polluants du fait de la réalisation du projet.

	Etat initial			Etat de référence		Etat projeté		dont Teneur de fond
	Teneur moyenne	Teneur maximale	Teneur moyenne	Teneur maximale	Teneur moyenne	Teneur maximale		
Dioxyde d'azote $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19.9	76.9	19.4	42.3	19.5	40.0	19	
Benzène $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.04	1.31	1.03	1.13	1.03	1.12	1.03	
PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	22.4	34.7	22.4	29.3	22.4	28.6	22.3	
PM 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.1	24.0	14.1	18.8	14.1	18.3	14	
Particules échappement $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.06	6.4	0.01	1.1	0.01	0.9		
Dioxyde de soufre $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.008	0.569	0.009	0.565	0.010	0.510		
Acétaldéhyde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.007	0.418	0.005	0.253	0.005	0.228		
Acroléine $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.004	0.204	0.003	0.133	0.003	0.120		
1,3-Butadiène $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.003	0.165	0.001	0.063	0.001	0.056		
Formaldéhyde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.014	0.791	0.010	0.470	0.010	0.424		
Benzo(a)pyrène ng/m^3	0.23	0.76	0.23	0.80	0.23	0.74	0.22	
Cadmium ng/m^3	0.005	0.293	0.005	0.284	0.005	0.256		
Nickel ng/m^3	0.01	0.75	0.03	0.68	0.01	0.62		
Chrome ng/m^3	0.08	3.74	0.08	3.32	0.08	3.01		
Plomb ng/m^3	0.17	8.74	0.17	7.25	0.17	6.47		

Tableau 21 : Teneurs moyennes et maximales dans la bande d'étude

3.2.2.3. COMPARAISON AUX NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR

Parmi les polluants retenus dans cette étude, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, le benzène, les particules PM 10 et PM 2,5, le cadmium et le nickel sont réglementés par des critères nationaux.

La comparaison des teneurs calculées aux normes de la qualité de l'air est présentée dans le Tableau 22.

Au regard des résultats obtenus, la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes n'induirait aucun dépassement des normes de la qualité de l'air en vigueur dans la bande d'étude hormis pour le dioxyde d'azote pour lequel, la valeur limite est atteinte aux abords immédiats de la Rocade, et pour les PM_{2,5} pour lesquels, l'objectif de qualité est dépassé sur l'ensemble du domaine d'étude : la teneur de fond retenue est supérieure à l'objectif de qualité.

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité ou valeur cible	Teneurs maximales à l'état projeté	Observations
Dioxyde d'azote NO ₂	En moyenne annuelle 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	En moyenne annuelle 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valeur limite atteinte à proximité de la Rocade
Dioxyde de soufre SO ₂		En moyenne annuelle 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Benzène C ₆ H ₆	En moyenne annuelle 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	En moyenne annuelle 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 μm PM10	En moyenne annuelle 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	En moyenne annuelle 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 μm PM2,5	En moyenne annuelle 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour 2015	En moyenne annuelle Objectif de qualité : 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dépassement de l'objectif de qualité dû à la teneur de fond (14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Cadmium Cd		En moyenne annuelle Valeur cible : 5 ng/m ³	0,256 ng/m ³	
Nickel Ni		En moyenne annuelle Valeur cible : 20 ng/m ³	0,62 ng/m ³	
Plomb Pb	En moyenne annuelle 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	En moyenne annuelle 0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6,47 ng/m ³	
Benzo(a)pyrène		En moyenne annuelle Valeur cible : 1 ng/m ³	0,74 ng/m ³	

Tableau 22 : Comparaison des teneurs maximales à l'état projeté aux normes en vigueur

3.3. CONCLUSION

Sous réserve des hypothèses de trafic, la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes, à l'horizon 2030, n'aurait pas d'impact significatif sur la qualité de l'air à l'échelle du domaine d'étude.

Néanmoins, localement, elle induirait une amélioration de la qualité de l'air sur les quais de la Rive Gauche de la Garonne et une dégradation de la qualité de l'air au droit du projet et du Boulevard Jean-Jacques Bosc.

4. ÉVALUATION SIMPLIFIÉE DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA SANTÉ

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

4.1. MÉTHODOLOGIE

L'Indice Pollution Population (IPP) est un indicateur sanitaire qui permet la comparaison des différents horizons d'étude et l'évaluation du projet eu égard à son impact sur l'exposition de la population présente dans la bande d'étude. Il intègre ainsi, dans un même critère, les teneurs en polluant et la population potentiellement exposée.

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

Les polluants retenus pour l'évaluation de l'IPP sont le benzène et le dioxyde d'azote. Les horizons d'étude retenus sont 2019 et 2030 pour les impacts du projet.

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

4.2. ESTIMATION DE LA POPULATION DANS LA BANDE D'ÉTUDE

Les populations communales ont été estimées aux horizons 2019 et 2030 sur la base des données de population INSEE de 2011¹⁹, actualisées avec les taux d'évolution prévisionnels de l'INSEE dans le département de la Gironde (+0,71 %)²⁰.

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

Sur la base de ces données INSEE, la population dans la bande d'étude serait de 46 360 habitants en 2019 et 53 402 habitants en 2030, soit une croissance de 15,2 %.

La répartition des populations par commune au sein de la bande d'étude est donnée dans le Tableau 23.

Communes	Zones d'habitat dans la bande d'étude	
	Population 2019	Population 2030
Bègles	11 440	12 367
Bordeaux	21 313	23 037
Bouliac	192	208
Cenon	1 649	1 783
Floirac	11 752	12 702
Villenave d'Ornon	14	15
Total	46 360	50 112

Tableau 23 : Population 2019 et 2039 dans la bande d'étude

4.3. RÉSULTATS DE L'IPP

Les Indices Pollution Population du dioxyde d'azote et du benzène sont présentés dans le Tableau 24 et le Tableau 25, pour l'état de référence (2039) et l'état projeté (2039).

Il convient de souligner que, compte tenu de la très faible variabilité des teneurs en benzène et en dioxyde d'azote, l'inter comparaison des IPP doit être réalisée avec prudence.

Dioxyde d'azote	État initial		Etat de référence 2030	Etat projeté 2030
	2019	2030		
Total	IPP base 100	909 464 100	966 056 106.2	968 569 106.5
Bègles	IPP base 100	225 497 100	238 690 105.9	239 211 106.1
Bordeaux	IPP base 100	419 982 100	443 947 105.7	444 984 106.0
Bouliac	IPP base 100	3 825 100	4 064 106.2	4 065 106.3
Cenon	IPP base 100	32 503 100	34 658 106.6	34 841 107.2
Floirac	IPP base 100	227 390 100	244 411 107.5	245 182 107.8
Villenave d'Ornon	IPP base 100	266 100	287 107.6	287 107.6

Tableau 24 : IPP du dioxyde d'azote dans la bande d'étude

¹⁹ Source : INSEE - données IRIS au 1^{er} janvier 2013.

²⁰ INSEE, Aquitaine 2040 : vers les 4 millions d'habitants – Olivier Diel, n°192, décembre 2010.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Benzène		État Initial 2019	Etat de référence 2030	Etat projeté 2030
Total	IPP base 100	48 016 100	51 687 107.6	51 715 107.7
Bègles	IPP base 100	11 848 100	12 747 107.6	12 754 107.6
Bordeaux	IPP base 100	22 093 100	23 759 107.5	23 769 107.6
Bouliac	IPP base 100	201 100	216 107.7	216 107.7
Cenon	IPP base 100	1 718 100	1 852 107.8	1 853 107.9
Floirac	IPP base 100	12 141 100	13 098 107.9	13 107 108.0
Villenave d'Ornon	IPP base 100	14 100	15 107.4	15 107.4

Tableau 25 : IPP du benzène dans la bande d'étude

Au regard de ces résultats, l'exposition des populations n'évoluerait pas entre l'état de référence et l'état projeté, à l'horizon 2039, pour les IPP du dioxyde d'azote et du benzène.

5. ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

Conformément à la circulaire de 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, l'impact sanitaire du projet de création du pont Jean-Jacques Bosc et de ses raccordements a été établi selon la démarche de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS).

L'évaluation des risques sanitaires présentée ci-dessous a été menée pour un état initial étudié correspondant à l'année 2019 (année pour laquelle les données de trafic sont estimées et disponibles), ainsi que pour l'horizon 2030, avec et sans réalisation du projet.

5.1. RAPPEL MÉTHODOLOGIQUE

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

- Circulaire DGS n°2000-61 du 3 février 2000 *relative au guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impacts* ;
- Circulaire DGS-DR-MEDD n°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* ;
- Circulaire DGPR et DGS du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.
- Note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières ; annexe de la circulaire DGS-DR-MEDD du 25 février 2005 qui fixe le cadre et le contenu de ces études ;
- Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – Institut de Veille Sanitaire (InVS) - février 2000 ;
- Guide méthodologique pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les ICPE – INERIS – 2013 ;
- Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires des études d'impacts routières et ferroviaires – DGS, InVS, CERTU, SETRA, ADEME - novembre 2004 ;
- Avis de l'ANSES relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - juillet 2012.
- Études d'impact des infrastructures routières, volet air et santé, état initial et recueil de données - SETRA, CERTU – février 2009 ;

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

- L'étape 1 concerne la caractérisation du site et de son environnement. Dans cette étape, l'environnement du site est décrit et les émissions polluantes, ainsi que les populations sensibles présentes sur le domaine d'étude sont recensées.
Dans le cadre de cette étude, l'étape 1 a été menée dans le chapitre 2.
- L'étape 2 traite de l'identification des dangers et de l'évaluation de la relation dose-réponse. Elle consiste à identifier les substances susceptibles de générer un effet indésirable pour les populations et à sélectionner, pour chacune de ces substances, les valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles dans la littérature.
- L'étape 3 concerne l'évaluation de l'exposition des populations. Elle consiste à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition des populations.
Dans le cadre de cette étude, les niveaux d'exposition ont été déterminés avec un modèle de dispersion atmosphérique des polluants (cf. chapitre 4).
- L'étape 4 correspond à la caractérisation des risques sanitaires. Elle constitue l'étape de synthèse et est l'expression qualitative et, si possible, quantitative du risque. Dans cette étape, les résultats sont analysés et les incertitudes sont évaluées.

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

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

Les paragraphes suivants présentent cette méthodologie de manière détaillée.

5.2. IDENTIFICATION DES DANGERS

5.2.1. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES SUBSTANCES TOXIQUES ET LES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

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

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

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

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

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

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

- le risque **chronique (par inhalation et par ingestion)** correspond à la survenue de troubles liés à une exposition prolongée à de faibles doses. Ils surviennent en général avec un temps de latence qui peut atteindre plusieurs mois, voire des décennies, et sont habituellement irréversibles en l'absence de traitement. Dans ce cas-là, on se réfère à des concentrations en moyennes annuelles.
- le risque **aigu (par inhalation)** correspond à la survenue de troubles liés à une exposition très courte à forte dose. Dans ce cas-là, on se réfère à des concentrations journalières ou à défaut horaires selon les relations dose-réponse disponibles.

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

- **les effets survenant à partir d'un seuil** : l'effet survient au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée à une substance isolée. En-deçà de cette dose seuil, on considère qu'aucun effet ne survient. Au-delà, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée.
Ce sont principalement les effets non cancérogènes, voire les effets non génotoxiques, qui sont classés dans cette famille. Dans le cas d'une exposition par inhalation, la dose seuil s'exprime sous la forme d'une concentration de référence (notée VTR, Valeur Toxicologique de Référence).
- **les effets survenant sans seuil de dose** : l'effet apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose et la durée d'exposition, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas.

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

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

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

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

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

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

5.2.2. CHOIX DES TRACEURS DE RISQUE

Dans le cadre des EQRS des études d'impact des infrastructures routières, le travail d'identification des dangers a été réalisé par un groupe d'experts, piloté par l'InVS. Les conclusions de ce travail sont reprises dans la note méthodologique de février 2005.

Ce groupe d'experts a ainsi émis des recommandations concernant les substances à prendre en compte dans les volets Air et Santé des études d'impact des infrastructures routières. Les substances retenues, au nombre de 16, sont considérées comme suffisamment spécifiques, en l'absence d'autres sources, pour constituer des traceurs pertinents de l'exposition par inhalation et par ingestion à la pollution routière.

En 2009, l'ANSES a été saisie par son ministère de tutelle pour réviser cette liste de substances. Les recommandations de l'ANSES, publiées en juillet 2012²¹, ne constituent pas à ce jour, un cadre réglementaire pour les EQRS. Néanmoins, dans le cadre de cette étude, nous avons choisi de retenir deux nouvelles substances recommandées par l'ANSES : les particules PM2,5 et PM10. L'ANSES recommande effectivement de privilégier ces substances par rapport aux particules diesel qui avaient été retenues par l'InVS.

En conformité avec les préconisations du groupe d'experts énoncées dans la note méthodologique de février 2005 et avec les recommandations de l'ANSES, le Tableau 26 présente les substances retenues dans la présente étude par type d'effet pour les voies d'exposition étudiées (inhalation et ingestion). Le mercure, l'arsenic et le baryum également recommandés n'ont pas été retenus. En effet, le logiciel de calcul des émissions que nous utilisons, COPERT IV (classiquement utilisé pour ce type d'étude) ne fournit pas d'information sur les émissions de ces métaux.

5.2.3. CHOIX DES RELATIONS DOSE-RÉPONSE

Pour chacun des traceurs de risque retenus, le Tableau 27, le Tableau 28, le Tableau 29, le Tableau 30, le Tableau 31 et le Tableau 32 présentent les relations dose-réponse (Valeurs Toxicologiques de Références et Valeurs Guides) retenues pour une exposition chronique et aiguë par inhalation pour les effets avec et sans seuil et pour une exposition chronique par ingestion pour les effets à seuil et sans seuil.

²¹ Avis de l'ANSES relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - juillet 2012.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Le choix de ces VTR est détaillé en annexe 9.4.

Substance	Exposition aiguë par inhalation	Exposition chronique par inhalation		Exposition chronique par ingestion	
		Effets cancérogènes	Effets non cancérogènes	Effets cancérogènes	Effets non cancérogènes
Acroléine	x		x		
Dioxyde d'azote	x		x		
Dioxyde de soufre	x				
Benzène	x	x	x		
Particules diesel		x	x		
PM10 et PM2.5			x		
Formaldéhyde		x	x		
1,3-Butadiène		x	x		
Acétaldéhyde		x	x		
Benzo(a)pyrène		x		x	
Chrome		x	x		x
Nickel		x	x		x
Cadmium		x	x		x
Plomb			x		x

Tableau 26 : Substances retenues dans le cadre de l'EQRS

Polluants	Valeur Guide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Source	Effets et organes cibles
Dioxyde d'azote	40	OMS - 2005	Effets respiratoires
PM 2.5	10	OMS - 2005	Effets respiratoires et mortalité par cancer
PM 10	20	OMS - 2005	Effets respiratoires et mortalité par cancer

Tableau 27 : Valeurs Guide pour une exposition chronique par inhalation

Polluants	ERU _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Source	Effets et organes cibles
Benzène	2,60E-05	ANSES - 2014	Leucémie
Particules diesel	3,00E-04	OEHHA - 2002	Cancer du poumon
Formaldéhyde	5,30E-06	Health Canada - 2000	Carcinome de la muqueuse nasale
Acétaldéhyde	2,20E-06	US EPA - 1991	Irritation de la muqueuse olfactive
1,3 Butadiène	1,70E-04	OEHHA - 2008	Cancer des poumons et des bronches
Benzo(a)pyrène	1,10E-03	OEHHA - 2002	Cancer du tractus respiratoire supérieur
Chrome VI	4,00E-02	OMS - 2000	Cancer pulmonaire
Nickel	3,80E-04	OMS - 2000	Cancer du poumon

Tableau 28 : ERU pour une exposition chronique par inhalation pour des effets sans seuil

Polluants	VTR _i chronique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Source	Effets et organes cibles
Acroléine	0,02	US-EPA, 2003	Effets histologiques sur le nez
Benzène	10	ATSDR - 2007	Effets immunologiques (diminution du nombre de lymphocytes circulants)
Particules diesel	5	US-EPA - 2003	Effets respiratoires
Formaldéhyde	9	OEHHA - 2008	Altérations de l'appareil respiratoire et lésions de l'épithélium nasal
Acétaldéhyde	140	OEHHA -2008	Cancer de l'appareil respiratoire
1,3-Butadiène	2	US EPA – 2002 ; OEHHA - 2013	Ovaires (atrophie)
Nickel	0,014	OEHHA - 2012	Effets respiratoires
Chrome VI	0,1	US-EPA, 1998	Effets respiratoires
Cadmium	0,45	ANSES - 2012	Effets rénaux
Cadmium	0,3	ANSES - 2012	Cancer du poumon
Plomb	0,5	OMS - 2002	Effet neurologique

Tableau 29 : VTR pour une exposition chronique par inhalation pour des effets à seuil

Polluants	VTR _i aiguë ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Source	Effets et organes cibles
Acroléine (24h)	7	ATSDR - 2007	Irritations oculaires et lésions de l'épithélium respiratoire
Dioxyde d'azote	200	OMS - 2000	Effets respiratoires

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

(1h)			
Dioxyde de soufre (24h)	20	OMS - 2005	Effets sur les poumons et augmentation de la mortalité journalière
Benzène (24h)	30	ATSDR - 2007	Effets immunologiques (diminution du nombre de lymphocytes circulants)
PM10 (24h)	50	OMS 2005	Effets respiratoires et mortalité par cancer
PM2,5 (24h)	25	OMS 2005	Effets respiratoires et mortalité par cancer

Tableau 30 : VTR pour une exposition aiguë par inhalation

Polluants	ERU _o (mg/kg pc/j) ¹	Source	Effets et organes cibles
Benzo(a)pyrène	2E-01	RIVM - 2001	cancers du foie, estomac, intestin grêle, rein, œsophage, cavité orale, peau, glande mammaire, canal auditif

Tableau 31 : ERU pour une exposition chronique par ingestion pour des effets sans seuil

Polluants	VTR _o chronique (mg/kg pc/j)	Source	Effets et organes cibles
Nickel	1,12E-02	OEHHA, 2012	Effets sur le développement
Chrome III	1,5	US-EPA, 1998	Toxicité sur le foie
Cadmium	3,6E-04	EFSA, 2009	Effets rénaux
Plomb	3,5E-03	OMS, 2004j	Plombémie

Tableau 32 : VTR pour une exposition chronique par ingestion pour des effets à seuil

5.3. ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS

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

5.3.1. SCÉNARIOS D'EXPOSITION

Dans le cadre de cette étude, les scénarios d'exposition retenus correspondent aux populations les plus exposées identifiées sur la Figure 33 et zoomée sur la [Erreur ! Source du renvoi introuvable.](#) :

- Scénario 1 : l'école maternelle Marcel Sembat,
- Scénario 2 : la crèche Carle Vernet,

- Scénario 3 : le tennis et les populations riveraines les plus impactées et les plus proches du projet,
- Scénario 4 : l'aire de jeux et l'aire de loisir prévues en rive droite dans le cadre du projet.

L'exposition par inhalation sera étudiée pour les 4 scénarios définis. Les paramètres d'exposition retenus sont présentés dans le Tableau 33. L'exposition par ingestion est étudiée pour les scénarios 1, 2 et 4 en considérant comme cible les enfants. Aucune exposition pertinente par ingestion n'étant identifiée pour le scénario 3 et les populations concernées (pas de jardin potager, ni de zone de jeux pour enfant), ce dernier n'est pas étudié. Les paramètres d'exposition sont présentés dans le Tableau 34.

La fréquence annuelle d'exposition (F) : pour les scénarios 1 et 2 les données (reprises par l'INERIS) sont issues de l'étude Gauvin (2001)²²; le temps passé dans les locaux d'une école est de 6 h/j et 180 j/an, soit $F = 0,12$ (unités de temps d'exposition : l'heure) ou $F = 0,49$ (unité de temps d'exposition : le jour); le temps passé dans une crèche est de 10h/j 230 j/an soit $F = 0,26$ (unités de temps d'exposition : l'heure) ou $F = 0,63$ (unité de temps d'exposition : le jour). Pour le scénario 3, l'exposition est considérée comme continue 24 h/j et 365 j/an, soit $F = 1$. Enfin pour le scénario 4, l'exposition est supposée comme discontinue 8 h/j et 365 j/an, soit $F = 0,33$.

La durée d'exposition (T) : pour les scénarios 1 et 2 les données sont issues de l'étude Gauvin citée ci-dessus, la durée d'exposition est fixée à 8 ans pour l'école et 3 ans pour la crèche. Pour le scénario 3 la durée d'exposition est fixée à 30 ans. En effet, des études montrent que le temps de résidence moyen d'un ménage dans un même logement est de 30 ans (percentile 90 – étude réalisée en France [Nedellec et al, 1998]²³, percentile 95 de la distribution donnée dans l'Exposure Factor Handbook). Pour le scénario 4 la durée d'exposition est fixée à 30 ans.

Paramètre	Hypothèses de scénarios retenues
Concentration d'exposition	Scénario 1 : teneurs au droit de l'école maternelle Marcel Sembat Scénario 2 : teneurs au droit de la crèche Carle Vernet Scénario 3 : teneurs au droit du tennis et des populations riveraines les plus impactées Scénario 4 : teneurs au droit de l'aire de jeux et de l'aire de loisir
F	Scénario 1 : $F = 0,12$ Scénario 2 : $F = 0,26$

²² Source : Gauvin (2001) Pollution atmosphérique d'origine automobile et développement de la maladie asthmatique de l'enfant, Etude VESTA, Thèse pour le grade de Docteur ès Sciences de l'Université Joseph Fourier, Grenoble

²³ Nedellec V. et al. - La durée de résidence des français et l'évaluation des risques liés aux sols pollués. Energies santé, vol. 9, n°91, p. 503-515 - 1998

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

	Scénario 3 : F = 1 Scénario 4 : F = 0,33
T (cas des effets sans seuils)	Scénario 1 : T = 8 ans Scénario 2 : T = 3 ans Scénario 3 : T = 30 ans Scénario 4 : T= 30 ans

Tableau 33 : Paramètres d'exposition dans le cadre de l'EQRS pour une exposition par inhalation

Paramètre	Hypothèses de scénarios retenues
Dose journalière d'exposition	Scénario 1 : dose ingérée au droit de l'école maternelle Marcel Sembat Scénario 2 : dose ingérée au droit de la crèche Carle Vernet Scénario 4 : dose ingérée au droit de l'aire de jeux et de l'aire de loisir
F	Scénario 1 : F = 0,49 Scénario 2 : F = 0,63 Scénario 4 : F = 1
T (cas des effets sans seuils)	Scénario 1 : T = 8 ans Scénario 2 : T = 3 ans Scénario 4 : T= 8 ans

Tableau 34 : Paramètres d'exposition dans le cadre de l'EQRS pour une exposition par ingestion



Figure 33 : Localisation des points récepteurs

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

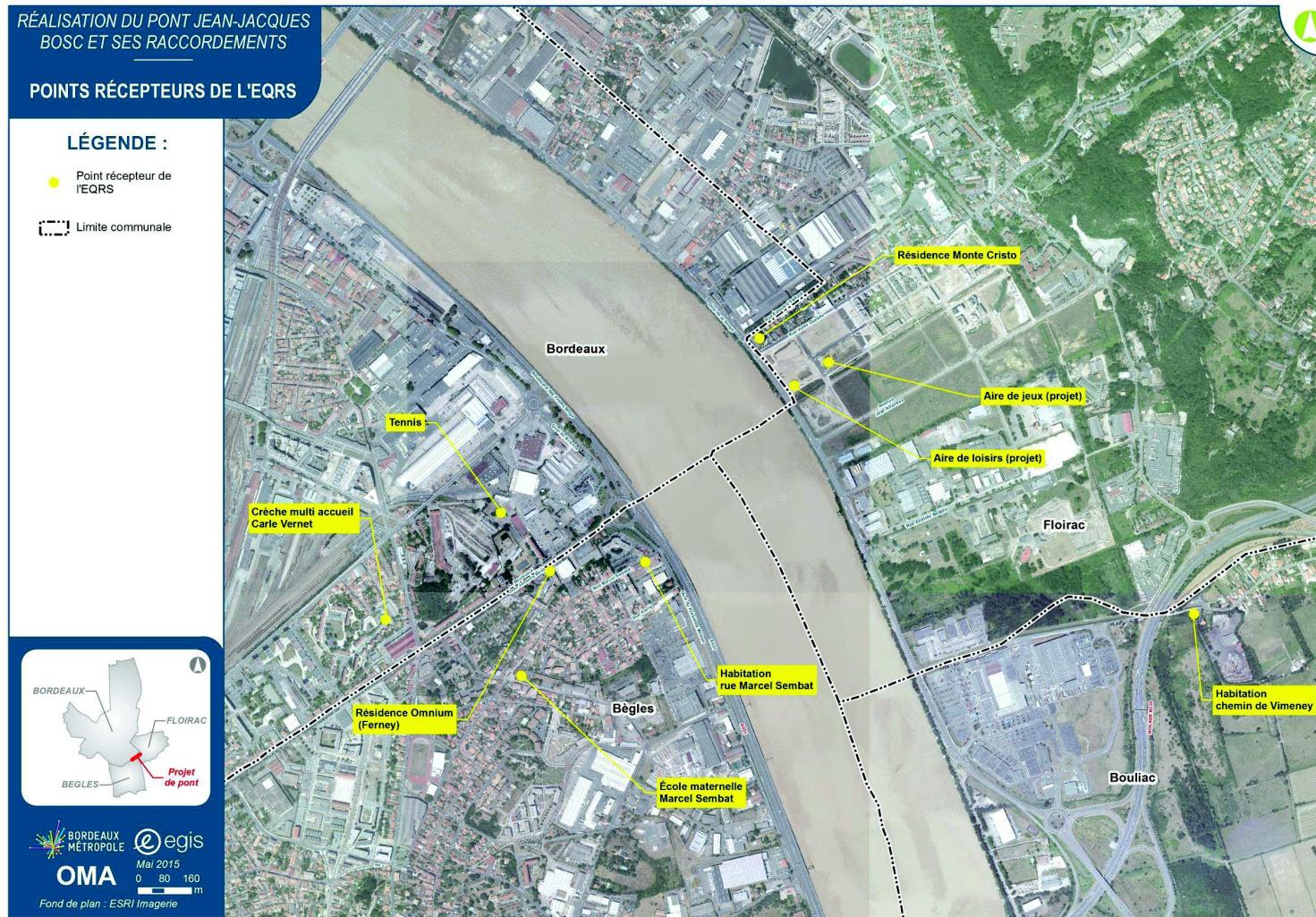


Figure 34 : Zoom sur la localisation des points récepteurs

5.3.2. EVALUATION DE L'EXPOSITION PAR INHALATION

Pour évaluer l'exposition des populations par inhalation, une pénétration dans l'organisme de la totalité des substances inhalées est considérée.

En exposition chronique, la concentration d'exposition ou concentration inhalée est déduite de l'équation suivante :

$$CI = C_{air} \times F$$

avec :

- CI : concentration inhalée par la cible, exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- C_{air} : concentration en polluant dans l'air en moyenne annuelle, exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et estimée à partir de la modélisation de la dispersion atmosphérique.
- F : fréquence annuelle d'exposition à la concentration C_{air} correspondant au nombre annuel d'unités de temps d'exposition (heures ou jours) ramené au nombre total d'unités de temps de l'année (sans dimension).

En exposition aigue, la concentration inhalée est la concentration maximale d'exposition (percentiles donnés par la modélisation) sur la durée d'exposition 1h ou 24 h selon la substance.

Le Tableau 35 et le Tableau 36 présentent les concentrations moyennes d'exposition pour les 3 états considérés et pour les points récepteurs retenus dans l'environnement.

Traceurs de risque	Etat	Concentration d'exposition			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Acétaldéhyde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	7,04E-04	8,85E-04	7,32E-04	1,67E-03
	Etat de référence 2030	8,78E-04	5,14E-04	5,42E-04	1,09E-03
	Etat projeté 2030	1,07E-03	5,22E-04	1,29E-02	1,59E-03
Acroléine $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	3,50E-04	4,33E-04	3,51E-04	8,16E-04
	Etat de référence 2030	4,68E-04	2,73E-04	2,90E-04	5,79E-04
	Etat projeté 2030	6,52E-04	2,44E-04	6,41E-03	1,60E-03
Benzo(a)pyrène ng/m^3 BF = 0,22 ng/m^3	Etat initial 2019	5,75E-02	2,70E-02	7,29E-02	7,40E-02
	Etat de référence 2030	5,82E-02	2,70E-02	7,30E-02	7,41E-02
	Etat projeté 2030	5,84E-02	2,70E-02	9,05E-02	7,43E-02
Butadiène $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	2,66E-04	3,59E-04	2,59E-04	6,74E-04
	Etat de référence 2030	1,92E-04	1,11E-04	1,15E-04	2,55E-04
	Etat projeté 2030	2,40E-04	1,16E-04	3,11E-03	3,49E-04
Benzène $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 1,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	0,27	0,12	0,34	0,34
	Etat de référence 2030	0,27	0,12	0,34	0,34
	Etat projeté 2030	0,27	0,12	0,35	0,34

Traceurs de risque	Etat	Concentration d'exposition			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Cadmium ng/m^3	Etat initial 2019	9,51E-04	3,84E-04	4,20E-04	7,94E-04
	Etat de référence 2030	6,24E-04	2,86E-04	4,57E-04	7,61E-04
	Etat projeté 2030	7,31E-04	2,68E-04	8,97E-03	2,04E-03
Chrome ng/m^3	Etat initial 2019	1,87E-02	7,30E-03	1,01E-02	1,54E-02
	Etat de référence 2030	1,24E-02	5,56E-03	9,07E-03	1,52E-02
	Etat projeté 2030	1,47E-02	5,42E-03	1,84E-01	4,19E-02
Formaldéhyde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	1,35E-03	1,71E-03	1,40E-03	3,22E-03
	Etat de référence 2030	1,64E-03	9,59E-04	1,01E-03	2,05E-03
	Etat projeté 2030	2,00E-03	9,75E-04	2,41E-02	3,00E-03
Nickel ng/m^3	Etat initial 2019	3,35E-03	1,32E-03	1,52E-03	2,77E-03
	Etat de référence 2030	2,21E-03	9,94E-04	1,57E-03	2,70E-03
	Etat projeté 2030	2,62E-03	9,62E-04	3,25E-02	7,41E-03
Dioxyde d'azote $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	5,02	2,37	6,35	6,45
	Etat de référence 2030	5,00	2,31	6,31	6,35
	Etat projeté 2030	5,02	2,31	7,07	6,47
Plomb ng/m^3	Etat initial 2019	4,40E-02	1,71E-02	3,74E-02	3,62E-02
	Etat de référence 2030	2,98E-02	1,31E-02	1,79E-02	3,58E-02
	Etat projeté 2030	3,46E-02	1,30E-02	4,35E-01	1,29E-01
PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 22,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	5,80	2,68	7,36	7,38
	Etat de référence 2030	5,80	2,68	7,36	7,37
	Etat projeté 2030	5,81	2,68	7,63	7,40
PM2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	3,65	1,69	4,62	4,65
	Etat de référence 2030	3,65	1,69	4,62	4,64
	Etat projeté 2030	3,66	1,69	4,81	4,66
Particules diésel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	9,28E-03	2,03E-03	2,52E-03	6,88E-03
	Etat de référence 2030	1,21E-03	3,80E-04	2,00E-03	1,38E-03
	Etat projeté 2030	1,41E-03	3,62E-04	2,73E-02	5,74E-03
Dioxyde de soufre $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	6,78E-04	8,30E-04	7,59E-04	1,62E-03
	Etat de référence 2030	1,09E-03	6,53E-04	7,22E-04	1,52E-03
	Etat projeté 2030	1,54E-03	6,05E-04	1,64E-02	1,24E-02

Tableau 35 : Concentrations moyennes d'exposition pour les substances traceurs du risque par inhalation en exposition chronique (scénarios 1,2 et 4)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

		Concentration d'exposition				
Traceurs de risque	Etat	Tennis	Résidence Monte Cristo	Habitation rue M. Sembat	Résidence Omnium	Habitation chemin de Vimeney
Acétaldéhyde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	8,14E-03	5,94E-03	1,42E-02	1,67E-02	1,53E-02
	Etat de référence 2030	4,38E-03	3,92E-03	6,51E-03	9,61E-03	9,54E-03
	Etat projeté 2030	4,94E-03	9,45E-03	7,50E-03	1,62E-02	1,12E-02
Acroléine $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	4,03E-03	2,88E-03	6,88E-03	8,09E-03	7,51E-03
	Etat de référence 2030	2,34E-03	2,06E-03	3,53E-03	5,11E-03	5,01E-03
	Etat projeté 2030	2,64E-03	3,90E-03	8,90E-03	8,80E-03	7,30E-03
Benzo(a)pyrène ng/m ³ BF = 0,22 ng/m ³	Etat initial 2019	2,27E-01	2,25E-01	2,32E-01	2,33E-01	2,37E-01
	Etat de référence 2030	2,26E-01	2,26E-01	2,31E-01	2,32E-01	2,37E-01
	Etat projeté 2030	2,26E-01	2,33E-01	2,31E-01	2,41E-01	2,41E-01
Butadiène $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	3,17E-03	2,50E-03	5,86E-03	6,94E-03	6,00E-03
	Etat de référence 2030	9,37E-04	9,36E-04	1,23E-03	2,13E-03	2,34E-03
	Etat projeté 2030	1,08E-03	2,23E-03	1,29E-03	3,69E-03	2,73E-03
Benzène $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 1,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	1,04	1,04	1,04	1,05	1,04
	Etat de référence 2030	1,03	1,03	1,03	1,04	1,03
	Etat projeté 2030	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04
Cadmium ng/m ³	Etat initial 2019	3,74E-03	3,38E-03	1,46E-02	6,77E-03	8,82E-03
	Etat de référence 2030	2,72E-03	2,17E-03	6,70E-03	6,03E-03	1,14E-02
	Etat projeté 2030	3,04E-03	5,03E-03	1,23E-02	1,02E-02	1,31E-02
Chrome ng/m ³	Etat initial 2019	7,36E-02	6,50E-02	2,78E-01	1,32E-01	9,86E-02
	Etat de référence 2030	5,45E-02	4,12E-02	1,30E-01	1,21E-01	1,25E-01
	Etat projeté 2030	6,21E-02	1,00E-01	2,53E-01	2,10E-01	1,44E-01
Formaldéhyde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	1,57E-02	1,15E-02	2,70E-02	3,21E-02	2,91E-02
	Etat de référence 2030	8,17E-03	7,32E-03	1,21E-02	1,80E-02	1,77E-02
	Etat projeté 2030	9,23E-03	1,77E-02	1,39E-02	3,04E-02	2,07E-02
Nickel ng/m ³	Etat initial 2019	1,32E-02	1,17E-02	5,01E-02	2,38E-02	2,06E-02
	Etat de référence 2030	9,70E-03	7,41E-03	2,33E-02	2,16E-02	2,61E-02
	Etat projeté 2030	1,10E-02	1,79E-02	4,47E-02	3,71E-02	3,03E-02
Dioxyde d'azote $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	19,87	19,61	20,75	20,70	21,15
	Etat de référence 2030	19,31	19,27	19,53	19,65	19,86
	Etat projeté 2030	19,34	19,49	20,19	20,10	20,26
Plomb ng/m ³	Etat initial 2019	1,72E-01	1,52E-01	6,48E-01	3,00E-01	1,80E-01
	Etat de référence 2030	1,28E-01	9,88E-02	3,11E-01	2,77E-01	2,63E-01
	Etat projeté 2030	1,48E-01	2,36E-01	5,91E-01	5,52E-01	2,79E-01
PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 22,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	22,38	22,40	22,43	22,46	22,39
	Etat de référence 2030	22,34	22,37	22,34	22,40	22,32
	Etat projeté 2030	22,35	22,44	22,61	22,50	22,47
PM2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	14,13	14,10	14,27	14,27	14,30
	Etat de référence 2030	14,06	14,06	14,10	14,13	14,14

Traceurs de risque	Etat	Concentration d'exposition				
		Tennis	Résidence Monte Cristo	Habitation rue M. Sembat	Résidence Omnium	Habitation chemin de Vimeney
Particules diésel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat projeté 2030	14,07	14,11	14,27	14,22	14,22
	Etat initial 2019	3,04E-02	4,87E-02	1,73E-01	4,07E-02	2,10E-02
	Etat de référence 2030	4,45E-03	5,63E-03	1,22E-02	9,65E-03	1,78E-02
Dioxyde de soufre $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat projeté 2030	5,25E-03	1,44E-02	2,93E-02	2,51E-02	2,26E-02
	Etat initial 2019	7,89E-03	5,63E-03	1,69E-02	1,57E-02	2,13E-02
	Etat de référence 2030	5,77E-03	5,55E-03	9,90E-03	1,24E-02	2,05E-02
	Etat projeté 2030	6,40E-03	9,57E-03	2,35E-02	2,09E-02	3,01E-02

Tableau 36 : Concentrations moyennes d'exposition pour les substances traceurs du risque par inhalation en exposition chronique (scénario 3)

Le Tableau 37 et le Tableau 38 présentent les concentrations maximales d'exposition, pour les 3 états considérés et pour les points récepteurs retenus dans l'environnement.

Traceurs de risque	Etat	Concentration d'exposition			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Acroléine -24h $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	8,89E-03	1,25E-02	4,26E-03	1,33E-02
	Etat de référence 2030	7,15E-03	7,53E-03	1,35E-02	9,16E-03
	Etat projeté 2030	1,13E-02	6,09E-03	6,42E-02	3,55E-02
Benzène -24h $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 1,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	1,05	1,06	1,03	1,06
	Etat de référence 2030	1,04	1,04	1,03	1,04
	Etat projeté 2030	1,04	1,04	1,11	1,08
Dioxyde d'azote - 1h $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	21,43	21,57	19,00	22,15
	Etat de référence 2030	20,02	19,88	19,01	20,31
	Etat projeté 2030	20,54	19,90	27,57	23,73
PM10 - 24 h $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 22,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	22,30	22,43	22,30	22,48
	Etat de référence 2030	22,35	22,38	22,30	22,43
	Etat projeté 2030	22,43	22,38	24,10	22,72
PM2,5 24h $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	14,20	14,31	14,01	14,44
	Etat de référence 2030	14,15	14,14	14,01	14,25
	Etat projeté 2030	14,25	14,16	14,01	14,96
Dioxyde de soufre - 24h $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	2,11E-02	2,26E-02	1,20E-02	2,78E-02
	Etat de référence 2030	1,94E-02	1,65E-02	2,92E-02	2,62E-02
	Etat projeté 2030	2,93E-02	1,82E-02	1,77E-01	9,37E-02

Tableau 37 : Concentrations maximales d'exposition pour les substances traceurs de risque en exposition aiguë (scénarios 1, 2 et 4)

Traceurs de risque	Etat	Concentration d'exposition				
		Tennis	Résidence Monte Cristo	Habitation rue M. Sembat	Résidence Omnium	Habitation chemin de Vimeney
Acroléine -24h µg/m ³	Etat initial 2019	1,93E-02	1,28E-02	3,39E-02	3,57E-02	2,82E-02
	Etat de référence 2030	7,60E-03	9,43E-03	1,54E-02	1,87E-02	1,89E-02
	Etat projeté 2030	1,10E-02	1,66E-02	4,12E-02	3,32E-02	2,43E-02
Benzène -24h µg/m ³ BF = 1,03 µg/m ³	Etat initial 2019	1,07	1,06	1,07	1,12	1,08
	Etat de référence 2030	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05
	Etat projeté 2030	1,04	1,05	1,07	1,07	1,05
Dioxyde d'azote - 1h µg/m ³ BF = 19 µg/m ³	Etat initial 2019	24,03	22,73	28,06	27,35	26,49
	Etat de référence 2030	20,14	20,57	21,76	21,63	22,30
	Etat projeté 2030	20,58	21,31	25,16	23,65	23,27
PM10 - 24 h µg/m ³ BF = 22,3 µg/m ³	Etat initial 2019	22,49	22,59	22,79	22,80	22,72
	Etat de référence 2030	22,39	22,52	22,44	22,59	22,44
	Etat projeté 2030	22,41	22,68	23,18	22,88	22,76
PM2,5 24h µg/m ³ BF = 14 µg/m ³	Etat initial 2019	14,59	14,48	15,31	15,12	15,01
	Etat de référence 2030	14,18	14,27	14,44	14,44	14,46
	Etat projeté 2030	14,27	14,45	15,24	14,80	14,68
Dioxyde de soufre -24h µg/m ³	Etat initial 2019	4,27E-02	3,42E-02	8,40E-02	7,43E-02	7,33E-02
	Etat de référence 2030	2,21E-02	3,34E-02	5,09E-02	4,87E-02	7,63E-02
	Etat projeté 2030	3,03E-02	4,70E-02	1,19E-01	8,71E-02	9,91E-02

Tableau 38 : Concentrations maximales d'exposition pour les substances traceurs de risque en exposition aiguë (scénario 3)

5.3.3. EVALUATION DE L'EXPOSITION PAR INGESTION

L'exposition des populations par ingestion (calcul des doses journalières d'exposition) et plus spécifiquement **des enfants de l'école, de la crèche et utilisant les aires de jeux et de loisir en projet** est estimée à partir du protocole HHRAP (2005) en considérant uniquement l'ingestion directe de sol (via les mains et les objets souillés par de la terre et portés à la bouche).

L'ingestion indirecte de polluants via l'alimentation n'est pas prise en compte dans la mesure où les enfants de l'école ne consomment pas de produits cultivés dans l'enceinte des établissements les accueillant ou au niveau des aires en projet.

Les étapes de calcul des concentrations de polluant dans les sols ainsi que des doses ingérées sont présentées ci-après dans ce chapitre.

5.3.3.1. ESTIMATION DE LA CONCENTRATION EN POLLUANTS DANS LES SOLS

La concentration dans le sol en polluants émis par les infrastructures routières est liée au flux de dépôts au sol (Tableau 39) et dépend du temps pendant lequel ce flux de dépôt au sol s'accumule. En répartissant uniformément les dépôts surfaciques sur tout le volume de sol étudié, on peut estimer la concentration cumulée dans le sol (C_{St}) après un temps t donné de rejet, à partir de l'équation ci-dessous :

$$C_{St} = \frac{D \times (1 - e^{-k \cdot t})}{\mu \times Z \times k}$$

Avec :

C_{St} : concentration de polluant dans le sol pour une durée d'exposition t , avec $C_{S0} = 0$ à l'instant $t = 0$ (mg de polluant/kg de sol),

D : flux de dépôts de polluant au sol (mg de polluant/m² de surface au sol/an) donné par la modélisation,

k : constante d'atténuation liée aux phénomènes d'érosion, de ruissellement, de volatilisation, de lixiviation et de dégradation (an⁻¹),

t : durée d'accumulation des dépôts au sol (an),

μ : masse volumique du sol (kg de sol / m³ de sol),

Z : épaisseur de la couche de sol où s'accumule le polluant (m de sol).

Conformément aux recommandations de l'US-EPA [HHRAP, 2005], la valeur de la constante d'atténuation k retenue est égale à 0 pour l'ensemble des polluants considérés.

Pour les polluants considérés pour le risque par ingestion (nickel, cadmium, plomb, chrome et Benzo(a)pyrène), le fait de retenir une constante d'atténuation k égale à 0 nous amène à utiliser la formule de calcul suivante :

$$C_{St} = \frac{D}{\mu \times Z} \times t$$

Les flux de dépôts au sol issus de la modélisation pour les 3 états considérés et pour les points récepteurs retenus dans l'environnement sont présentés dans le Tableau 39.

La densité du sol, μ , retenue dans le cadre de cette étude est de 1,3 g/cm³ (INERIS, 2003).

Nous considérons une profondeur de sol Z de 1 cm pour les scénarios d'ingestion de sol par l'homme (HHRAP, 2005).

Les flux de dépôts au sol sont ramenés dans cette étude à 30 ans d'émissions des infrastructures routières. Ainsi, en retenant une valeur t égale à 30 ans, la concentration C_{S30} calculée correspond à la concentration en polluants dans le sol, liée à l'accumulation des dépôts au sol au bout de 30 ans d'émissions des infrastructures routières.

Dans le cadre de la caractérisation du risque sanitaire, c'est cette valeur de contamination maximale, atteinte au bout de 30 ans d'accumulation des émissions, C_{S30} , qui est retenue.

Traceurs de risque	Etat	Flux de dépôts au sol			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Benzo(a)pyrène ng/m²/s	Etat initial 2019	1,10E-09	1,00E-09	1,10E-09	5,00E-09
	Etat de référence 2030	1,15E-09	1,10E-09	1,20E-09	7,00E-09
	Etat projeté 2030	1,20E-09	1,10E-09	1,30E-09	2,38E-07
Cadmium ng/m²/s	Etat initial 2019	1,50E-10	1,00E-10	1,00E-09	1,00E-09
	Etat de référence 2030	4,50E-09	5,00E-09	5,00E-09	1,50E-09
	Etat projeté 2030	7,00E-09	6,54E-09	8,00E-09	1,05E-09
Chrome ng/m²/s	Etat initial 2019	1,08E-06	4,72E-07	8,30E-08	8,83E-08
	Etat de référence 2030	5,69E-07	1,02E-06	1,93E-06	2,00E-09
	Etat projeté 2030	5,89E-07	1,00E-06	4,11E-06	1,04E-06
Nickel ng/m²/s	Etat initial 2019	2,00E-10	3,50E-10	1,18E-06	5,00E-09
	Etat de référence 2030	3,50E-10	5,54E-10	1,13E-06	6,00E-09
	Etat projeté 2030	5,00E-10	6,89E-10	1,00E-06	3,48E-07
Plomb ng/m²/s	Etat initial 2019	1,73E-06	1,65E-06	1,96E-06	9,69E-07
	Etat de référence 2030	1,07E-06	1,05E-06	1,29E-06	1,00E-06
	Etat projeté 2030	1,15E-06	6,19E-07	9,38E-06	4,22E-06

Tableau 39 : Flux de dépôt moyen au sol pour les substances traceurs de risque

5.3.3.2. ESTIMATION DES DOSES INGÉRÉES

L'exposition en polluant par ingestion est exprimée par la Dose Journalière d'Exposition (DJE), qui s'exprime en mg de substance par kg de masse corporelle et par jour (mg/kg pc/j), selon la formule :

$$DJE = \frac{\sum_i C_i \times Q_i \times F}{P}$$

Avec :

C_i : concentration en polluant dans le milieu d'exposition (ici le sol), calculé selon l'équation présentée dans le chapitre précédent,

Q_i : quantité de milieu i administrée par la voie orale (100 mg/j),

F : fréquence d'exposition (nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours), cf Tableau 34,

P : poids corporel de la cible (20.2 kg pour des enfants de 3 à 7 ans ; 11,4 kg (valeur moyenne pour des enfants de 0 à 3 ans)).

Les quantités de sol et de poussières ingérées proviennent de l'US-EPA (2011)²⁴. Les données concernant le poids corporel sont issues de l'enquête décennale santé 2002-2003 de l'INSEE, source de données françaises la plus récente. Ces résultats sont disponibles dans l'article de Tanguy (2007)²⁵. Les poids des différents scénarios sont les moyennes des poids corporels français médians déclarés pour les différentes classes d'âges.

Les doses ingérées ainsi estimées pour les enfants, sont présentées dans le Tableau 40.

Traceurs de risque	Etat	DJE (mg/kg pc/j)			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Benzo(a)pyrène	Etat initial 2019	4,42E-12	1,77E-13	3,96E-13	1,80E-12
	Etat de référence 2030	4,63E-13	1,94E-13	4,32E-13	2,52E-12
	Etat projeté 2030	4,83E-13	1,94E-13	4,68E-13	8,57E-11
Cadmium	Etat initial 2019	6,03E-14	1,77E-14	3,60E-13	3,60E-13
	Etat de référence 2030	1,81E-12	8,83E-13	1,80E-12	5,40E-13
	Etat projeté 2030	2,82E-12	1,15E-12	2,88E-12	3,78E-13
Chrome	Etat initial 2019	4,34E-10	8,33E-11	2,99E-11	3,18E-11
	Etat de référence 2030	2,29E-10	1,80E-10	6,95E-10	7,21E-13
	Etat projeté 2030	2,37E-10	1,77E-10	1,48E-09	3,75E-10
Nickel	Etat initial 2019	8,04E-14	6,18E-14	4,25E-10	1,80E-12
	Etat de référence 2030	1,41E-13	9,78E-14	4,07E-10	2,16E-12
	Etat projeté 2030	2,01E-13	1,22E-13	3,60E-10	1,25E-10
Plumb	Etat initial 2019	6,96E-10	2,91E-10	7,06E-10	3,49E-10
	Etat de référence 2030	4,30E-10	1,85E-10	4,65E-10	3,60E-10
	Etat projeté 2030	4,63E-10	1,09E-10	3,38E-09	1,52E-09

Tableau 40 : Doses journalières d'exposition des enfants pour les traceurs de risque considérés par ingestion en exposition chronique

²⁴ Exposure Factors Handbook - US-EPA. Washington, DC: Environmental Protection Agency, Office of Research and Development; EPA/600/P-95/002Fa,b,c - 2011.

²⁵ Tanguy J.- Description du poids corporel en fonction du sexe et de l'âge dans la population française, Environnement, Risques & santé, 6 (3), 179-187 - 2007.

5.4. CARACTÉRISATION DU RISQUE SANITAIRE POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE

5.4.1. CARACTÉRISATION DU RISQUE PAR INHALATION

Pour les polluants à effets à seuil faisant suite à une exposition par inhalation, la possibilité d'effets toxiques pour les populations exposées est matérialisée par le calcul du Quotient de Danger (QD), selon la formule suivante :

$$QD = CI / VTR$$

Avec :

CI : concentration moyenne d'exposition inhalée, exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air inhalé,

VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets à seuil choisi dans cette évaluation, exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air inhalé, pour une exposition chronique par inhalation.

En termes d'interprétation, lorsque le quotient de danger est inférieur à 1, la survenue d'effet à seuil paraît peu probable, même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue. A titre d'illustration, un QD égal à 2 signifie que la dose d'exposition est deux fois plus élevée que la VTR et non pas qu'il y a deux fois plus de risque de voir l'effet se manifester.

Pour les polluants à effets sans seuil (cancérogènes génotoxiques), on calcule un Excès de Risque Individuel (ERI), correspondant à la probabilité supplémentaire, par rapport au risque de base, de survenue d'un cancer au cours d'une vie entière pour les concentrations réelles d'exposition. L'Excès de Risque Individuel est calculé par la formule suivante :

$$ERI = ERU \times CI \times T/T_m$$

Avec :

ERU : Excès de Risque Unitaire par inhalation pour une vie entière (conventionnellement 70 ans). C'est la probabilité de survenue d'un cancer, au cours de l'exposition d'un individu durant sa vie entière à la concentration de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$,

T : durée d'exposition en années définie dans le Tableau 33,

T_m : durée de vie, fixée conventionnellement à 70 ans,

CI : concentration d'exposition (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

En terme d'interprétation, de façon à apprécier le risque cancérogène, caractérisé par l'Excès de Risque Individuel, l'US-EPA prend en considération un risque repère de 10^{-6} pour un risque collectif touchant l'ensemble d'une population, et une valeur maximale de 10^{-4} pour juger du risque auquel un individu peut être exposé. L'ATSDR utilise souvent un intervalle de 10^{-4} à 10^{-6} pour l'excès de risque de cancer vie entière pour déterminer s'il y a une préoccupation particulière pour le risque cancérogène.

Pour sa part, la circulaire DGS et DGPR du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation mentionne la valeur de 10^{-5} comme critère d'acceptabilité de l'évaluation de risque sanitaire.

Dans le cadre de cette étude, nous retenons donc la valeur de 10^{-5} comme critère d'acceptabilité de l'Excès de Risque Individuel (ERI).

Que représente l'Excès de Risque Unitaire (ERUi) ?

L'ERUi correspond à la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet sans seuil (cancer génotoxique) pour l'individu exposé durant sa vie entière, en plus de la probabilité de le développer uniquement à cause de la pollution de fond. C'est en ce sens que l'on parle d'excès de risque.

Comment interpréter l'Excès de Risque Individuel (ERI) ?

L'ERI est la probabilité que l'individu exposé développe au cours de sa vie l'effet associé à une exposition limitée dans le temps à un agent dangereux, compte tenu de sa dose journalière d'exposition et de l'excès de risque unitaire (ERUi) de la substance étudiée.

Par exemple, un ERI de 0.0001 signifie qu'un individu exposé toute sa vie à une substance cancérogène a 1 chance sur 10 000 de contracter un cancer lié à cette substance. Autrement dit, sur une population de 10 000 habitants, cette substance va être à l'origine d'un cas de cancer supplémentaire.

5.4.1.1. POLLUANTS À EFFETS À SEUIL

● Dioxyde d'azote et particules

Pour le dioxyde d'azote et les particules qui ne disposent pas de VTR, mais d'une Valeur Guide (VG) pour la protection de la santé, les teneurs moyennes annuelles inhalées sont comparées aux valeurs guide pour la protection de la santé proposée par l'OMS pour les 3 états étudiés (Tableau 41 et Tableau 42).

Pour le dioxyde d'azote, les teneurs inhalées sont inférieures à la valeur guide pour la protection de la santé quel que soit le scénario d'exposition ou l'état considéré.

Pour les particules PM10 et PM2,5, les teneurs inhalées dépassent les valeurs guide pour la protection de la santé humaine au niveau du tennis et des riverains, quel que soit l'état considéré. Toutefois, il est important de noter que les dépassements de ces valeur guide ne sont pas imputables à la réalisation du projet. En effet, la teneur de fond des PM10 ($22,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenne des mesures AIRAQ des stations urbaines de fond Bordeaux Grand Parc, Talence et Bassens) et des PM2,5 ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne des mesures AIRAQ des stations urbaines de fond Talence et Bassens) dépassent à elles seules les valeurs guide de l'OMS. Le projet est à l'origine d'un apport supplémentaire de $0,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au maximum pour les PM10 et de $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au maximum pour les PM2,5.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Traceurs de risque	Etat	Concentration d'exposition				Valeur guide µg/m³
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux	
Dioxyde d'azote µg/m³ BF = 19 µg/m³	Etat initial 2019	5,02	2,37	6,35	6,45	40
	Etat de référence 2030	5,00	2,31	6,31	6,35	
	Etat projeté 2030	5,02	2,31	7,07	6,47	
PM10 µg/m³ BF = 22,3 µg/m³	Etat initial 2019	5,80	2,68	7,36	7,38	20
	Etat de référence 2030	5,80	2,68	7,36	7,37	
	Etat projeté 2030	5,81	2,68	7,63	7,40	
PM2,5 µg/m³ BF = 14 µg/m³	Etat initial 2019	3,65	1,69	4,62	4,65	10
	Etat de référence 2030	3,65	1,69	4,62	4,64	
	Etat projeté 2030	3,66	1,69	4,81	4,66	

Tableau 41 : Concentrations inhalées pour le dioxyde d'azote et les particules (scénarios 1, 2 et 4)

Traceurs de risque	Etat	Concentration d'exposition					Valeur guide µg/m³
		Tennis	Résidence Monte Cristo	Habitation rue M. Sembat	Résidence Omnium	Habitation chemin de Vimene	
Dioxyde d'azote µg/m³ BF = 19 µg/m³	Etat initial 2019	19,87	19,61	20,75	20,70	21,15	40
	Etat de référence 2030	19,31	19,27	19,53	19,65	19,86	
	Etat projeté 2030	19,34	19,49	20,19	20,10	20,26	
PM10 µg/m³ BF = 22,3 µg/m³	Etat initial 2019	22,38	22,40	22,43	22,46	22,39	20
	Etat de référence 2030	22,34	22,37	22,34	22,40	22,32	
	Etat projeté 2030	22,35	22,44	22,61	22,50	22,47	
PM2,5 µg/m³ BF = 14 µg/m³	Etat initial 2019	14,13	14,10	14,27	14,27	14,30	10
	Etat de référence 2030	14,06	14,06	14,10	14,13	14,14	
	Etat projeté 2030	14,07	14,11	14,27	14,22	14,22	

Tableau 42 : Concentrations inhalées pour le dioxyde d'azote et les particules (scénario 3)

Sur la base des données retenues (notamment le bruit de fond), un risque sanitaire à seuil associé au PM10 ou au PM2,5 ne peut être exclu pour les populations riveraines.

Toutefois, le projet de création du pont Jean-Jacques Bosc n'est pas à l'origine de ce risque sanitaire potentiel.

Détermination des quotients de danger

Pour les substances disposant d'une VTR pour les effets à seuil par inhalation, le quotient de danger est calculé pour les 3 horizons étudiés à partir des concentrations d'exposition des populations (Tableau 35 et Tableau 36) et des VTR retenues (Tableau 29).

Au regard des résultats obtenus (Tableau 43 et Tableau 44), aucun indice de risque ne dépasse la valeur de 1. Le quotient de danger maximum est de 0,45 (acroléine) pour les riverains de la rue M. Sembat.

Traceurs de risque	Etat	Quotient de danger			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Acétaldéhyde	Etat initial 2019	5,03E-06	6,32E-06	5,23E-06	1,19E-05
	Etat de référence 2030	6,27E-06	3,67E-06	3,87E-06	7,82E-06
	Etat projeté 2030	7,66E-06	3,73E-06	9,19E-05	1,14E-05
Acroléine	Etat initial 2019	1,75E-02	2,16E-02	1,75E-02	4,08E-02
	Etat de référence 2030	2,34E-02	1,37E-02	1,45E-02	2,89E-02
	Etat projeté 2030	3,26E-02	1,22E-02	3,21E-01	8,00E-02
Butadiène	Etat initial 2019	1,33E-04	1,79E-04	1,29E-04	3,37E-04
	Etat de référence 2030	9,59E-05	5,57E-05	5,73E-05	1,27E-04
	Etat projeté 2030	1,20E-04	5,80E-05	1,56E-03	1,74E-04
Benzène BF = 1,03 µg/m³	Etat initial 2019	2,68E-02	1,25E-02	3,41E-02	3,42E-02
	Etat de référence 2030	2,68E-02	1,24E-02	3,40E-02	3,41E-02
	Etat projeté 2030	2,69E-02	1,24E-02	3,48E-02	3,42E-02
Cadmium	Etat initial 2019	2,11E-06	8,54E-07	9,34E-07	1,76E-06
	Etat de référence 2030	1,39E-06	6,36E-07	1,02E-06	1,69E-06
	Etat projeté 2030	1,62E-06	5,96E-07	1,99E-05	4,53E-06
Chrome	Etat initial 2019	8,70E-03	7,30E-05	1,01E-04	1,54E-04
	Etat de référence 2030	2,39E-03	5,56E-05	9,07E-05	1,52E-04
	Etat projeté 2030	4,74E-03	5,42E-05	1,84E-03	4,19E-04
Formaldéhyde	Etat initial 2019	1,50E-04	1,90E-04	1,56E-04	3,58E-04
	Etat de référence 2030	1,82E-04	1,07E-04	1,12E-04	2,27E-04
	Etat projeté 2030	2,23E-04	1,08E-04	2,68E-03	3,33E-04
Nickel	Etat initial 2019	2,39E-04	9,40E-05	1,09E-04	1,98E-04
	Etat de référence 2030	1,58E-04	7,10E-05	1,12E-04	1,93E-04
	Etat projeté 2030	1,87E-04	6,87E-05	2,32E-03	5,29E-04
Plomb	Etat initial 2019	8,81E-05	3,42E-05	7,49E-05	7,24E-05
	Etat de référence 2030	5,97E-05	2,62E-05	3,58E-05	7,17E-05
	Etat projeté 2030	6,91E-05	2,60E-05	8,70E-04	2,57E-04
Particules diésel	Etat initial 2019	1,86E-03	4,07E-04	5,03E-04	1,38E-03
	Etat de référence 2030	2,43E-04	7,61E-05	4,00E-04	2,75E-04
	Etat projeté 2030	2,82E-04	7,23E-05	5,47E-03	1,15E-03

Tableau 43 : Quotient de danger – Exposition chronique pour les effets à seuil par inhalation – scénarios 1, 2 et 4

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Traceurs de risque	Etat	Quotient de danger				
		Tennis	Résidence Monte Cristo	Habitation rue M. Sembat	Résidence Omnium	Habitation chemin de Vimeney
Acétaldéhyde	Etat initial 2019	5,82E-05	4,25E-05	1,02E-04	1,19E-04	1,09E-04
	Etat de référence 2030	3,13E-05	2,80E-05	4,65E-05	6,86E-05	6,81E-05
	Etat projeté 2030	3,53E-05	6,75E-05	5,35E-05	1,16E-04	7,97E-05
Acroléine	Etat initial 2019	2,01E-01	1,44E-01	3,44E-01	4,04E-01	3,76E-01
	Etat de référence 2030	1,17E-01	1,03E-01	1,76E-01	2,55E-01	2,51E-01
	Etat projeté 2030	1,32E-01	1,95E-01	4,45E-01	4,40E-01	3,65E-01
Butadiène	Etat initial 2019	1,58E-03	1,25E-03	2,93E-03	3,47E-03	3,00E-03
	Etat de référence 2030	4,69E-04	4,68E-04	6,17E-04	1,07E-03	1,17E-03
	Etat projeté 2030	5,39E-04	1,12E-03	6,43E-04	1,84E-03	1,37E-03
Benzène BF = 1,03 µg/m³	Etat initial 2019	1,04E-01	1,04E-01	1,04E-01	1,05E-01	1,04E-01
	Etat de référence 2030	1,03E-01	1,03E-01	1,03E-01	1,04E-01	1,03E-01
	Etat projeté 2030	1,03E-01	1,03E-01	1,04E-01	1,04E-01	1,04E-01
Cadmium	Etat initial 2019	8,31E-06	7,52E-06	3,24E-05	1,51E-05	1,96E-05
	Etat de référence 2030	6,04E-06	4,83E-06	1,49E-05	1,34E-05	2,54E-05
	Etat projeté 2030	6,76E-06	1,12E-05	2,73E-05	2,27E-05	2,91E-05
Chrome	Etat initial 2019	7,36E-04	6,50E-04	2,78E-03	1,32E-03	9,86E-04
	Etat de référence 2030	5,45E-04	4,12E-04	1,30E-03	1,21E-03	1,25E-03
	Etat projeté 2030	6,21E-04	1,00E-03	2,53E-03	2,10E-03	1,44E-03
Formaldéhyde	Etat initial 2019	1,74E-03	1,28E-03	3,00E-03	3,57E-03	3,23E-03
	Etat de référence 2030	9,08E-04	8,14E-04	1,35E-03	2,00E-03	1,97E-03
	Etat projeté 2030	1,03E-03	1,97E-03	1,55E-03	3,38E-03	2,30E-03
Nickel	Etat initial 2019	9,43E-04	8,35E-04	3,58E-03	1,70E-03	1,47E-03
	Etat de référence 2030	6,93E-04	5,30E-04	1,67E-03	1,54E-03	1,86E-03
	Etat projeté 2030	7,86E-04	1,28E-03	3,19E-03	2,65E-03	2,17E-03
Plomb	Etat initial 2019	3,45E-04	3,05E-04	1,30E-03	6,00E-04	3,59E-04
	Etat de référence 2030	2,57E-04	1,98E-04	6,22E-04	5,54E-04	5,26E-04
	Etat projeté 2030	2,95E-04	4,71E-04	1,18E-03	1,10E-03	5,58E-04
Particules diésel	Etat initial 2019	6,07E-03	9,73E-03	3,47E-02	8,13E-03	4,19E-03
	Etat de référence 2030	8,91E-04	1,13E-03	2,45E-03	1,93E-03	3,56E-03
	Etat projeté 2030	1,05E-03	2,88E-03	5,86E-03	5,01E-03	4,52E-03

Tableau 44 : Quotient de danger – Exposition chronique pour les effets à seuil par inhalation – scénario 3

Aucun risque à seuil par inhalation pour une exposition chronique n'est susceptible de se produire pour les populations situées dans la bande d'étude.

La création du pont Jean-Jacques Bosc et de ses raccordements n'induit pas de risques supplémentaires pour les effets à seuil.

5.4.1.2. POLLUANTS A EFFETS SANS SEUIL (RISQUES CANCÉRIGÈNES)

Les résultats de l'évaluation des effets sans seuil (cancérogènes) pour une exposition chronique par inhalation (ERI) sont calculés pour les 3 horizons étudiés à partir des concentrations d'exposition des populations (Tableau 35 et Tableau 36) et des ERU retenus (Tableau 28).

Traceurs de risque	Etat	ERI			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Acétaldéhyde	Etat initial 2019	6,64E-11	2,22E-10	6,90E-10	1,57E-09
	Etat de référence 2030	8,28E-11	1,29E-10	5,11E-10	1,03E-09
	Etat projeté 2030	1,01E-10	1,31E-10	1,21E-08	1,50E-09
Benzo(a)pyrène BF = 0,22 ng/m³	Etat initial 2019	2,71E-09	3,40E-09	3,44E-08	3,49E-08
	Etat de référence 2030	2,74E-09	3,40E-09	3,44E-08	3,49E-08
	Etat projeté 2030	2,75E-09	3,40E-09	4,27E-08	3,50E-08
Butadiène	Etat initial 2019	1,94E-09	6,97E-09	1,88E-08	4,91E-08
	Etat de référence 2030	1,40E-09	2,17E-09	8,35E-09	1,86E-08
	Etat projeté 2030	1,75E-09	2,25E-09	2,27E-07	2,54E-08
Benzène BF = 1,03 µg/m³	Etat initial 2019	2,99E-07	3,70E-07	3,79E-06	3,81E-06
	Etat de référence 2030	2,99E-07	3,68E-07	3,79E-06	3,80E-06
	Etat projeté 2030	2,99E-07	3,68E-07	3,88E-06	3,81E-06
Chrome	Etat initial 2019	3,21E-08	3,34E-08	1,73E-07	2,64E-07
	Etat de référence 2030	2,12E-08	2,54E-08	1,55E-07	2,61E-07
	Etat projeté 2030	2,53E-08	2,48E-08	3,15E-06	7,18E-07
Formaldéhyde	Etat initial 2019	3,06E-10	1,04E-09	3,19E-09	7,31E-09
	Etat de référence 2030	3,73E-10	5,81E-10	2,30E-09	4,65E-09
	Etat projeté 2030	4,55E-10	5,90E-10	5,47E-08	6,81E-09
Nickel	Etat initial 2019	5,45E-11	5,71E-11	2,48E-10	4,51E-10
	Etat de référence 2030	3,59E-11	4,31E-11	2,56E-10	4,40E-10
	Etat projeté 2030	4,26E-11	4,18E-11	5,29E-09	1,21E-09
Particules diésel	Etat initial 2019	1,19E-07	6,97E-08	3,23E-07	8,85E-07
	Etat de référence 2030	1,56E-08	1,30E-08	2,57E-07	1,77E-07
	Etat projeté 2030	1,81E-08	1,24E-08	3,52E-06	7,37E-07

Tableau 45 : Excès de risque individuel – Exposition chronique pour les effets sans seuil par inhalation – scénarios 1, 2 et 4

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Traceurs de risque	Etat	ERI				
		Tennis	Résidence Monte Cristo	Habitation rue M. Sembat	Résidence Omnium	Habitation chemin de Vimeney
Acétaldéhyde	Etat initial 2019	7,68E-09	5,61E-09	1,34E-08	1,57E-08	1,44E-08
	Etat de référence 2030	4,13E-09	3,69E-09	6,14E-09	9,06E-09	9,00E-09
	Etat projeté 2030	4,66E-09	8,91E-09	7,07E-09	1,53E-08	1,05E-08
Benzo(a)pyrène BF = 0,22 ng/m ³	Etat initial 2019	1,07E-07	1,06E-07	1,10E-07	1,10E-07	1,12E-07
	Etat de référence 2030	1,06E-07	1,06E-07	1,09E-07	1,10E-07	1,12E-07
	Etat projeté 2030	1,07E-07	1,10E-07	1,09E-07	1,13E-07	1,13E-07
Butadiène	Etat initial 2019	2,31E-07	1,82E-07	4,27E-07	5,06E-07	4,37E-07
	Etat de référence 2030	6,83E-08	6,82E-08	8,99E-08	1,55E-07	1,70E-07
	Etat projeté 2030	7,85E-08	1,63E-07	9,36E-08	2,69E-07	1,99E-07
Benzène BF = 1,03 µg/m ³	Etat initial 2019	1,16E-05	1,16E-05	1,16E-05	1,17E-05	1,16E-05
	Etat de référence 2030	1,15E-05	1,15E-05	1,15E-05	1,15E-05	1,15E-05
	Etat projeté 2030	1,15E-05	1,15E-05	1,16E-05	1,16E-05	1,15E-05
Chrome	Etat initial 2019	1,26E-06	1,11E-06	4,77E-06	2,27E-06	1,69E-06
	Etat de référence 2030	9,34E-07	7,07E-07	2,22E-06	2,08E-06	2,15E-06
	Etat projeté 2030	1,06E-06	1,72E-06	4,33E-06	3,60E-06	2,48E-06
Formaldéhyde	Etat initial 2019	3,57E-08	2,61E-08	6,12E-08	7,30E-08	6,60E-08
	Etat de référence 2030	1,86E-08	1,66E-08	2,76E-08	4,09E-08	4,03E-08
	Etat projeté 2030	2,10E-08	4,02E-08	3,16E-08	6,91E-08	4,70E-08
Nickel	Etat initial 2019	2,15E-09	1,90E-09	8,17E-09	3,87E-09	3,36E-09
	Etat de référence 2030	1,58E-09	1,21E-09	3,80E-09	3,52E-09	4,25E-09
	Etat projeté 2030	1,79E-09	2,91E-09	7,28E-09	6,05E-09	4,94E-09
Particules diésel	Etat initial 2019	3,90E-06	6,26E-06	2,23E-05	5,23E-06	2,69E-06
	Etat de référence 2030	5,73E-07	7,24E-07	1,57E-06	1,24E-06	2,29E-06
	Etat projeté 2030	6,74E-07	1,85E-06	3,77E-06	3,22E-06	2,91E-06

Tableau 46 : Excès de risque individuel – Exposition chronique pour les effets sans seuil par inhalation – scénario 3

Au regard des résultats obtenus (Tableau 45 et Tableau 46), tous les excès de risque individuel sont inférieurs à la valeur repère de 10^{-5} , seuil considéré comme acceptable, excepté pour le benzène, quel que soit l'état considéré, au niveau des 5 scénarios pour les riverains.

Il est important de noter que, pour le benzène les dépassements de cette valeur ne sont pas imputables à la réalisation du projet. En effet, la teneur de fond pour ce polluant ($1,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ issue des mesures AIRAQ de la station urbaines de fond de Bassens) conduit à elle seule à un dépassement de la valeur de 10^{-5} : $1,15 \cdot 10^{-5}$. Les ERI sont essentiellement liés à la valeur du bruit de fond. Au niveau des riverains, le projet est à l'origine d'un apport supplémentaire maximum en benzène dans l'air de $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondant à un ERI de $1,11 \cdot 10^{-7}$. Nous soulignons également pour ce polluant que suite à la nouvelle note d'information de la DGS du 31 octobre 2014 concernant la sélection des VTR, le choix concernant cette valeur se porte dorénavant sur une valeur nettement plus basse que celle qui pouvait être retenue dans les études précédentes (valeur précédemment retenue celle de l'OMS de 2000 : $6 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ / versus celle de l'ANSES de 2012 = $2,6 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ retenue dans cette étude). A titre indicatif si le calcul avait été effectué pour la concentration d'exposition la plus élevée (à savoir $1,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et l'ERU de l'OMS, l'ERI calculé aurait été de $2,67 \cdot 10^{-6}$.

Sur la base des données retenues (notamment le bruit de fond), le risque cancérigène pour le benzène ne peut être exclu au niveau des populations.

Toutefois, le projet de création du pont Jean-Jacques Bosc n'est pas à l'origine d'une augmentation du risque sanitaire cancérigène.

5.4.1.3. POLLUANT CANCÉRIGÈNE À EFFETS À SEUIL

Pour le cadmium, dont les effets cancérigènes sont à seuil, nous calculons un quotient de danger permettant de rendre compte du risque cancérigène. Les calculs sont réalisés pour les 3 horizons étudiés à partir des concentrations d'exposition des populations (Tableau 35 et Tableau 36) et de la VTR retenue (Tableau 29).

Considérant uniquement les impacts liés au projet, les quotients de danger cancérigène à seuil calculés dans le Tableau 47 et le Tableau 48 sont tous inférieurs à 1 quel que soit le scénario et l'horizon d'étude.

Traceurs de risque	Etat	Quotient de Danger			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Cadmium	Etat initial 2019	3,17E-06	1,28E-06	1,40E-06	2,65E-06
	Etat de référence 2030	2,08E-06	9,53E-07	1,52E-06	2,54E-06
	Etat projeté 2030	2,44E-06	8,94E-07	2,99E-05	6,79E-06

Tableau 47 : Quotient de danger – exposition chronique pour les effets cancérigènes à seuil par inhalation (cadmium) – scénarios 1, 2 et 4

Traceurs de risque	Etat	Quotient de Danger			
		Tennis	Résidence Monte Cristo	Habitation rue M. Sembat	Résidence Omnium
Cadmium	Etat initial 2019	1,25E-05	1,13E-05	4,87E-05	2,26E-05
	Etat de référence 2030	9,07E-06	7,25E-06	2,23E-05	2,01E-05
	Etat projeté 2030	1,01E-05	1,68E-05	4,10E-05	3,41E-05

Tableau 48 : Quotient de danger – exposition chronique pour les effets cancérigènes à seuil par inhalation (cadmium) – scénario 3

5.4.2. CARACTÉRISATION DU RISQUE PAR INGESTION

Pour la voie d'exposition par ingestion **des polluants à effets à seuil**, le quotient de danger se calcule par la formule suivante :

$$QD_o = \frac{DJE}{DJA}$$

Avec :

DJE : dose journalière d'exposition exprimée en mg/kg pc/j,

DJA : dose journalière admissible (VTR relative à une exposition par ingestion) exprimée en mg/kg pc/j.

La valeur repère pour le quotient de danger est de 1. L'interprétation reste identique à celle présentée pour le risque par inhalation.

Le risque cancérogène pour une exposition par ingestion est estimé en calculant l'Excès de Risque Individuel (ERI), tel que :

$$ERI_o = ERU_o \times DJE \times T/Tm$$

Avec :

ERI_o : Excès de Risque Individuel pour la voie d'exposition par voie orale,
 ERU_o : Excès de Risque Unitaire pour la voie d'exposition par voie orale,
 DJE : Dose Journalière d'Exposition (calculée dans le Tableau 40),
 T : durée d'exposition en années (définie dans le Tableau 34),
 Tm : durée de vie fixée à 70 ans.

Le critère d'acceptabilité de l'Excès de Risque Individuel (ERI) est de 10⁻⁵ tel que présenté dans le chapitre 5.4.1.

5.4.2.1. POLLUANTS À EFFET À SEUIL

Le quotient de danger concernant les effets à seuil par ingestion est calculé pour les 3 horizons étudiés à partir des doses journalières d'exposition des populations (Tableau 40) et des VTR retenues (Tableau 32).

Traceurs de risque	Etat	Quotient de Danger			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Cadmium	Etat initial 2019	1,68E-10	4,92E-11	1,00E-09	1,00E-09
	Etat de référence 2030	5,03E-09	2,45E-09	5,00E-09	1,50E-09
	Etat projeté 2030	7,83E-09	3,19E-09	8,00E-09	1,05E-09
Chrome	Etat initial 2019	2,89E-10	5,55E-11	1,99E-11	2,12E-11
	Etat de référence 2030	1,53E-10	1,20E-10	4,63E-10	4,81E-13
	Etat projeté 2030	1,58E-10	1,18E-10	9,87E-10	2,50E-10
Nickel	Etat initial 2019	7,18E-12	5,52E-12	3,79E-08	1,61E-10
	Etat de référence 2030	1,26E-11	8,73E-12	3,63E-08	1,93E-10
	Etat projeté 2030	1,79E-11	1,09E-11	3,21E-08	1,12E-08
Plomb	Etat initial 2019	1,99E-07	8,31E-08	2,02E-07	9,97E-08
	Etat de référence 2030	1,23E-07	5,29E-08	1,33E-07	1,03E-07
	Etat projeté 2030	1,32E-07	3,11E-08	9,66E-07	4,34E-07

Tableau 49 : Quotient de danger – exposition chronique pour les effets à seuil par ingestion

Au regard des résultats obtenus (Tableau 49), aucun indice de risque ne dépasse la valeur de 1. Le quotient de danger maximum est de 9,66.10⁻⁷ (plomb) au niveau de l'aire de loisir.

Aucun risque à seuil par ingestion pour une exposition chronique n'est susceptible de se produire pour les populations situées dans la bande d'étude.
La création du pont Jean-Jacques Bosc et de ses raccordements n'induit pas de risques supplémentaires pour les effets à seuil par ingestion.

5.4.2.2. POLLUANTS À EFFET SANS SEUIL (CANCÉRIGÈNE)

L'excès de risque individuel concernant les effets sans seuil par ingestion est calculé pour les 3 horizons étudiés à partir des doses journalières d'exposition des populations (Tableau 40) et des VTR retenues (Tableau 32).

Traceurs de risque	Etat	ERI			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Benzo(a)pyrène	Etat initial 2019	3,79E-14	4,05E-15	9,05E-15	4,11E-14
	Etat de référence 2030	3,97E-15	4,43E-15	9,87E-15	5,76E-14
	Etat projeté 2030	4,14E-15	4,43E-15	1,07E-14	1,96E-12

Tableau 50 : Excès de risque individuel
 Exposition chronique pour les effets sans seuil par ingestion

Au regard des résultats obtenus (Tableau 50), tous les excès de risque individuel sont nettement inférieurs à la valeur repère de 10⁻⁵.

Aucun risque sans seuil par ingestion pour une exposition chronique n'est susceptible de se produire pour les populations situées dans la bande d'étude.

La création du pont Jean-Jacques Bosc et de ses raccordements n'induit pas de risques supplémentaires pour les effets à seuil par ingestion.

5.5. CARACTÉRISATION DU RISQUE SANITAIRE POUR UNE EXPOSITION AIGUE

5.5.1. MÉTHODOLOGIE

Pour les polluants faisant suite à une exposition aiguë par inhalation, la possibilité d'effets toxiques pour les populations exposées est matérialisée par le calcul du Quotient de Danger (QD), selon la formule suivante :

$$QD = CI / VTR$$

Avec :

CI : concentration maximale inhalée, exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air inhalé,

VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets à seuil choisi dans cette évaluation, exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air inhalé, pour une exposition aiguë par inhalation.

En terme d'interprétation, lorsque le quotient de danger est inférieur à 1, la survenue d'effet à seuil paraît peu probable, même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue.

5.5.2. CARACTÉRISATION DU RISQUE SANITAIRE AIGU

Le risque sanitaire en exposition aiguë est calculé pour les 3 horizons étudiés à partir des concentrations d'exposition des populations (Tableau 37 et Tableau 38) et des VTR retenues (Tableau 30).

Traceurs de risque	Etat	Quotient de Danger			
		Crèche multi accueil Carle Vernet	Ecole maternelle Marcel Sembat	Aire de loisirs	Aire de jeux
Acroléine -24h	Etat initial 2019	1,27E-03	1,79E-03	6,09E-04	1,91E-03
	Etat de référence 2030	1,02E-03	1,08E-03	1,93E-03	1,31E-03
	Etat projeté 2030	1,61E-03	8,70E-04	9,17E-03	5,08E-03
Benzène -24h BF = 1,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	3,49E-02	3,54E-02	3,43E-02	3,54E-02
	Etat de référence 2030	3,46E-02	3,46E-02	3,43E-02	3,47E-02
	Etat projeté 2030	3,48E-02	3,46E-02	3,71E-02	3,58E-02
Dioxyde d'azote - 1h BF = 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	1,07E-01	1,08E-01	9,50E-02	1,11E-01
	Etat de référence 2030	1,00E-01	9,94E-02	9,51E-02	1,02E-01
	Etat projeté 2030	1,03E-01	9,95E-02	1,38E-01	1,19E-01
PM10 - 24h BF = 22,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	4,46E-01	4,49E-01	4,46E-01	4,50E-01
	Etat de référence 2030	4,47E-01	4,48E-01	4,46E-01	4,49E-01
	Etat projeté 2030	4,49E-01	4,48E-01	4,82E-01	4,54E-01
PM2,5 - 24 h BF = 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	5,68E-01	5,72E-01	5,60E-01	5,78E-01
	Etat de référence 2030	5,66E-01	5,66E-01	5,60E-01	5,70E-01
	Etat projeté 2030	5,70E-01	5,66E-01	5,60E-01	5,98E-01
Dioxyde de soufre - 24h	Etat initial 2019	1,06E-03	1,13E-03	5,98E-04	1,39E-03
	Etat de référence 2030	9,70E-04	8,26E-04	1,46E-03	1,31E-03
	Etat projeté 2030	1,47E-03	9,12E-04	8,83E-03	4,68E-03

Tableau 51 : Quotient de danger – Exposition aiguë pour les effets à seuil (scénarios 1,2 et 4)

Traceurs de risque	Etat	Quotient de Danger				
		Tennis	Résidence Monte Cristo	Habitation rue M. Sembat	Résidence Omnium	Habitation chemin de Vimeney
Acroléine -24h	Etat initial 2019	2,75E-03	1,83E-03	4,84E-03	5,10E-03	4,03E-03
	Etat de référence 2030	1,09E-03	1,35E-03	2,20E-03	2,67E-03	2,70E-03
	Etat projeté 2030	1,57E-03	2,37E-03	5,88E-03	4,75E-03	3,47E-03
Benzène -24h BF = 1,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	3,56E-02	3,54E-02	3,58E-02	3,75E-02	3,60E-02
	Etat de référence 2030	3,46E-02	3,47E-02	3,47E-02	3,51E-02	3,49E-02
	Etat projeté 2030	3,47E-02	3,50E-02	3,57E-02	3,58E-02	3,51E-02
Dioxyde d'azote - 1h BF = 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	1,20E-01	1,14E-01	1,40E-01	1,37E-01	1,32E-01
	Etat de référence 2030	1,01E-01	1,03E-01	1,09E-01	1,08E-01	1,11E-01
	Etat projeté 2030	1,03E-01	1,07E-01	1,26E-01	1,18E-01	1,16E-01
PM10 – 24h BF = 22,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat initial 2019	4,50E-01	4,52E-01	4,56E-01	4,56E-01	4,54E-01
	Etat de référence 2030	4,48E-01	4,50E-01	4,49E-01	4,52E-01	4,49E-01
	Etat projeté 2030	4,48E-01	4,54E-01	4,64E-01	4,58E-01	4,55E-01
PM2,5 – 24h	Etat initial 2019	5,84E-01	5,79E-01	6,12E-01	6,05E-01	6,00E-01

Traceurs de risque	Etat	Tennis	Quotient de Danger			
			Résidence Monte Cristo	Habitation rue M. Sembat	Résidence Omnium	Habitation chemin de Vimeneuy
$BF = 14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Etat de référence 2030	5,67E-01	5,71E-01	5,78E-01	5,78E-01	5,79E-01
	Etat projeté 2030	5,71E-01	5,78E-01	6,10E-01	5,92E-01	5,87E-01
Dioxyde de soufre -24h	Etat initial 2019	2,14E-03	1,71E-03	4,20E-03	3,72E-03	3,66E-03
	Etat de référence 2030	1,10E-03	1,67E-03	2,55E-03	2,43E-03	3,82E-03
	Etat projeté 2030	1,51E-03	2,35E-03	5,95E-03	4,35E-03	4,95E-03

Tableau 52 : Quotient de danger – Exposition aiguë pour les effets à seuil (scénario 3)

Pour tous les polluants et les différents scénarios étudiés, les quotients de danger calculés dans le Tableau 51 et le Tableau 52 sont tous inférieurs à 1 que ce soit au niveau des riverains ou bien des populations sensibles. La valeur maximale concerne les PM2,5 (QD = 0,61) au niveau des riverains de la rue M. Sembat.

Aucun risque aigu n'est susceptible d'apparaître pour les populations situées dans la bande d'étude quelle que soit la substance considérée et quel que soit le scénario étudié.

5.6. REVUE DES INCERTITUDES

L'évaluation des risques sanitaires constitue un outil d'aide à la décision permettant d'apprécier l'impact sanitaire d'une infrastructure routière sur les populations exposées.

Ces résultats sont entachés d'incertitudes conduisant à une sous-estimation ou à une sur-estimation des risques calculés, liées notamment aux connaissances scientifiques sur les polluants et les VTR, à l'évaluation des teneurs issues de la modélisation et au choix des hypothèses retenues.

L'analyse des incertitudes a pour objet d'apprécier leurs influences sur les résultats de l'évaluation des risques sanitaires.

5.6.1. FACTEURS DE SOUS-ESTIMATION DES RISQUES

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et qui conduisent à sous-estimer les risques sont les suivantes :

- Choix des traceurs de risque

Dans cette étude, l'ERS a porté sur les polluants sélectionnés par l'InVS (2004) et sur les particules PM10 et PM2.5 suivant les recommandations de l'ANSES (2014). Mais d'autres polluants sont émis par

les infrastructures routières (HAP, dioxines et furanes²⁶) et leur non prise en compte constitue une sous-estimation potentielle des risques calculés.

- Voies d'exposition

Dans cette étude, l'exposition par voie cutanée n'a pas été prise en compte, ce qui constitue une sous-estimation potentielle des risques calculés. Néanmoins, peu de VTR existent pour cette voie et l'extrapolation d'une VTR à partir d'une autre voie est entachée d'incertitude. De plus, l'absorption cutanée des gaz est négligeable devant absorption par voies respiratoires.

- Teneurs de fond

Les teneurs de fond retenues sont issues des mesures réalisées par AIRAQ. Néanmoins, ces mesures n'étaient pas disponibles pour l'ensemble des polluants retenus : acétaldéhyde, chrome, acroléine, 1,3 butadiène, formaldéhyde, particules diésel, plomb, nickel, cadmium. La non prise en compte de ces teneurs, a priori très faibles, constituent une sous-estimation du risque global.

5.6.2. FACTEURS DE SUR-ESTIMATION DES RISQUES

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et qui conduisent à surestimer les risques sont les suivantes :

- Choix des VTR

Les VTR retenues dans le cadre de cette étude, en conformité avec les préconisations de l'INVS et de la note de la DGS du 31 octobre 2014, peuvent être considérées comme bénéficiant d'un degré de confiance élevé. Des facteurs de sécurité sont systématiquement appliqués (pour l'extrapolation inter-espèces, pour les populations sensibles, la qualité des données sources, etc.) sur ces VTR établies par les grandes instances internationales de la santé. Leur application conduit donc généralement à une surestimation des risques.

- Spéciation du chrome

En l'absence de données précises sur la part relative des formes organiques et inorganiques, les émissions de chrome ont été totalement affectées au chrome VI, forme la plus préoccupante en termes de risque sanitaire.

- Scénario d'exposition

Dans la présente étude et en l'absence de connaissances précises du budget espace-temps des populations étudiées, nous avons retenu des paramètres d'exposition relativement majorants pour une population de riverains.

²⁶ Selon les recommandations de l'ANSES (saisine 2010-SA-0283).

5.6.3. FACTEURS D'INCERTITUDE DONT L'INFLUENCE SUR LES RÉSULTATS N'EST PAS CONNUE

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et dont le sens d'influence n'est pas connu sont les suivantes :

- **Scénarii prospectifs**

Les scénarii prospectifs sont sujets à de nombreuses incertitudes. Dans un contexte énergétique incertain, les évolutions du trafic routier à l'horizon 2030 demeurent hypothétiques, or les résultats de l'étude sont fortement liés à ces données. Des incertitudes sont également associées à l'estimation de la population dans la bande d'étude. L'influence de ces hypothèses sur les risques sanitaires est difficilement quantifiable.

- **Teneurs en polluant**

Nous avons considéré que les teneurs étaient identiques à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments, ce qui n'est probablement pas le cas. L'influence de ces hypothèses sur les risques sanitaires est difficilement appréciable.

- **Teneurs de fond**

Les teneurs de fond retenues sont issues des mesures réalisées par AIRAQ dans l'agglomération bordelaise. Ces mesures ne sont donc pas strictement représentatives de la zone d'étude.

- **Risque global**

Les substances interagissent les unes par rapports aux autres. Si la connaissance des effets sur la santé liées à l'inhalation de chacune d'entre elles a beaucoup avancé, ce n'est pas encore le cas pour l'ensemble des substances. Les méthodes disponibles pour quantifier les risques sanitaires liés à l'exposition simultanée de plusieurs polluants (additivité des risques) sont encore limitées et il reste difficile de savoir si les effets sanitaires sont antagonistes, synergiques ou additifs.

5.6.4. SYNTHÈSE DES INCERTITUDES

Il ressort de l'examen des incertitudes que les facteurs qui minorent le risque seraient peu nombreux et qu'ils induiraient probablement une sous-estimation non significative des risques sanitaires estimés. Il semble donc raisonnable de conclure que **les hypothèses retenues amènent à une probable surestimation du risque**.

Toutefois, les résultats de cette ERS doivent être appréciés en l'état des connaissances disponibles aussi bien méthodologiques que descriptives. Les données et les méthodes de calculs utilisées ont été présentées et les choix ont été justifiés.

5.7. CONCLUSION

La réalisation du pont Jean-Jacques Bosc et de ses raccordements n'induit pas de risque sanitaire supplémentaire pour les effets chroniques à seuil et sans seuil par inhalation ou par ingestion ni ou pour les effets aigus par inhalation.

Aucun risque à seuil par inhalation pour une exposition chronique n'est susceptible de se produire pour les populations situées dans la bande d'étude. Par ailleurs, pour les particules PM2,5 et PM10, les teneurs inhalées par les riverains peuvent dépasser la valeur guide pour la protection de la santé humaine. Toutefois, il est important de noter que la teneur de fond pour ce polluant dépasse, à elle seule, la valeur guide de l'OMS.

Le risque cancérogène lié à une exposition chronique par inhalation peut être qualifié d'acceptable pour les populations situées dans la bande d'étude, quelle que soit la substance prise individuellement, excepté pour le benzène dont la valeur de bruit de fond retenue dépasse à elle seule la valeur seuil. Ce risque n'est pas imputable au projet.

Par ailleurs, en exposition aigue aucun risque sanitaire n'est susceptible de se produire pour les populations situées dans la bande d'étude quelle que soit la substance considérée et quel que soit le scénario étudié

6. MESURES PRÉVENTIVES PRÉCONISÉES

La réglementation n'impose aucune mesure de réduction des impacts pour la pollution atmosphérique dans le cadre des études « air et santé » des infrastructures routières. D'un point de vue strictement réglementaire, aucune mesure de réduction n'est donc à envisager dans le cadre de la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes.

Néanmoins, du fait de la réalisation de nouveaux axes routiers à proximité des habitations, principalement sur la rive droite de la Garonne, nous préconisons un suivi régulier de la qualité de l'air, en particulier au droit des habitations des rues proches du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes.

7. MONÉTARISATION ET ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET À L'EFFET DE SERRE

7.1. MÉTHODOLOGIE

La monétarisation et l'analyse des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre ont été réalisées conformément à la Note technique du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport et aux fiches outils associées (version du 1^{er} octobre 2014). Ces documents de référence ont été rédigés par la Direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

7.1.1. MONÉTARISATION DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

La fiche outil intitulé *Effets sur la pollution locale de l'air*²⁷ avertit sur les limites de la monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique.

Il est indiqué que « *les connaissances actuelles (données et outils disponibles) ne permettent pas de déterminer les pics de pollution, les variations saisonnières ou journalières de la pollution dues au projet* ».

Les résultats obtenus doivent davantage être lus comme des tendances plus que comme des valeurs formelles.

La fiche outil du 1^{er} octobre 2014 intitulée *Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique* précise les valeurs de la pollution atmosphérique pour le mode routier devant être utilisées dans le calcul des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique. Ces valeurs sont indiquées par type de véhicules et par densité d'urbanisation des territoires (Cf. Tableau 53).

Le calcul des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique s'appuie sur :

- les types de véhicules et les carburants associés ;
- la densité de l'urbanisation ;
- le taux de croissance du PIB par tête.

²⁷ MEDDE - Fiche outil *Effets sur la pollution de l'air* – 01/10/14 – 3 Limites et précautions - page 2

€ ₂₀₁₀ /100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VL essence	4.5	1.3	0.6	0.5	0.5
VL diesel	20.4	5.5	2.2	1.6	1.1
VL GPL	3.5	1.0	0.4	0.3	0.1
Utilitaire essence	6.3	1.9	0.9	0.8	0.8
Utilitaire diesel	33.7	9.1	3.5	2.5	1.6
PL diesel	186.6	37.0	17.7	9.4	6.4
Bus	125.4	24.8	11.9	6.3	4.2

Tableau 53 : Valeurs de référence de la pollution atmosphérique pour le mode routier

● véhicules et carburants

La répartition par type de véhicules est directement issue du parc roulant IFSTTAR 2011, défini à l'heure actuelle jusqu'en 2030. Cette répartition est présentée dans le Tableau 54.

Type de véhicules	État initial 2019	État de référence 2030	État projeté 2030
VL essence	26.9%	17.9%	17.9%
VL diesel	72.8%	81.7%	81.7%
VL GPL	0.2%	0.4%	0.4%
Utilitaire essence	1.5%	1.0%	1.0%
Utilitaire diesel	98.5%	99.0%	99.0%
PL diesel	100.0%	100.0%	100.0%
Bus	100.0%	100.0%	100.0%

Tableau 54 : Répartition des véhicules

● urbanisation

Les critères retenus pour la détermination de la densité d'urbanisation s'appuient la *Méthode de construction de la grille de densité (typologie européenne) mise en œuvre au PSAR AT*²⁸. Ils tiennent également compte de la définition officielle de l'Unité urbaine²⁹ telle qu'elle est décrite par l'INSEE, l'IGN, le MEDDE...

Ces valeurs de surfaces s'obtiennent, sous SIG, par la détermination des secteurs urbanisés (Corine Land Cover, Open Street Map, numérisation) et l'affectation des populations légales (Insee).

À défaut, il est possible d'utiliser la répartition de l'urbanisation (en ajoutant et en quantifiant les zones interurbaines) définies par l'INSEE³⁰.

²⁸ INSEE, Méthode de construction de la grille de densité (typologie européenne) mise en œuvre au PSAR AT28 - © Insee - Mars 2015

²⁹ INSEE - <http://insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/unite-urbaine.htm>

³⁰ INSEE - <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=zonages/grille-densite.htm>

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Les densités de population ont été déterminées à partir des populations du découpage Iris de l'INSEE. Ces densités de population dans la bande d'étude ont été estimées à l'horizon 2019 sur la base des données de population INSEE de 2011³¹, actualisées avec le taux d'évolution annuel prévisionnel de l'INSEE dans le département de la Gironde (+0,71 %)³² jusqu'en 2030 (année limite imposée par le parc roulant). Cette répartition est présentée dans le Tableau 55.

Les classes de densité retenues sont issues de la fiche outil concernant les **Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique** (paragraphe 3 – Externalités environnementales).

	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interrurbain
Classes de densité	> 4 500 hab/km ²	1 500 à 4 500 hab/km ²	450 à 1 500 hab/km ²	37 à 450 hab/km ²	< 37 hab/km ²
Horizon 2019	13%	50%	20%	0%	17%
Horizon 2030	16%	60%	6%	0%	17%

Tableau 55 : Répartition de l'urbanisation dans la bande d'étude

croissance du PIB

Ces données sont fournies par la Banque Mondiale³³ pour les années 1980 - 2013 et par la Commission Européenne³⁴ pour les prévisions 2014 à 2016.

En l'absence de données prévisionnelles à utiliser pour les horizons prospectifs au-delà de 2016, le taux de croissance du PIB ne peut pas être intégré dans cette méthodologie.

Cette absence de donnée n'entrave toutefois pas l'analyse relative entre l'état de référence et l'état projeté, puisqu'elle concerne le même horizon d'étude

7.1.2. MONÉTARISATION DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS À L'EFFET DE SERRE

Ces coûts sont le produit des émissions de dioxyde de carbone pour l'ensemble des tronçons et des véhicules par le coût de la tonne de CO₂ en €2010 pour l'année considérée.

Les valeurs de référence du prix de la tonne de dioxyde de carbone sont indiquées dans la fiche outil Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique³⁵ et dans la fiche outil Valeurs recommandées pour le calcul socio-économique³⁶.

Ces documents proposent deux hypothèses du coût de la tonne de dioxyde de carbone à l'horizon 2050 :

- une hypothèse basse de 150 €₂₀₁₀ la tonne de CO₂ ;
- une hypothèse haute de 350 €₂₀₁₀ la tonne de CO₂.

Devant l'absence d'une hypothèse plus probable que l'autre et suivant la préconisation du rapport Quinet, il a été choisi dans cette étude d'opter pour une hypothèse médiane de 250 €₂₀₁₀ la tonne de dioxyde de carbone (cf. Tableau 56).

Année	Coût de la tonne de CO ₂ en € ₂₀₁₀
2010	32
2030	100
2050	250
Hypothèse médiane	

Tableau 56 : Valeurs de référence de la tonne de dioxyde de carbone

À partir de ces valeurs de référence, des taux d'évolution annuel ont été déterminés pour la période 2010 – 2030 et pour la période 2030 – 2050. Ils sont présentés dans le Tableau 57.

Période	Taux d'évolution
2010 - 2030	5.863%
2030 - 2050 (hypothèse médiane)	4.688%

Tableau 57 : Taux d'évolution du prix en €₂₀₁₀ de la tonne de CO₂

Les coûts de la tonne de dioxyde d'azote en €2010 pour les horizons concernés sont indiqués dans le Tableau 58.

Scénario	Année	Coût de la tonne de CO ₂ en € ₂₀₁₀
État initial	2019	53
État réf. / proj.	2030	100

Tableau 58 : Coût de la tonne de CO₂ en €₂₀₁₀

³¹ Source : INSEE - données IRIS au 1^{er} janvier 2013.

³² INSEE, Aquitaine 2040 : vers les 4 millions d'habitants – Olivier Diel, n°192, décembre 2010.

³³ Banque Mondiale - <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.KD.ZG>

³⁴ Commission européenne - http://ec.europa.eu/economy_finance/eu/countries/france_fr.htm

³⁵ MEDDE - Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique - 01/10/14 - 3.1 Pollution atmosphérique - page 4

³⁶ MEDDE - Valeurs recommandées pour le calcul socio-économique - 01/10/14 - 3. Externalités environnementales : valeurs recommandées - page 7

7.1.3. EFFETS AMONT – AVAL

Il s'agit de la prise en charge des externalités, à savoir la production et la distribution des énergies, la fabrication, la maintenance et le retrait des véhicules ainsi que la construction, la maintenance et la fin de vie de l'infrastructure.

Les valeurs tutélaires des émissions atmosphériques, précisées dans la fiche outil **Valeurs recommandées pour le calcul socio-économique**, sont données dans le Tableau 59.

Les valeurs pour l'étude sont calculées à partir des valeurs tutélaires et du kilométrage parcouru.

	VL	0.90
	Utilitaire	1.14
	PL	2.96
	Bus	2.83

Tableau 59 : Valeurs tutélaires des émissions atmosphériques en €₂₀₁₀ pour 100 véh.km

7.1.4. PRISE EN COMPTE DES RISQUES

La monétarisation intègre la notion de risques pouvant affecter les effets du projet. D'origines multiples, physiques (aléas naturels, industriels, malveillance) ou économiques (coûts, croissance, prix relatifs, etc.), ces risques sont classés en :

- Risques non systémiques (données insuffisamment fiables, erreurs d'estimation des coûts...) dont l'évaluation n'intervient pas dans la monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre ;
- Risques systémiques (contexte macro-économique, prix de l'énergie...) qui sont évaluées dans la monétarisation.

La prise en compte du risque systémique est réalisée par la méthode de calcul élémentaire qui consiste à « évaluer l'ensemble des coûts et avantages du projet dans un scénario de contexte macro-économique unique (dit 'tendanciel') »³⁷. Le taux d'actualisation est alors fixé à 4,5 %.

Toutefois, comme les projets concernant les trajets de longues distances sont réputés plus risqués que les projets locaux, le rapport Quinet introduit un facteur risque qui implique la prise en compte d'un taux variable en fonction du type de projet.

Le rapport propose d'introduire la notion de risque dans le taux d'actualisation (méthode dite du dénominateur). En pratique il s'agit de considérer un taux d'actualisation selon la formule suivante :

³⁷ MEDDE – Prise en compte des risques dans l'analyse monétarisée - 01/10/14 - 3. Prise en compte des risques systémiques dans l'analyse monétarisée - page 5

$$r = rf + \phi\beta$$

Avec :

- r taux d'actualisation risqué propre au projet ;
- rf taux sans risque de 2,5 % passant à 1,5 % au-delà de 2070 ;
- φ prime de risque du projet, de 2 % passant à 3 % au-delà de 2070 ;
- β corrélation entre la valeur du projet et le PIB.

On distingue trois types de corrélation β :

- en fonction du gain de temps et qui ne concerne pas la présente monétarisation ;
- en fonction des coûts de construction et fixée à 0,5 par défaut dans le rapport Quinet³⁸ ;
- en fonction des effets carbone et fixée à 1 par défaut dans le rapport Quinet³⁹.

Les taux d'actualisation utilisés pour la monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et pour les effets amont – aval sont présentés dans le Tableau 60.

Actualisation	État initial	État de référence et état projeté
Horizon	2019	2030
Pollution atmosphérique	3.5%	3.5%
Gaz à effet de serre	4.5%	4.5%
Effets amont - aval	3.5%	3.5%

Tableau 60 : Taux d'actualisation des risques liée à la construction

³⁸ Commissariat général à la stratégie et à la prospective – Évaluation socio-économique des investissements publics – rapport de la mission présidée par Émile Quinet – Chapitre 1 – 3.5.3. Les considérants concernant le système d'actualisation – page 82

³⁹ Commissariat général à la stratégie et à la prospective – Évaluation socio-économique des investissements publics – rapport de la mission présidée par Émile Quinet – Chapitre 1 – 9.2. Comment envisager la révision 2013 – page 123

7.2. RÉSULTATS

7.2.1. MONÉTARISATION DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique ainsi obtenus sont présentés dans le Tableau 61.

Coût annuel en k€ ₂₀₁₀	Etat initial (EI)	Etat de référence (ER)	Etat projeté (EP)	Ecart relatif (EP-ER)/ER (en %)	Ecart relatif (ER-EI)/EI (en %)
VL	1 769	1 612	1 537	-9%	-5%
Utilitaires	1 081	915	872	-15%	-5%
PL	2 306	1 749	1 627	-24%	-7%
Bus	147	0	0		
Total	5 303	4 275	4 036	-19%	-6%

Tableau 61 : Monétarisation de coûts annuels liés à la pollution atmosphérique

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique permet d'estimer une diminution annuelle de 240 k€, à l'horizon 2030, du fait de la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes.

7.2.2. MONÉTARISATION DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS À L'EFFET DE SERRE

Les coûts collectifs liés à l'effet de serre ainsi obtenus sont présentés dans le Tableau 62.

Coût annuel en k€ ₂₀₁₀	État initial (EI)	État de référence (ER)	État projeté (EP)	Ecart relatif (EP-ER)/ER (en %)	Ecart relatif (ER-EI)/EI (en %)
Gaz à effet de serre	5 733	6 573	6 293	15%	-4%

Tableau 62 : Monétarisation de coûts annuels liés à l'effet de serre

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique permet d'estimer une diminution annuelle de 280 k€, à l'horizon 2030, du fait de la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes.

7.2.3. MONÉTARISATION DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS AUX EFFETS AMONT – AVAL

Les coûts collectifs liés aux effets amont – aval ainsi obtenus sont présentés dans le Tableau 63.

Coût annuel en k€ ₂₀₁₀	Etat initial (EI)	Etat de référence (ER)	Etat projeté (EP)	Ecart relatif (EP-ER)/ER (en %)	Ecart relatif (ER-EI)/EI (en %)
VL	3.32	2.41	2.30	-27%	-5%
Utilitaires	1.26	0.91	0.87	-27%	-5%
PL	1.44	0.94	0.87	-35%	-7%
Bus	0.13	0.00	0.00		
Total	6.15	4.26	4.04	-31%	-5%

Tableau 63 : Monétarisation de coûts annuels liés aux effets amont – aval

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique permet d'estimer une diminution annuelle de 0.22 k€, à l'horizon 2030, du fait de la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes.

7.2.4. SYNTHÈSE

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont – aval sont cumulés dans le Tableau 64.

Coût annuel en k€ ₂₀₁₀	État initial (EI)	État de référence (ER)	État projeté (EP)	Ecart relatif (ER-EI)/EI (en %)	Ecart relatif (EP-ER)/ER (en %)
VL	1 769	1 612	1 537	-9%	-5%
Utilitaires	1 081	915	872	-15%	-5%
PL	2 306	1 749	1 627	-24%	-7%
Bus	147	0	0		
Effet de serre	5 733	6 573	6 293	15%	-4%
Effets Amont - aval	6.2	4.3	4.0	-31%	-5%
Total	11 043k€	10 853k€	10 333k€	-2%	-5%

Tableau 64 : Synthèse des coûts annuels liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont – aval

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique permet d'estimer une diminution annuelle de 520 k€, à l'horizon 2030, du fait de la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes.

8. CONCLUSION

Dans le cadre du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes, une étude « air et santé » de niveau I a été menée. Cette étude a été conduite conformément à la réglementation en vigueur relative au volet « air et santé » des études d'impact des infrastructures routières.

La caractérisation de l'état initial du domaine d'étude a permis de mettre en évidence :

- un environnement urbanisé constitué de secteurs d'habitations et d'activités séparé en deux par la Garonne avec en rive droite des zones d'urbanisation en cours de réalisation ou en projet ;
- 72 établissements à caractère sanitaire et social et 56 sites sensibles situés dans le domaine d'étude et 49 établissements à caractère sanitaire et social et 46 sites sensibles situés dans la bande d'étude ;
- une station de mesure permanente d'AIRAQ est située dans le domaine d'étude, il s'agit de la station trafic de Bordeaux Bastide (polluants mesurés : PM10, NO₂) ;
- la présence de huit sources d'émissions industrielles dans le domaine d'étude ;
- les axes routiers majeurs (rocade sud-est de Bordeaux, quais de Garonne en rive droite et en rive gauche, particulièrement l'A631 et boulevard Jean-Jacques) comme principales sources d'émissions routières.

Les campagnes de mesure, réalisées en avril/mai et juillet 2014, ont mis en évidence des teneurs en dioxyde d'azote et en benzène respectant les normes de qualité de l'air en vigueur hormis pour le dioxyde d'azote sur deux sites de mesures, à proximité routière du quai rive gauche.

L'analyse comparative de ces mesures avec celles réalisées par AIRAQ met en évidence des teneurs en dioxyde d'azote plus importantes dans le domaine d'étude, tant en situation de fond qu'en situation de trafic, s'expliquant par la localisation des stations de fond de l'agglomération Bordelaise, situées dans un environnement moins urbanisé que le domaine d'étude et de facto peu représentatives de la qualité du domaine d'étude.

Sous réserve des hypothèses de trafic, la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes, à l'horizon 2030, n'aurait pas d'impact significatif sur la qualité de l'air à l'échelle du domaine d'étude. Néanmoins, localement, elle induirait une amélioration de la qualité de l'air sur les quais de la Rive Gauche de la Garonne et une dégradation de la qualité de l'air au droit du projet et du Boulevard Jean-Jacques Bosc.

La réalisation du pont Jean-Jacques Bosc et de ses raccordements n'induit pas de risque sanitaire supplémentaire pour les effets chroniques à seuil et sans seuil par inhalation ou par ingestion ou pour les effets aigus.

Toutefois, en exposition chronique, un risque sanitaire ne peut être exclu pour les populations riveraines les plus impactées situées dans la bande d'étude, en lien avec l'inhalation de benzène que ce soit en 2019 ou à l'horizon 2030 avec ou sans le projet. Ce risque est lié à la teneur en bruit de fond dont la valeur à elle seule conduit à un dépassement de la valeur repère pour les risques sans seuil. Par ailleurs, pour les particules PM2,5 et PM10, les teneurs inhalées peuvent dépasser les valeurs guide pour la protection de la santé humaine. Toutefois, il est important de noter que la teneur de fond de ces polluants dépasse à elles seules les valeurs de l'OMS.

Les dépassements des valeurs sanitaires pour PM10, les PM2,5 ou le benzène ne sont pas imputables au projet. La réalisation du pont Jean-Jacques Bosc et de ses raccordements n'est pas à l'origine de ce risque sanitaire potentiel.

D'un point de vue strictement réglementaire, aucune mesure de réduction n'est donc à envisager dans le cadre de la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes. Néanmoins, du fait de la réalisation de nouveaux axes routiers à proximité des habitations, principalement sur la rive droite de la Garonne, nous préconisons un suivi régulier de la qualité de l'air, en particulier au droit des habitations des rues proches du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes.

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique permet d'estimer une diminution annuelle de 520 k€, à l'horizon 2030, du fait de la réalisation du projet de pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements aux voiries existantes.

9. ANNEXES

9.1. FICHES DE TERRAIN

Projet	Pont JJ Bosc		N° du site	Site 01
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.53594210	44.82559214		
Commune	Florac			
Adresse	Quai de la Souys - RD 113			
Distance à la voie	1 m			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Proximité routière			



Campagnes de mesure	Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	25/04/2014
	Heure de pose	10:55
	Date de dépôse	13/05/2014
	Heure de dépôse	10:51
	Durée d'exposition	431.95
	Support	Feu tricolore cycliste
	Hauteur du support	3
	N° tube NO2	FSE 136
	Résultat NO2	38.5
	Résultat C6H6	41.8
	Remarques	0.6



19/11/2014

egis environnement

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Projet	Pont JJ Bosc		Numéro du site	Site 02
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.53544657	44.82579759		
Commune	Florac			
Adresse	131 rue Jules Guesde			
Distance à la voie	1 m			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Fond urbain			

3^{ème} lampadaire en partant du Quai de la Souys

Campagnes de mesure	Campagne 1		Campagne 2	
	Date de pose	Heure de pose	Date de dépôse	Heure de dépôse
	25/04/2014	11:00	18/07/2014	09:10
	13/05/2014		01/08/2014	
		10:46		11:40
			431.76	338.52
			Support	Lampadaire
			Hauteur du support	3
			N° tube NO2	FSE 122
			N° tube C6H6	FSE 34
			Résultat NO2	22.1
			Résultat C6H6	0.8
			Remarques	-

19/11/2014

© egis environnement

Projet	Pont JJ Bosc		Numéro du site	Site 03
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.53493359	44.82610197		
Commune	Florac			
Adresse	127 rue Jules Guesde			
Distance à la voie	1 m			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Fond urbain			

6^{ème} lampadaire en partant du Quai de la Souys

Campagnes de mesure	Campagne 1		Campagne 2	
	Date de pose	Heure de pose	Date de dépôse	Heure de dépôse
	25/04/2014	11:05	18/07/2014	09:20
	13/05/2014		01/08/2014	
		10:43		11:45
			Durée d'exposition	431.64
			Support	Lampadaire
			Hauteur du support	3.5
			N° tube NO2	FSE 131
			N° tube C6H6	
			Résultat NO2	18.7
			Résultat C6H6	19.1
			Remarques	-

19/11/2014

© egis environnement

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Projet	Pont JJ Bosc	Numéro du site	Site 04
Localisation et caractérisation du site			
Coordonnées GPS	-0.53442397	44.82416914	
Commune	Florac		
Adresse	Quai de la Souys - RD 113		
Distance à la voie	1 m		
Topographie	TN		
Bâti sensible	-		
Ambiance	Proximité routière		

Rue Jules Guesde
Quai de la Souys - RD 113
Avenue Jean Alfonse
La Garonne
Lampadaire

Campagne de mesure	Campagne 1	Campagne 2
Date de pose	25/04/2014	18/07/2014
Heure de pose	10:45	08:50
Date de dépôse	13/05/2014	01/08/2014
Heure de dépôse	10:35	11:30
Durée d'exposition	431.83	338.66
Support	Lampadaire	Lampadaire
Hauteur du support	3.5	3
N° tube NO ₂	FSE 111	FSE 112
Résultat NO ₂	28.0	30.1
Résultat C ₆ H ₆		
Remarques	Toile d'araignée	-

19/11/2014

egis environnement

Projet	Pont JJ Bosc	Numéro du site	Site 05
Localisation et caractérisation du site			
Coordonnées GPS	-0.53261616	44.82535624	
Commune	Florac		
Adresse	-		
Distance à la voie	190 m (Quai de la Souys - RD 113)		
Topographie	TN		
Bâti sensible	-		
Ambiance	Fond urbain		

Rue Jules Guesde
Place Mayence
Quai de la Souys - RD 113
Lampadaire
la borne à partir de la place Mayence

Campagne de mesure	Campagne 1	Campagne 2
Date de pose	25/04/2014	18/07/2014
Heure de pose	11:25	09:30
Date de dépôse	13/05/2014	01/08/2014
Heure de dépôse	09:30	11:50
Durée d'exposition	430.08	338.35
Support	Lampadaire	Lampadaire
Hauteur du support	3	3
N° tube NO ₂	FSE 102	FSE 134
N° tube C ₆ H ₆	FSE 33	FSE 31
Résultat NO ₂	12.9	14.0
Résultat C ₆ H ₆	0.5	0.4
Remarques	-	Toile d'araignée

19/11/2014

egis environnement

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Projet	Pont JJ Bosc		Numéro du site	Site 06
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.5311995	44.82435177		
Commune	Florac			
Adresse	Avenue Jean Alfonse			
Distance à la voie	1			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Proximité routière			

Site 06

Quai de Souys - RD 111
Avenue Jean Alfonse
La Garonne
Proximité routière = implantation à moins de 5 m du bord de chaussée

Avenue Jean Alfonse
Lampadaire

Campagnes de mesure	Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	25/04/2014
Date de pose	25/04/2014	18/07/2014
Heure de pose	10:30	08:40
Date de dépôse	13/05/2014	01/08/2014
Heure de dépôse	10:20	12:00
Durée d'exposition	431.83	339.34
Support	Lampadaire	Lampadaire
Hauteur du support	3.5	3
N° tube NO ₂	FSE 105	FSE 109
N° tube C ₆ H ₆		
Résultat NO ₂	17.6	16.9
Résultat C ₆ H ₆		
Remarques	-	

19/11/2014

egis environnement

Projet	Pont JJ Bosc		Numéro du site	Site 07
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.54345228	44.82329022		
Commune	Bordeaux			
Adresse	7 Quai de Brienne			
Distance à la voie	2 m			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Proximité routière			

Site 07

Rue Carle Vernet
Boulevard des Frères Moga A 631
La Garonne
Proximité routière = implantation à moins de 5 m du bord de chaussée

Boulevard des Frères Moga A 631
Rue Carle Vernet
Quai de Brienne
Lampadaire

Campagnes de mesure	Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	25/04/2014
Date de pose	25/04/2014	18/07/2014
Heure de pose	09:50	10:10
Date de dépôse	13/05/2014	01/08/2014
Heure de dépôse	11:15	10:55
Durée d'exposition	433.42	336.74
Support	Lampadaire	Lampadaire
Hauteur du support	3.5	3.2
N° tube NO ₂	FSE 121	FSE 126
Résultat NO ₂	34.1	58.0
Résultat C ₆ H ₆		
Remarques	-	

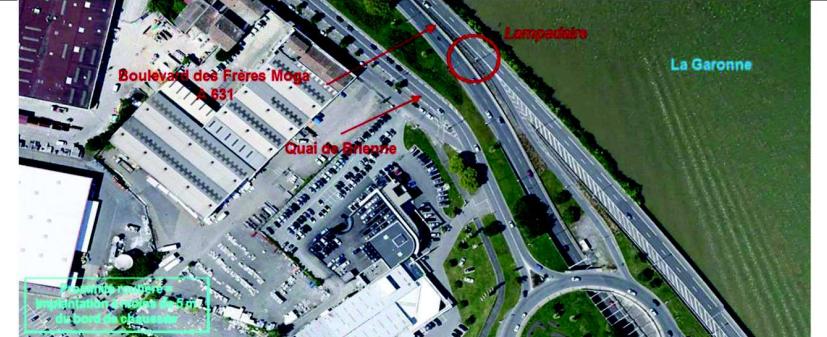
19/11/2014

egis environnement

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Projet	Pont JJ Bosc	Numéro du site	Site 08
Localisation et caractérisation du site			
Coordonnées GPS	-0.54171421	44.82263956	
Commune	Bordeaux		
Adresse	Boulevard des Frères Moga - A 631		
Distance à la voie	2 m		
Topographie	TN		
Bâti sensible	-		
Ambiance	Proximité routière		







Campagnes de mesure	Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	25/04/2014
Heure de pose	10:00	10:20
Date de dépôse	13/05/2014	01/08/2014
Heure de dépôse	11:25	11:00
Durée d'exposition	433.42	336.67
Support	Lampadaire	Lampadaire
Hauteur du support	3.5	3
N° tube NO2	FSE 124	FSE 113
N° tube C6H6	63.5	82.0
Résultat NO2		
Résultat C6H6		
Remarques	Proximité quai de Brienne implantation à moins de 5 m du bord de chaussée	



19/11/2014

 egis environnement

Projet	Pont JJ Bosc	Numéro du site	Site 09
Localisation et caractérisation du site			
Coordonnées GPS	-0.54200255	44.82050497	
Commune	Bordeaux		
Adresse	40 boulevard JJ Bosc		
Distance à la voie	4 m		
Topographie	TN		
Bâti sensible	-		
Ambiance	Proximité routière		







Campagnes de mesure	Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	25/04/2014
Heure de pose	09:40	10:30
Date de dépôse	13/05/2014	01/08/2014
Heure de dépôse	12:10	11:15
Durée d'exposition	434.50	336.74
Support	Poteau métal	Poteau métal
Hauteur du support	3.5	3
N° tube NO2	FSE 106	FSE 114
N° tube C6H6	35.5	48.0
Résultat NO2		
Résultat C6H6		
Remarques	Araignée	

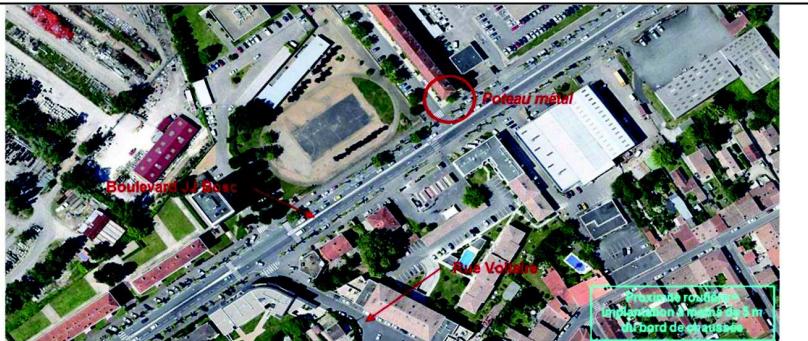


19/11/2014

 egis environnement

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Projet	Pont JJ Bosc		Numéro du site	Site 10
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.54382645	44.81969067		
Commune	Bordeaux			
Adresse	Boulevard JJ Bosc - Entrée Résidence JJ Bosc			
Distance à la voie	2 m			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Proximité routière			


Campagnes de mesure	Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	18/07/2014
Date de pose	25/04/2014	18/07/2014
Heure de pose	09:15	10:45
Date de dépôse	13/05/2014	01/08/2014
Heure de dépôse	11:40	11:08
Durée d'exposition	434.42	336.38
Support	Poteau métal	Poteau métal
Hauteur du support	3.5	3
N° tube NO2	FSE 125	FSE 110
N° tube C6H6	FSE 37	FSE 27
Résultat NO2	23.7	25.8
Résultat C6H6	0.4	0.4
Remarques	-	



19/11/2014

 egis environnement

Projet	Pont JJ Bosc		Numéro du site	Site 11
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.54427170	44.82001411		
Commune	Bordeaux			
Adresse	77 Résidence JJ Bosc			
Distance à la voie	55 m (boulevard JJ Bosc)			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Fond urbain			





Campagnes de mesure	Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	18/07/2014
Date de pose	25/04/2014	18/07/2014
Heure de pose	09:25	10:40
Date de dépôse	13/05/2014	01/08/2014
Heure de dépôse	11:45	11:12
Durée d'exposition	434.33	336.53
Support	Lampadaire	Lampadaire
Hauteur du support	4	3
N° tube NO2	FSE 132	FSE 130
N° tube C6H6	FSE 37	FSE 36
Résultat NO2	17.4	20.4
Résultat C6H6	0.4	< 0.4
Remarques	Toile d'araignée	



19/11/2014

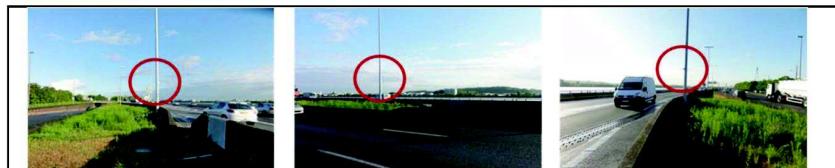
 egis environnement

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Projet	Pont JJ Bosc		Numéro du site	Site 12
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.53931498	44.82036037		
Commune	Bordeaux			
Adresse	Boulevard des Frères Moga - A 631			
Distance à la voie	2,5 m			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Proximité routière			



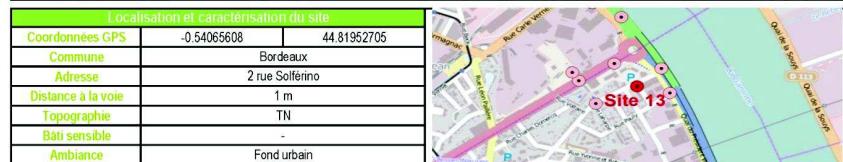
Campagnes de mesure		Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	25/04/2014	18/07/2014
	Heure de pose	08:35	11:05
	Date de dépôse	13/05/2014	01/08/2014
	Heure de dépôse	11:25	10:35
	Durée d'exposition	434.83	335.50
	Support	Lampadaire	Lampadaire
	Hauteur du support	3.5	3
	N° tube NO2	FSE 107	FSE 119
	N° tube C6H6		
	Résultat NO2	66.3	66.3
	Résultat C6H6		
	Remarques	-	-



19/11/2014

egis environnement

Projet	Pont JJ Bosc		Numéro du site	Site 13
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.54065608	44.81952705		
Commune	Bordeaux			
Adresse	2 rue Solferino			
Distance à la voie	1 m			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Fond urbain			



Campagnes de mesure		Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	25/04/2014	18/07/2014
	Heure de pose	08:25	11:15
	Date de dépôse	13/05/2014	-
	Heure de dépôse	12:25	-
	Durée d'exposition	436.01	#VALEUR!
	Support	Lampadaire	Lampadaire
	Hauteur du support	3.5	3
	N° tube NO2	FSE 127	FSE 103
	N° tube C6H6	FSE 35	FSE 99
	Résultat NO2	22.1	-
	Résultat C6H6	0.4	-
	Remarques		Capteurs disparus



19/11/2014

egis environnement

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Projet	Pont JJ Bosc		Numéro du site	Site 14
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.53875171	44.81920742		
Commune	Bordeaux			
Adresse	35 Quai du Président Wilson			
Distance à la voie	1 m			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Proximité routière			

Image 1: Aerial view of the area around Site 14. Labels include Boulevard JJ Bosc, Quai du Président Wilson, Boulevard des Frères Moga, A 631, Rue Pauly, and Lampadaire. A green box highlights 'Proximité routière'.

Image 2: Close-up photograph of a street lamp (Lampadaire) with a red circle indicating its position.

Campagnes de mesure	Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	18/07/2014
Date de pose	25/04/2014	18/07/2014
Heure de pose	09:05	11:35
Date de dépose	13/05/2014	01/08/2014
Heure de dépose	13:00	10:50
Durée d'exposition	435.91	335.26
Support	Lampadaire	Lampadaire
Hauteur du support	3.5	4
N° tube NO ₂	FSE 120	FSE 135
N° tube C ₆ H ₆		
Résultat NO ₂	50.4	72.3
Résultat C ₆ H ₆		
Remarques	-	

19/11/2014

egis environnement

Projet	Pont JJ Bosc		Numéro du site	Site 15
Localisation et caractérisation du site				
Coordonnées GPS	-0.54290377	44.81859478		
Commune	Bordeaux			
Adresse	50 Rue Marcel Sembat / 2 Rue Laharpe			
Distance à la voie	0.5 m			
Topographie	TN			
Bâti sensible	-			
Ambiance	Fond urbain			

Image 1: Aerial view of the area around Site 15. Labels include Boulevard JJ Bosc, Rue Marcel Sembat, Rue Laharpe, Rue Voltaire, Rue Pierre Salin, Rue du Général Focheret, and Rue Léonard de Vinci.

Image 2: Close-up photograph of a street lamp (Lampadaire) with a red circle indicating its position.

Campagnes de mesure	Campagne 1	Campagne 2
	Date de pose	18/07/2014
Date de pose	25/04/2014	18/07/2014
Heure de pose	08:45	11:20
Date de dépose	13/05/2014	01/08/2014
Heure de dépose	12:45	10:45
Durée d'exposition	436.01	335.40
Support	Lampadaire	Lampadaire
Hauteur du support	4	4
N° tube NO ₂	FSE 116	FSE 115
N° tube C ₆ H ₆		
Résultat NO ₂	19.2	20.7
Résultat C ₆ H ₆		
Remarques		

19/11/2014

egis environnement

9.2. DÉTAILS DES TRAFICS

Les trafics sont détaillés dans les tableaux ci-après (Tableau 65 : Groupe Jean-Jacques Bosc – Données de trafics par tronçon)

à Tableau 73) par scénarios (état initial, état de référence, état projeté) pour chacun des 226 tronçons du réseau routier retenu.

Le réseau routier est détaillé sur les cartographies qui suivent par tronçon, pour chacun des 9 groupes.

L'évolution du kilométrage parcouru par groupe de tronçons est présentée sur les diagrammes ci-dessous.

Groupe Jean-Jacques Bosc

Ce groupe compte 7 tronçons pour un linéaire d'environ 1,6 km pour l'état initial de 2019 et 12 tronçons pour un linéaire d'environ 2,7 km pour les scénarios prospectifs de 2030 (état de référence et état projeté).

Groupe	Numéro	Tronçon	Longueur en km	État initial - 2019						État de référence - 2030						État projeté - 2030					
				VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse			
Jean-Jacques Bosc	1	Albert1er	0.198	13 773	887	120	14 780	50	14 309	921	120	15 350	50	16 546	1 064	120	17 730	50			
	2	Bosc01	0.421	10 206	674	360	11 240	50	10 732	708	360	11 800	50	14 939	961	120	16 020	50			
	3	Bosc02	0.273	11 804	776	360	12 940	50	13 035	855	360	14 250	50	18 041	1 159	120	19 320	50			
	4	Bosc03	0.119	13 996	924	480	15 400	50	11 400	520	480	12 400	50	20 268	892	240	21 400	50			
	5	Bosc04	0.341	11 531	759	360	12 650	50	11 520	520	360	12 400	50	20 388	892	120	21 400	50			
	6	Bosc05	0.168	12 856	844	360	14 060	50	11 520	520	360	12 400	50	20 388	892	120	21 400	50			
	7	Bosc06	0.072	13 054	856	360	14 270	50	11 520	520	360	12 400	50	20 388	892	120	21 400	50			
	8	Bosc12	0.102											20 388	892	120	21 400	50			
	9	PontBosc	0.706											29 963	1 357	480	31 800	50			
	10	RaccPont01	0.088											14 467	1 713	120	16 300	50			
	11	RaccPont02	0.081											14 467	1 713	120	16 300	50			
	12	RaccPont03	0.140											15 376	1 824	600	17 800	50			
	13	RaccPont04	0.087											7 998	1 242	360	9 600	50			

Tableau 65 : Groupe Jean-Jacques Bosc – Données de trafics par tronçon

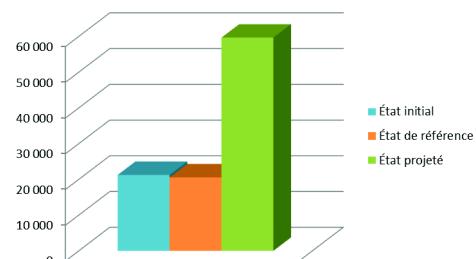


Figure 35 : Groupe Jean-Jacques-Bosc – Évolution du kilométrage parcouru total

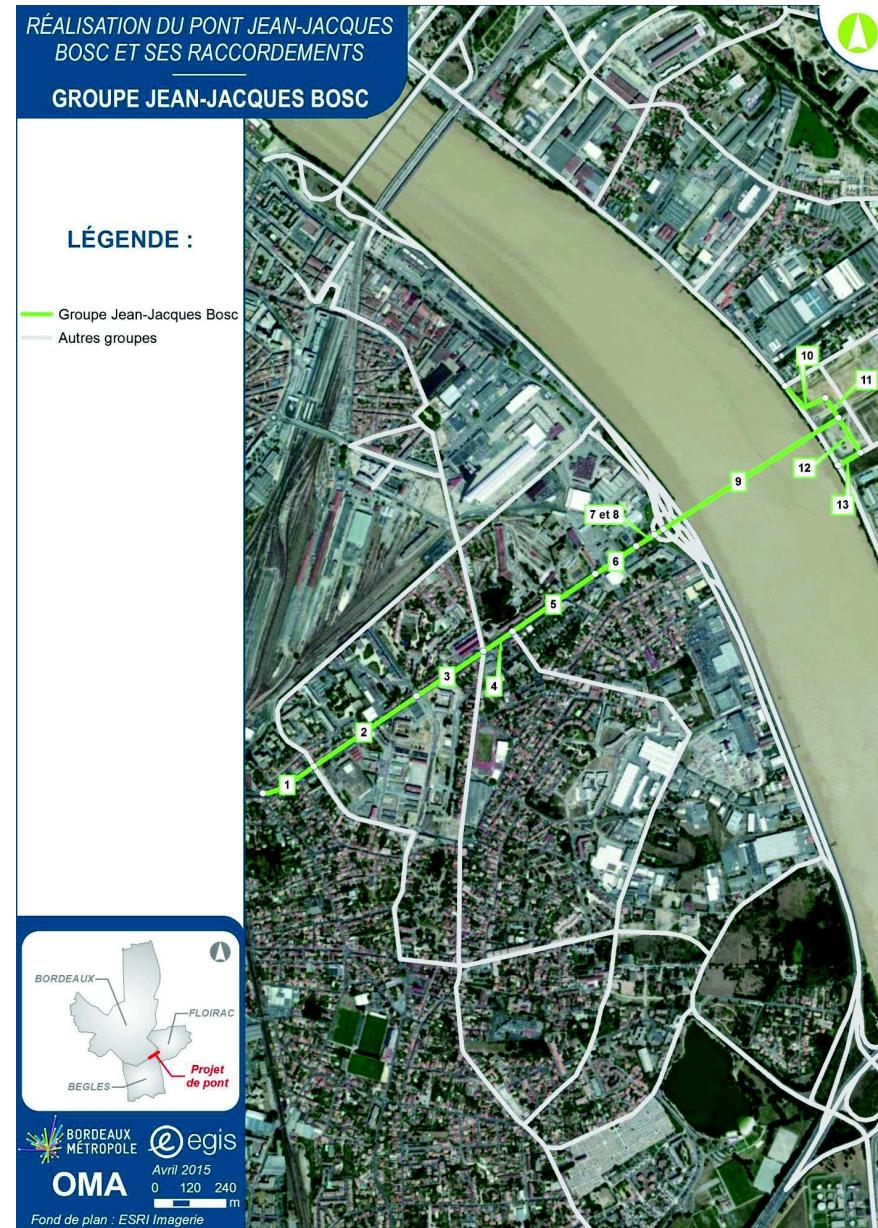


Figure 36 : Groupe Jean-Jacques-Bosc – Réseau routier

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Groupe Bastide

Ce groupe compte 23 tronçons pour un linéaire d'environ 6,3 km pour l'état initial de 2019 et 31 tronçons pour un linéaire d'environ 8,1 km pour les scénarios prospectifs de 2030 (état de référence et état projeté).

Groupe	Numéro	Tronçon Nom abrégué	Longueur en km	État initial - 2019				État de référence - 2030				État projeté - 2030					
				VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	
Bastide	14	Nuits	0.395	1 785	55	1 840	30	883	27	910	30	1 494	46	1 540	30		
	15	LeRouziC	0.526	470		470	30	1 290	40	1 330	30	1 125	35	1 160	30		
	16	Simon01	0.188	4 569	141	4 710	50	388	12	400	50	592	18	610	50		
	17	Simon02	0.554	6 295	195	6 490	50	3 230	100	3 330	50	2 813	87	2 900	50		
	18	Benauge09	0.135	2 515	85	2 840	50	5 658	182	2 40	6 080	50	3 834	126	2 40	4 200	
	19	Benauge08	0.373	2 515	85	2 840	50	3 582	118	2 40	3 940	50	3 019	101	2 40	3 360	
	20	Benauge07	0.110	3 039	101	2 40	3 380	50	4 154	136	2 40	4 530	50	3 737	123	2 40	4 100
	21	Benauge06	0.039	3 039	101	2 40	3 380	50	4 911	159	2 40	5 310	50	4 697	153	2 40	5 090
	22	Benauge05	0.256	3 494	116	2 40	3 850	50	4 348	142	2 40	4 730	50	3 582	118	2 40	3 940
	23	Benauge04	0.125	3 494	116	2 40	3 850	50	6 598	212	2 40	7 050	50	5 570	180	2 40	5 990
	24	Benauge03	0.157	3 271	109	2 40	3 620	50	10 372	328	2 40	10 940	50	9 266	294	2 40	9 800
	25	Benauge02	0.038	3 271	109	2 40	3 620	50	10 382	328	2 40	10 950	50	9 722	308	2 40	10 270
	26	Benauge01	0.128	3 271	109	2 40	3 620	50	10 692	338	2 40	11 270	50	10 071	319	2 40	10 630
	27	Fleming	0.537					2 900	90	2 990	50	3 201	99	3 300	50		
	28	Dunant01	0.245					2 076	64	2 140	50	815	25	840	50		
	29	Dunant02	0.253					2 192	68	2 260	50	844	26	870	50		
	30	Dunant03	0.090					3 162	98	3 260	50	2 396	74	2 470	50		
	31	Dunant04	0.220					3 453	107	3 560	50	2 726	84	2 810	50		
	32	Cenac01	0.054					2 299	71	2 370	30	2 745	85	2 830	30		
	33	Cenac02	0.160					2 066	64	2 130	30	2 522	78	2 600	30		
	34	Cenac03	0.181					1 125	35	1 160	30	980	30	1 010	30		
	35	Trarieux01	0.270	5 607	173	5 780	50	7 265	225	7 490	50	6 994	216	7 210	50		
	36	Trarieux02	0.074	9 729	301	10 030	50	7 071	219	7 290	50	7 246	224	7 470	50		
	37	PontStJean	0.651	40 377	2 593	240	43 210	70	31 692	2 038	240	33 970	70	26 600	1 714		
	38	JolCurie07	0.221	8 187	523	8 710	50	2 500	160	2 660	50	837	53	890	50		
	39	JolCurie06	0.346	7 699	491	8 190	50	4 014	256	4 270	50	2 453	157	2 610	50		
	40	JolCurie05	0.168	7 699	491	8 190	50	5 283	337	5 620	50	3 591	229	3 820	50		
	41	JolCurie04	0.308	26 912	1 718	28 630	70	31 932	2 038	33 970	70	26 846	1 714	28 560	70		
	42	JolCurie03	0.187	28 238	1 802	30 040	70	25 803	1 647	27 450	70	24 675	1 575	26 250	70		
	43	JolCurie02	0.499	24 083	1 537	25 620	70	14 636	934	15 570	70	14 448	922	15 370	70		
	44	JolCurie01	0.592	27 488	1 754	29 240	70	25 794	1 646	27 440	70	25 728	1 642	27 370	70		

Tableau 66 : Groupe Bastide – Données de trafics par tronçon

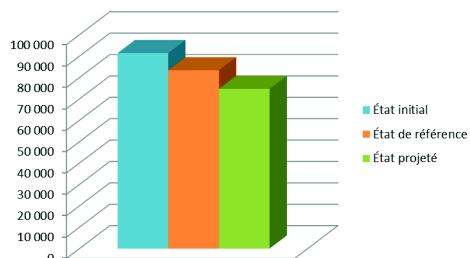


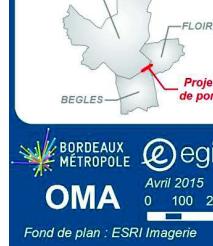
Figure 37 : Groupe Bastide – Évolution du kilométrage parcouru total

RÉALISATION DU PONT JEAN-JACQUES BOSC ET SES RACCORDEMENTS

GROUPE BASTIDE

LÉGENDE :

- Groupe Bastide
- Autres groupes



Fond de plan : ESRI Imagerie

Bordeaux Métropole

egis

Avril 2015

0 100 200 m



Figure 38 : Groupe Bastide – Réseau routier

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Groupe Bouliac

Ce groupe compte 7 tronçons pour un linéaire d'environ 3,2 km pour l'état initial de 2019 et les scénarios prospectifs de 2030 (état de référence et état projeté).

Groupe	Numéro	Tronçon Nom abrégé	Longueur en km	État initial - 2019				État de référence - 2030				État projeté - 2030						
				VL	PL	TC	TMIA	Vitesse	VL	PL	TC	TMIA	Vitesse	VL	PL	TC		
Bouliac	45	Cabannes02	0,617	11 198	722	120	12 040	50	12 918	832	120	13 870	50	12 091	779	120	12 990	50
	46	Cabannes03	0,242	11 198	722	120	12 040	50	12 965	835	120	13 920	50	12 091	779	120	12 990	50
	47	Auchan	1,042	1 244	46	240	1 530	50	2 204	76	240	2 520	50	3 136	104	240	3 480	50
	48	D10	0,454	7 024	456	120	7 600	50	8 556	554	120	9 230	50	9 506	614	120	10 240	50
	49	D113_01	0,154	6 278	472		6 750	50	5 515	415		5 930	50	10 146	764		10 910	50
	50	D113_02	0,479	10 646	802		11 450	90	11 420	860		12 280	90	14 052	1 058		15 110	90
	51	D113_03	0,179	17 075	1 285		18 360	90	16 424	1 236		17 660	90	17 865	1 345		19 210	90

Tableau 67 : Groupe Bouliac – Données de trafics par tronçon

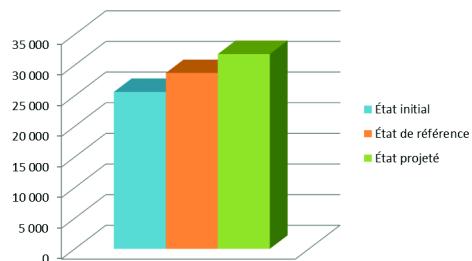


Figure 39 : Groupe Bouliac – Évolution du kilométrage parcouru total

RÉALISATION DU PONT JEAN-JACQUES BOSC ET SES RACCORDEMENTS

GROUPE BOULIAC

LÉGENDE :

- Groupe Bouliac
- Autres groupes

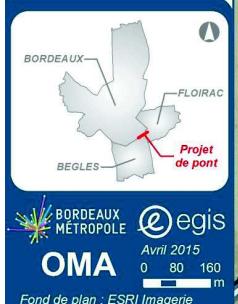


Figure 40 : Groupe Bouliac – Réseau routier

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

○ Groupe Bègles

Ce groupe compte 24 tronçons pour un linéaire d'environ 10,6 km pour l'état initial de 2019 et les scénarios prospectifs de 2030 (état de référence et état projeté).

Groupe	Tronçon		Longueur				État initial - 2019				État de référence - 2030				État projeté - 2030				
	Nom	Nom abrégé	en km	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	
Bègles	52	Sangnier	0.432	5 066	164	240	5 470	50	8 296	264	240	8 800	50	7 518	232	7 750	50		
	53	Croizat	0.440	7 770	240		8 010	50	9 661	299		9 960	50	7 731	239	7 970	50		
	54	LGambetta	0.202	9 270	290	120	9 680	30	8 135	225	120	8 510	30	8 852	278	120	9 250	30	
	55	Camelle01	0.542	3 180	110	360	3 650	30	4 723	157	360	5 240	30	4 189	141	360	4 690	30	
	56	Camelle02	0.340	3 579	111		3 690	50	5 257	163		5 420	50	4 394	136	4 530	50		
	57	Capelle	1.068	3 652	248	240	4 140	30	4 093	277	240	4 610	30	4 554	306	240	5 100	30	
	58	DeLaBarre	0.618	4 935	315		5 250	30	6 900	440		7 340	30	4 672	298	4 970	30		
	59	JdArc01	0.106	5 186	354	360	5 900	30	7 498	502	360	8 360	30	5 947	403	360	6 710	30	
	60	JdArc02	0.284	7 193	467	120	7 780	30	7 579	491	120	8 190	30	7 680	490	8 170	30		
	61	JdArc03	0.553	11 122	718	120	11 960	50	12 044	776	120	12 940	50	10 913	697	11 610	50		
	62	Tandonnet	0.242	5 264	166		120	5 550	30	5 337	113	120	3 770	50	1 713	57	120	1 890	50
	63	Noutary	0.496	3 062	98	120	3 280	30	1 772	58	120	1 950	30	549	21	120	690	30	
	64	Leclerc	0.718	1 005	35	120	1 160	50	4 245	135	120	4 500	50	4 963	157	120	5 240	50	
	65	DeLatteRe03	0.125	3 730	130	480	4 340	50	5 747	193	480	6 420	50	5 602	188	480	6 270	50	
	66	DeLatteRe02	0.255	150	20	480	650	30	509	31	480	1 020	30	1 208	52	480	1 740	30	
	67	DeLatteRe01	0.373	270	20	360	650	50	629	31	360	1 020	50	1 328	52	360	1 740	50	
	68	4Caster05	0.525	4 307	133		4 440	50	5 296	164		5 460	50	5 257	163	5 420	50		
	69	4Caster04	0.191	3 444	106		3 550	50	4 569	141		4 710	50	3 909	121	4 030	50		
	70	4Caster03	0.103	2 550	90	360	3 000	50	4 170	140	360	4 670	50	2 966	104	3 450	50		
	71	4Caster02	0.222	2 670	90	240	3 000	50	4 290	140	240	4 670	50	3 106	104	240	3 450	50	
	72	4Caster01	0.417	2 670	90	240	3 000	50	4 290	140	240	4 670	50	3 106	104	240	3 450	50	
	73	Blierot01	0.513	2 637	93	360	3 090	50	4 131	139	360	4 630	50	2 123	77	360	2 560	50	
	74	Blierot02	1.547	3 995	135	360	4 490	50	4 810	160	360	5 330	50	2 890	100	360	3 350	50	
	75	Lumière	0.327	2 517	93	480	3 090	50	2 566	94	480	3 140	50	1 955	75	480	2 510	50	

Tableau 68 : Groupe Bègles – Données de trafics par tronçon

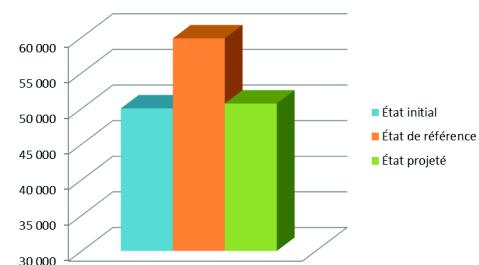


Figure 41 : Groupe Bègles – Évolution du kilométrage parcouru total

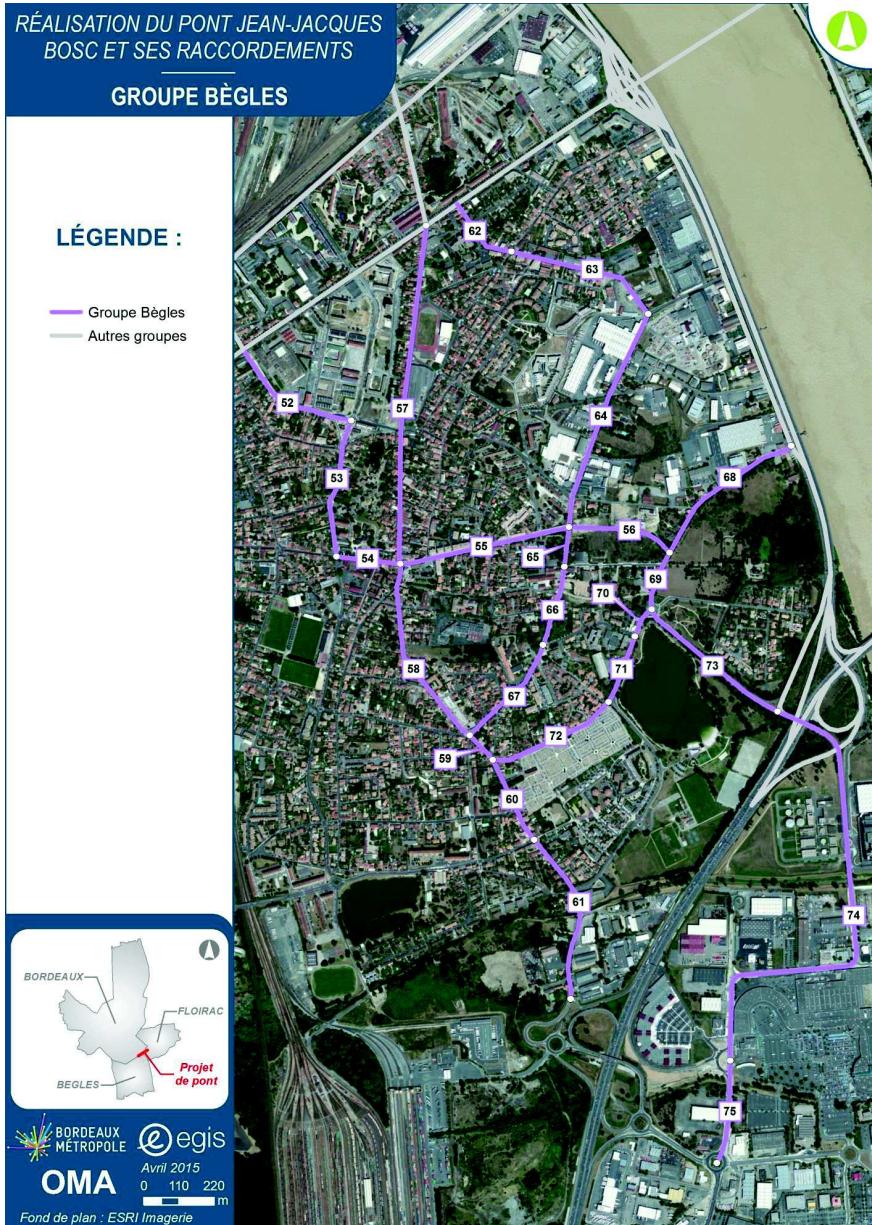


Figure 42 : Groupe Bègles – Réseau routier

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Groupe Floirac

Ce groupe compte 35 tronçons pour un linéaire d'environ 9,8 km pour l'état initial de 2019, 53 tronçons pour un linéaire d'environ 14,6 km pour l'état de référence de 2030 et 53 tronçons pour un linéaire d'environ 14,5 km pour l'état projeté de 2030.

Groupe	Numéro	Tronçon abrégé	Longueur en km	VL	État initial - 2019			État de référence - 2030			État projeté - 2030					
					PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL		
Floirac	76	Dauquet	0,653					1 746	54	1 800	50	1 329	41	1 370	50	
	77	Giret01	0,359					1 339	41	1 380	30	1 620	50	1 670	30	
	78	Giret02	0,160					1 219	41	1 20	1 380	50	1 620	50	1 670	50
	79	Gambetta01	0,420	2 169	71	120	2 360	30	1 209	41	1 20	1 370	30	1 568	52	
	80	Gambetta02	0,212	8 833	277	120	9 230	30	2 664	86	120	2 870	30	2 994	96	
	81	Gambetta03	0,241	8 833	277	120	9 230	30	8 523	267	120	8 910	30	8 629	271	
	82	Combes10	0,278					6 344	196	6 540	50	4 384	136	4 520	50	
	83	Combes09	0,135					6 111	189	6 300	50	4 268	132	4 400	50	
	84	Combes08	0,242					5 122	158	5 280	50	2 677	83	2 760	50	
	85	Combes07	0,095	1 752	58	120	1 930	50	3 828	122	120	4 070	50	1 859	61	
	86	Combes06	0,136	1 752	58	120	1 930	50	3 847	123	120	4 090	50	1 878	62	
	87	Combes05	0,197	1 752	58	120	1 930	50	4 012	128	120	4 260	50	2 082	68	
	88	Combes04	0,111	1 752	58	120	1 930	50	3 983	127	120	4 230	50	2 082	68	
	89	Combes03	0,295	2 949	91		3 040	50	4 346	134		4 480	50	2 037	63	
	90	Laffargue	0,385	3 250	100		3 350	30	1 988	62		2 050	30	4 039	125	
	91	Artagnan01	0,105					1 484	46	1 530	30	524	16	540	30	
	92	Artagnan02	0,232					1 436	44	1 480	30	407	13	420	30	
	93	Artagnan03	0,098					2 221	69	2 290	30	1 862	58	1 920	30	
	94	Artagnan04	0,293					2 386	74	2 460	30	2 008	62	2 070	30	
	95	Artagnan05	0,039					2 590	80	2 670	30	2 086	64	2 150	30	
	96	Artagnan06	0,097					3 298	102	3 400	30	2 425	75	2 500	30	
	97	Cassagnac	0,289					1 959	61	2 020	30	805	25	830	30	
	98	Jaurès01	0,046					885	35	240	1 160	50	449	21	240	710
	99	Liberation	0,563					827	33	240	1 100	50	107	3	240	350
	100	Curie	0,522					730	30	240	1 000	50	507	23	240	770
	101	Jaurès02	0,178					720	30	240	990	50	1 079	41	240	1 360
	102	Richelieu01	0,522					1 271	39	1 310	50	1 018	32	1 050	50	
	103	Richelieu02	0,065					2 047	63	2 110	50	1 833	57	1 890	50	
	104	Mateott01	0,156	1 752	58	120	1 930	50	889	31	120	1 040	50	1 190	40	
	105	Mateott02	0,117	1 752	58	120	1 930	50	947	33	120	1 100	50	1 316	44	
	106	Mateott03	0,116	1 752	58	120	1 930	50	1 199	41	120	1 360	50	1 616	54	
	107	Dupas01	0,338	957	33	120	1 110	50	142	8	120	270	50	307	13	
	108	Dupas02	0,113	2 169	71	120	2 360	50	181	9	120	310	50	355	15	
	109	Combes02	0,295	3 967	123		4 090	50	2 852	88		2 940	50	3 279	101	
	110	Combes01	0,117	3 958	122		4 080	50	2 852	88		2 940	50	766	24	
	111	Vaillant	0,531	660	26		680	50	194	6		200	50	2 134	66	
	112	Pasteur01	0,588	4 197	283	240	4 720	50	8 023	527	240	8 790	50	9 912	648	
	113	Pasteur02	0,312	4 437	283		4 720	30	7 229	461		7 690	30	10 049	641	
	114	Pasteur03	0,445	4 197	283	240	4 720	30	7 872	518	240	8 630	30	11 294	736	
	116	Pasteur05	0,153	6 575	435	240	7 250	30	8 455	555	240	9 250	30	9 348	612	
	115	Pasteur04	0,148	6 575	435	240	7 250	50	8 455	555	240	9 250	50	9 348	612	
	117	Cabannes01	0,414	9 604	636	360	10 600	50	11 898	782	360	13 040	50	8 749	581	
	118	Guesde01	0,137	2 062	68	120	2 250	50	462	18	120	600	50	6 088	192	
	119	Guesde02	0,190	2 072	68	120	2 260	50	462	18	120	600	50	6 088	192	
	120	Guesde03	0,234	2 664	86	120	2 870	50	1 005	35	120	1 160	50	5 826	184	
	121	Guesde04	0,312	3 818	122	120	4 069	50	3 857	123	120	4 100	50	6 903	217	
	122	Mitterra01	0,309	5 444	176	240	5 869	50	6 075	198	240	6 510	50	6 754	216	
	123	Mitterra02	0,441	5 564	176	120	5 860	50	6 195	198	120	6 510	50	6 874	216	
	124	Mitterra03	0,987	1 542	48		1 590	50	1 853	57		1 910	50	2 706	84	
	125	Mitterra04	0,220	1 422	48	120	1 590	50	1 733	57	120	1 910	50	2 586	84	
	126	Alfonse04	0,133	1 419	51	240	1 710	50	194	6	240	440	50	120	2 790	
	127	Alfonse03	0,045	1 067	33		1 100	50						5 529	171	
	128	Alfonse02	0,417	827	33	240	1 100	50	194	6	240	440	50	5 289	171	
	129	Alfonse01	0,445	827	33	240	1 100	50	58	2	240	300	50	4 911	159	

Tableau 69 : Groupe Floirac – Données de trafics par tronçon

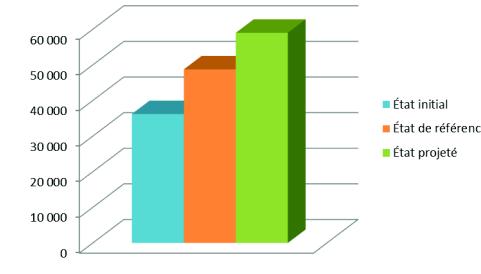


Figure 43 : Groupe Floirac – Évolution du kilométrage parcouru total

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

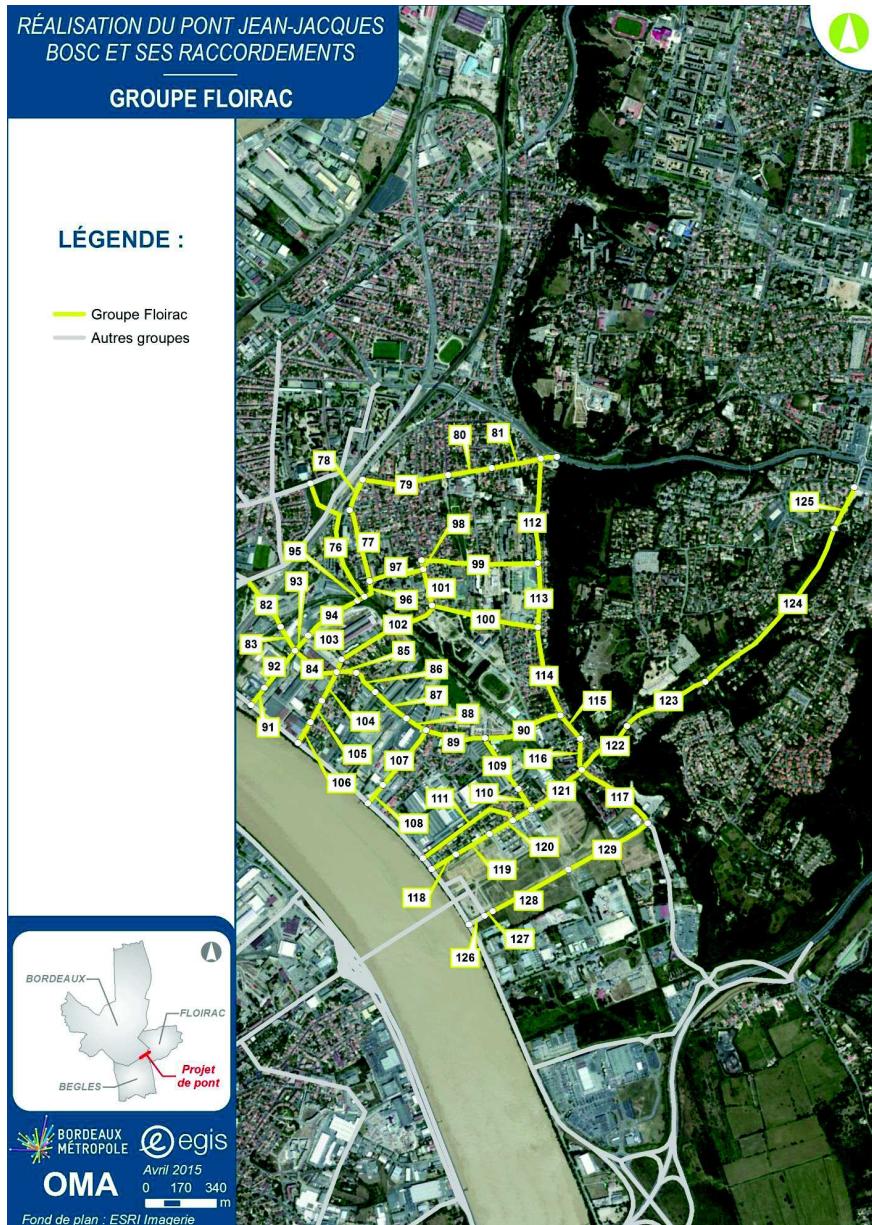


Figure 44 : Groupe Floirac – Réseau routier

Groupe Quais Rive Droite

Ce groupe compte 15 tronçons pour un linéaire d'environ 4,0 km pour l'état initial de 2019 et l'état de référence de 2030 et 16 tronçons pour un linéaire d'environ 4,0 km pour l'état projeté de 2030.

Groupe	Numéro	Tronçon abrégé	Longueur en km	Etat initial - 2019					Etat de référence - 2030					Etat projeté - 2030				
				VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse
Quais Rive droite	130	Deschamp01	0.239	15 656	1 224	600	17 480	50	10 011	799	600	11 410	50	10 904	866	600	12 370	50
	131	Deschamp02	0.114	15 656	1 224	600	17 480	50	9 667	773	600	11 040	50	10 588	842	600	12 030	50
	132	Deschamp03	0.335	14 196	1 114	600	15 910	50	10 030	800	600	11 430	50	10 978	872	600	12 450	50
	133	Deschamp04	0.209	14 464	1 114	360	15 940	50	8 968	702	360	10 030	50	9 210	720	360	10 290	50
	134	Deschamp05	0.088	13 850	1 078	360	15 280	50	11 953	927	360	13 240	50	10 595	825	360	11 780	50
	135	Souys01	0.233	11 776	904	240	12 920	50	12 073	927	240	13 240	50	10 715	825	240	11 780	50
	136	Souys02	0.292	11 776	904	240	12 920	50	10 976	844	240	12 060	50	10 660	820	240	11 720	50
	137	Souys03	0.298	10 101	769	120	10 990	50	11 635	885	120	12 640	50	11 942	908	120	12 970	50
	138	Souys04	0.148	10 101	769	120	10 990	50	11 738	892	120	12 750	50	12 165	925	120	13 210	50
	139	Souys05	0.376	9 906	764	240	10 910	50	11 400	960	240	12 600	50	12 780	1 080	240	14 100	50
	140	Souys06	0.069	9 906	764	240	10 910	50	11 400	960	240	12 600	50	15 937	1 323	240	17 500	50
	141	Souys08	0.322	9 161	699	120	9 980	50	11 320	960	120	12 400	50				22 558	1 842
	142	Souys07	0.099														24 400	50
	143	TremieR0	0.222														8 100	50
	144	Souys09	0.327	9 208	702	120	10 030	50	12 252	1 028	120	13 400	50	15 614	1 326	360	17 300	50
	145	Souys10	0.434	10 250	780	120	11 150	50	12 072	918	120	13 110	50	16 110	1 240	360	17 710	50
	146	D133	0.487	8 947	673		9 620	50	9 849	741		10 590	50	13 420	1 010		14 430	50

Tableau 70 : Groupe Quais Rive droite – Données de trafics par tronçon

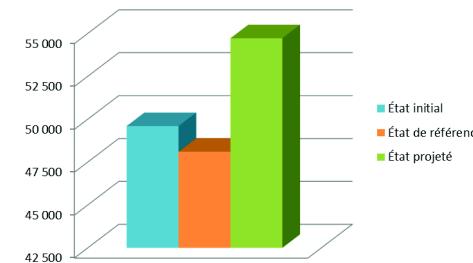


Figure 45 : Groupe Quais Rive droite – Évolution du kilométrage parcouru total

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Figure 46 : Groupe Quais Rive droite – Réseau routier

● Groupe Quais Rive Gauche

Ce groupe compte 24 tronçons pour un linéaire d'environ 7,4 km pour l'état initial de 2019 et l'état de référence de 2030 et 22 tronçons pour un linéaire d'environ 7,0 km pour l'état projeté de 2030.

Groupe	Numéro	Tronçon abrégé	Nom	Longueur en km	État initial - 2019			État de référence - 2030			État projeté - 2030				
					HPS Sens 1	HPS Sens 2	TMJA	Vitesse	HPS Sens 1	HPS Sens 2	TMJA	Vitesse	HPS Sens 1		
Quais Rive gauche	138	FrsMoga01	0,118	960	1 708	26 680	50	2 129	21 290	70	1 941	19 410	70		
	139	JolCurie08	0,249	1 275		12 750	70	1 219	12 190	70	980	9 800	70		
	140	JolCurie09	0,378	739		7 390	50	2 178	21 780	50	1 876	18 760	50		
	141	FrsMoga02	0,520	434	1 536	19 700	50	910	9 100	50	961	9 610	50		
	142	FrsMoga03	0,454	1 536	1 172	27 080	50	976	1 602	25 780	50	1 038	1 356	29 940	50
	143	FrsMoga04	0,370	1 536	1 172	27 080	50	1 452	1 045	24 970	50	1 201	1 109	23 100	50
	144	FrsMoga05	0,260	2 306	1 468	37 740	50	1 652	1 354	30 000	50	1 656	1 168		
	145	FrsMoga09	0,288										27 800	50	
	146	Brienne	0,385	400	164	5 640	50	46	460	50	190	7 000	50		
	147	FrsMoga06	0,366	866		8 660	50	747	7 470	50					
	148	FrsMoga08	0,156	602		6 020	50	607	6 070	50					
	149	FrsMoga07	0,372	2 306		23 060	50	1 652	16 520	50					
	150	A631_05	0,169	611		6 110	50	332	3 320	50					
	151	Bosc09	0,044	1 119		11 190	50	939	9 390	50					
	152	Bosc10	0,043	517		5 170	50	332	3 320	50					
	153	Bosc11	0,074	555		5 550	50	378	3 780	50					
	154	Bosc07	0,071	1 048		10 480	50	739	7 390	50					
	155	Bosc08	0,050	507		5 070	50	607	6 070	50					
	156	FrsMoga09	0,155									6 000	50		
	157	FrsMoga11	0,354									17 200	50		
	158	FrsMoga10	0,157									4 600	50		
	159	A631_07	0,197									3 400	50		
	160	A631_05	0,062									4 100	50		
	161	Wilson01	0,626	155	696	8 510	50	28	136	4 580	70	130	133	2 600	50
	162	A631_04	1,152	2 306	1 477	37 830	90	1 637	1 064	27 400	70	1 553	915	24 600	50
	163	Wilson02	0,665	28	925	9 530	70	434	4 580	50	281	2 600	50		
	164	A631_03	0,329	3 646	1 477	51 230	90	2 617	1 064	36 810	70	2 376	915	32 910	70
	165	A631_01	0,094	3 380	1 477	48 570	90	2 575	1 064	36 390	90	2 344	915	32 590	90
	166	A631_02	0,467	266		2 660	50	42	420	50	31			310	50

Tableau 71 : Groupe Quais Rive gauche – Données de trafics par tronçon

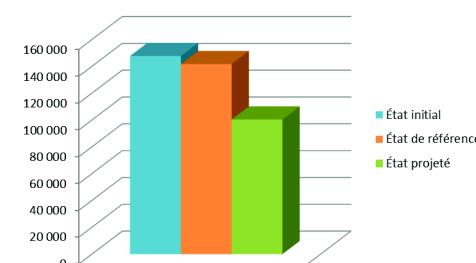


Figure 47 : Groupe Quais Rive gauche – Évolution du kilométrage parcouru total

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

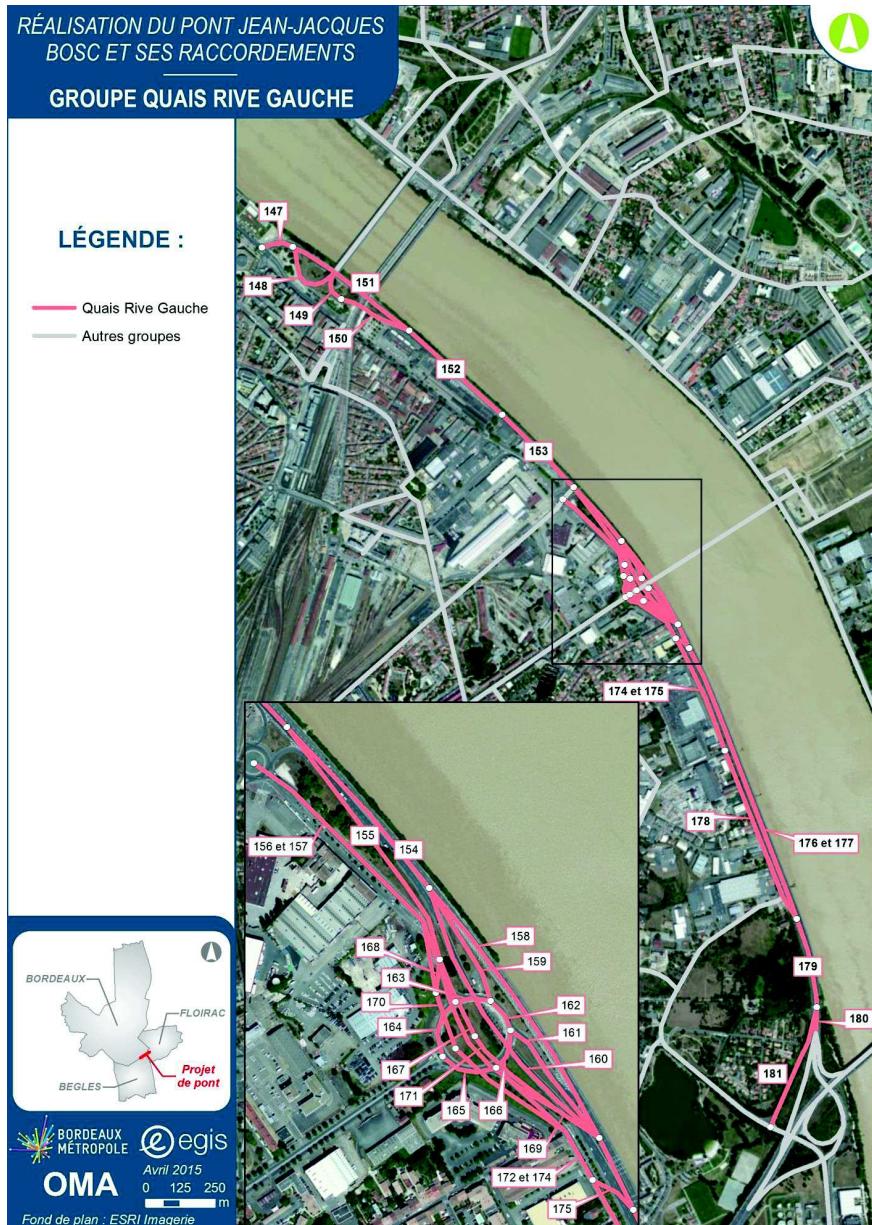


Figure 48 : Groupe Quais Rive gauche – Réseau routier

● Groupe Rocade

Ce groupe compte 23 tronçons pour un linéaire d'environ 7,3 km pour l'état initial de 2019 et l'état de référence de 2030 et 22 tronçons pour un linéaire d'environ 7,1 km pour l'état projeté de 2030.

Groupe	Numéro	Tronçon abrégé	Longueur en km	Etat initial - 2019					Etat de référence - 2030					Etat projeté - 2030				
				VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse
Rocade	182	Rocade23	0.203	2 149	321		2 470	70	2 340	350		2 690	70	4 750	710	5 460	70	
	183	Rocade22	0.364	905	135		1 040	50	1 027	153		1 180	50	1 784	266	2 050	50	
	184	Rocade21	0.063	12 006	1 794		13 800	50	14 198	2 122		16 320	50	11 240	1 680	12 920	50	
	185	Rocade20	0.761	69 261	10 349		79 610	90	76 325	11 405		87 730	90	67 460	10 080	77 540	90	
	186	Rocade17	0.188	687	103		790	50	2 192	328		2 520	50	2 184	326	2 510	50	
	187	Rocade16	0.127	6 908	1 032		7 940	50	9 239	1 381		10 620	50	7 760	1 160	8 920	50	
	188	Rocade13	0.190	6 220	930		7 150	50	7 047	1 053		8 100	50	5 577	833	6 410	50	
	189	Rocade15	0.264	67 930	10 150		78 080	90	73 036	10 914		83 950	90	63 806	9 534	73 340	90	
	190	Rocade19	0.279	661	99		760	50	1 096	164		1 260	50	1 462	218	1 680	50	
	191	Rocade14	0.158	8 039	1 201		9 240	50	8 596	1 284		9 880	50	7 056	1 054	8 110	50	
	192	Rocade18	0.260	8 700	1 300		10 000	50	9 692	1 448		11 140	50	8 517	1 273	9 790	50	
	193	Rocade12	0.278	82 189	12 281		94 470	90	88 679	13 251		101 930	90	76 447	11 423	87 870	90	
	194	Rocade10	0.481	2 488	372		2 860	50	4 054	606		4 660	50	3 062	458	3 520	50	
	195	Rocade11	0.470	8 822	1 318		10 140	50	9 187	1 373		10 560	50	8 387	1 253	9 640	50	
	196	Rocade09	0.750	93 499	13 971		107 470	90	101 920	15 230		117 150	90	87 896	13 134	101 030	90	
	197	Rocade08	0.231	5 037	753		5 790	30	3 967	593		4 560	30					
	198	Rocade03	0.460	12 728	1 902		14 630	90	7 195	1 075		8 270	90	8 065	1 205	9 270	90	
	199	Rocade07	0.153	88 462	13 218		101 680	90	97 953	14 637		112 590	90	87 896	13 134	101 030	90	
	200	Rocade06	0.368	24 499	3 661		28 160	50	20 497	3 063		23 564	50	20 288	3 032	23 320	50	
	201	Rocade05	0.301	16 678	2 492		19 170	50	15 208	2 272		17 480	50	12 328	1 842	14 170	50	
	202	Rocade01	0.475	7 821	1 169		8 990	70	5 290	790		6 080	70	7 960	1 190	9 150	70	
	203	Rocade04	0.232	71 784	10 726		82 510	90	85 878	12 832		98 710	90	75 568	11 292	86 860	90	
	204	Rocade02	0.226	84 512	12 628		97 140	90	93 073	13 907		106 980	90	83 633	12 497	96 130	90	

Tableau 72 : Groupe Rocade – Données de trafics par tronçon

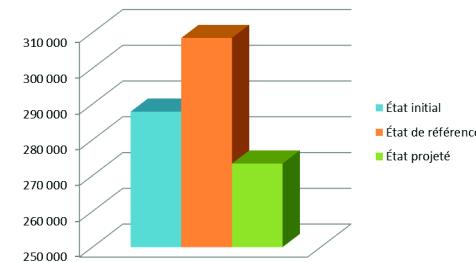


Figure 49 : Groupe Rocade – Évolution du kilométrage parcouru total

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Figure 50 : Groupe Rocade – Réseau routier

● Groupe Saint-Jean

Ce groupe compte 19 tronçons pour un linéaire d'environ 4,0 km pour l'état initial de 2019 et 22 tronçons pour un linéaire d'environ 4,3 km pour les scénarios prospectifs de 2030 (état de référence et état projeté).

Groupe	Tronçon Numéro	Nom abrégé	Longueur en km	État initial - 2019				État de référence - 2030				État projeté - 2030						
				VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse	VL	PL	TC	TMJA	Vitesse
Saint-Jean	205	Tauzia	0.114	5 587	173		5 760	30	4 481	139		4 620	30	3 812	118	3 930	30	
	206	Domercq01	0.108	5 500	170		5 670	30	194	6		200	30	155	5	480	640	30
	207	Domercq02	0.127	5 335	165		5 500	30	165	5		170	30	126	4	480	610	30
	208	PontenU	0.473	3 870	120		3 990	30	2 008	62		2 070	30	2 454	76	2 530	30	
	209	SonTay01	0.096	3 725	115		3 840	30	1 600	50		1 650	30	2 124	66	2 190	30	
	210	SonTay02	0.160	3 456	114	240	3 810	30	1 293	47	240	1 580	30	2 066	64	2 130	30	
	211	Buisson	0.036	1 603	57	240	1 900	30	1 293	47	240	1 580	30	2 066	64	2 130	30	
	212	Beck01	0.196	1 603	57	240	1 900	30	2 495	85	240	2 820	30	3 162	98	3 260	30	
	213	Beck02	0.176	1 622	58	240	1 920	30	3 000	100	240	3 340	30	3 841	119	3 960	30	
	214	Beck03	0.067	6 965	445		7 410	30	4 051	259		4 310	30	4 037	273	240	4 550	30
	215	Paillyre	0.368	5 132	328		5 460	50	1 034	66		1 100	50	672	58	240	970	50
	216	Rouillet02	0.166						1 203	37		1 240	30	902	28	930	30	
	217	Rouillet01	0.086						679	21		700	30	466	14	480	30	
	218	Delacroix1	0.159	19	1		20	30	1 368	42		1 410	30	1 145	35	1 180	30	
	219	Sarrette	0.114						854	26		880	30	660	20	680	30	
	220	Delacroix2	0.169	19	1		20	30	504	16		520	30	679	21	700	30	
	221	Vernet06	0.059	15 113	467		15 810	50	10 146	314		10 460	50	10 924	336	11 260	50	
	222	Vernet05	0.127	8 711	269		8 980	50	11 836	364		12 200	50	9 891	309	10 200	50	
	223	Vernet04	0.400	8 711	269		8 980	50	11 836	364		12 200	50	9 891	309	10 200	50	
	224	Vernet03	0.057	8 711	269		8 980	50	11 836	364		12 200	50	9 891	309	10 200	50	
	225	Vernet02	0.409	863	27		890	30	1 300	40		1 340	30	640	20	660	30	
	226	Vernet01	0.663	2 570	80		2 650	30	4 220	130		4 350	30	3 589	111	3 700	30	

Tableau 73 : Groupe Saint-Jean – Données de trafics par tronçon

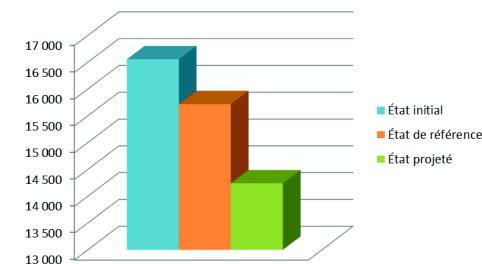


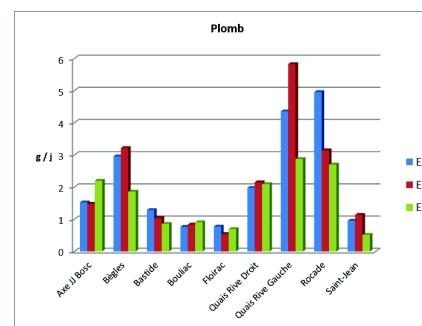
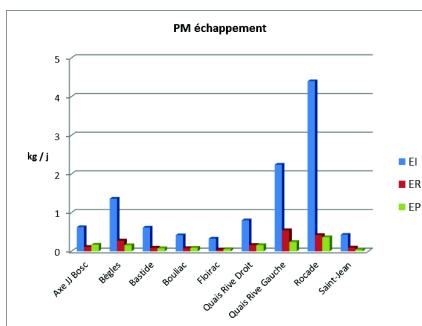
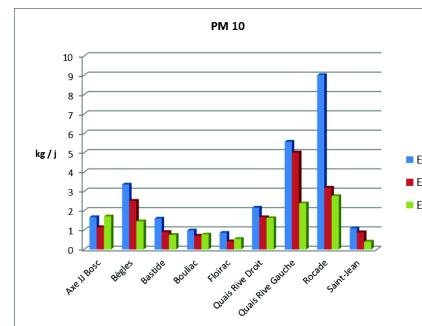
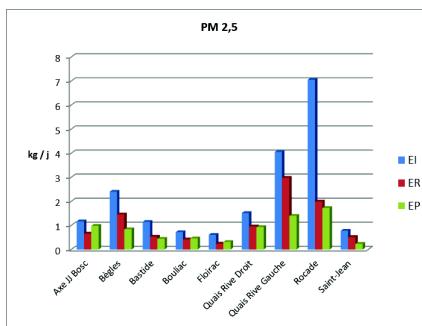
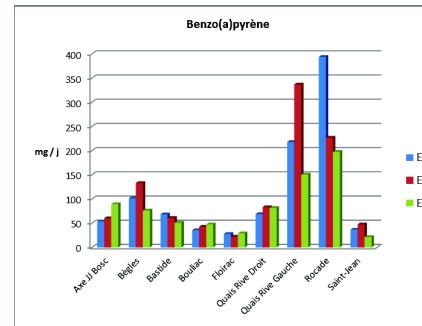
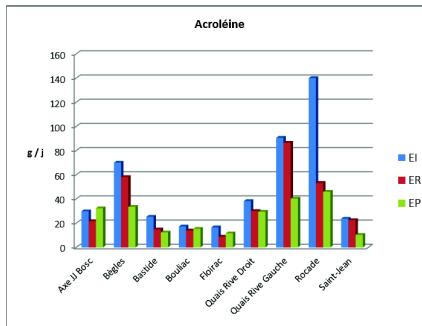
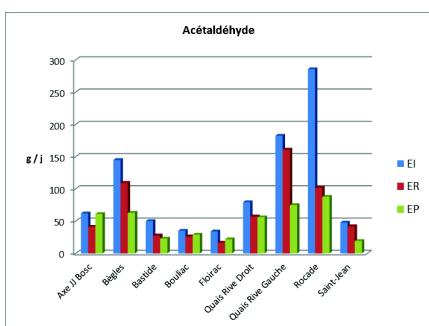
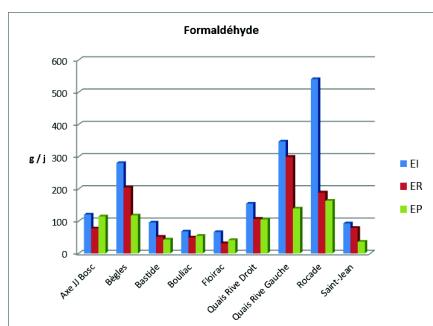
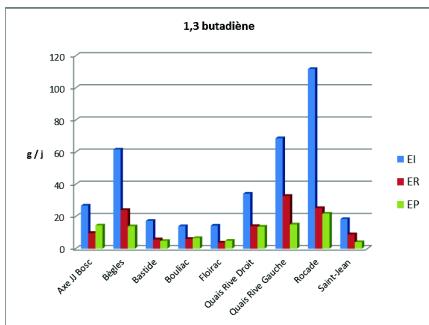
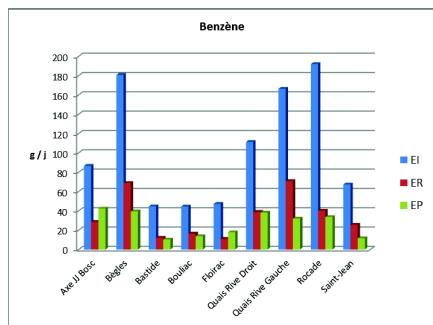
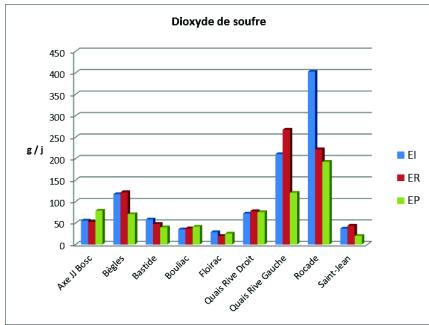
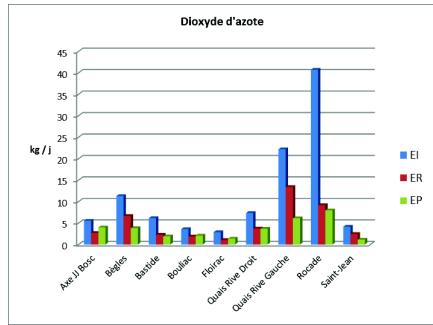
Figure 51 : Groupe Saint-Jean – Évolution du kilométrage parcouru total

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Figure 52 : Groupe Saint-Jean – Réseau routier

9.3. ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS PAR POLLUANT ET PAR GROUPE DE TRONÇONS



Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

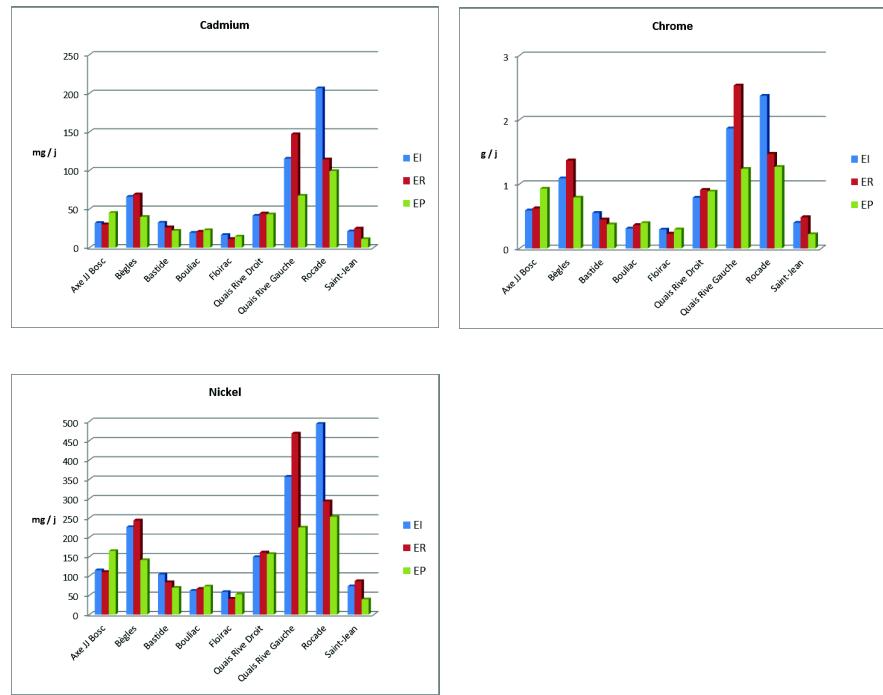


Figure 53 : Évolution des émissions par polluant et par groupe de tronçons

9.4. FICHES TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

9.4.1. ACÉTALDÉHYDE

L'acétaldéhyde, ou aldéhyde acétique, dégage une odeur fruitée et agréable à faible concentration et piquante à forte concentration. Son seuil de détection olfactive est de 0,09 mg/m³.

Ce sont les voies respiratoires supérieures qui constituent l'organe cible de l'acétaldéhyde lorsque ce composé est inhalé.

L'acétaldéhyde est classé par l'IARC dans le groupe 2B : composé probablement cancérogène (preuves insuffisantes chez l'homme, suffisantes ou limitées chez l'animal). L'US-EPA classe ce composé comme B2, un carcinogène humain probable (basé sur des preuves non adéquates chez l'homme mais suffisantes chez l'animal).

L'acétaldéhyde est étudié pour ses effets sans seuil et à seuil par inhalation, en exposition chronique.

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique de l'acétaldéhyde sont présentés dans le Tableau 74.

Substance	ERU _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Effets critiques associés, type d'étude et source
Acétaldéhyde	$2,2 \cdot 10^{-6}$	Carcinomes de la muqueuse nasale, étude sur l'animal, US-EPA, 1991
	$1,5 \cdot 10^{-7}$ à $9,0 \cdot 10^{-7}$	Tumeurs nasales, étude sur l'animal, OMS, 1986
	$2,7 \cdot 10^{-6}$	Tumeurs nasales, étude sur l'animal, OEHHA, 2005

Tableau 74 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique de l'acétaldéhyde

Pour les effets sans seuil (cancérogènes), trois organismes ont évalué la cancérogénicité de l'acétaldéhyde à partir de l'expérimentation sur le rat. A qualité d'études égales, la valeur de l'US-EPA est privilégiée par rapport à celle de l'OMS et l'OEHHA, conformément à la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 [Direction Générale de la Santé, 2014].

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique de l'acétaldéhyde sont présentées dans le Tableau 75.

Substance	VTR _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Acétaldéhyde	9	Dégénérescence de l'épithélium olfactif, étude sur l'animal, US-EPA, 1991
	300	Effets respiratoires, étude sur l'animal, OMS, 1995
	390	Effets respiratoires, étude sur l'animal, Santé Canada, 1998
	140	Dégénérescence de l'épithélium olfactif, étude sur l'animal, OEHHA, 2008

Tableau 75 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique de l'acétaldéhyde

En ce qui concerne les effets à seuil, les 4 organismes proposent des VTR basées sur les mêmes études source Appelman et al., (1982) ; Appelman et al. (1986). Les différences constatées dans la construction des VTR sont relatives aux effets critiques et valeurs critiques considérés, et aux facteurs d'incertitude qui sont retenus. La valeur de l'US-EPA est préférée à celle de Santé Canada et de l'OMS en raison de la prise en compte des spécificités de l'homme par rapport au rat par un ajustement allométrique. Dix-sept après l'OEHHA reprend la même démarche que l'US-EPA et l'actualise en se basant sur le calcul d'une benchmark concentration. L'INERIS, dans sa fiche toxicologique de 2011, considère la démarche de l'OEHHA plus conservatrice et fait le choix de la valeur de l'OEHHA. Nous suivons le choix de l'INERIS en raison de l'analyse critique récente faite sur la construction de ces VTR et conformément à la note d'information de la DGS n° 2014-307 du 31 octobre 2014.

9.4.2. ACROLÉINE

L'acroléine, à température ambiante, est un liquide incolore et légèrement jaunâtre, d'odeur désagréable, âcre et pénétrante. Son seuil de perception olfactive est compris entre 0,07 et 0,48 mg/m³.

La voie d'exposition environnementale à l'acroléine est principalement l'inhalation. Chez l'homme, c'est un puissant irritant respiratoire et muqueux et un fort irritant cutané et oculaire.

Par voie respiratoire en exposition chronique, on observe une baisse du poids corporel, une baisse de la fonction pulmonaire, et des modifications pathologiques (inflammation, métaplasie et hyperplasie) du nez, des voies respiratoires supérieures et des poumons.

L'acroléine a été classée dans le groupe 3 par l'IARC (composé non classifiable comme cancérogène pour l'homme).

Dans le cadre de cette étude, l'acroléine est retenu comme traceur de l'impact sanitaire pour ses effets à seuil par inhalation, en exposition chronique et aiguë.

Pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique, les VTR sont présentées dans le Tableau 76.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Substance	VTR _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Acroléine	0,02	Effets histologiques sur le nez, étude sur l'animal, US-EPA, 2003
	0,4	Lésions nasales, étude sur l'animal, Santé Canada, 1998
	0,35	Lésions de l'épithélium respiratoire, étude sur l'animal, OEHHA, 2008

Tableau 76 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique de l'acroléine

Trois organismes, l'US-EPA, Santé Canada et l'OEHHA ont dérivé une valeur toxicologique de référence pour une exposition chronique par inhalation pour des effets à seuil. Dans les trois cas, la valeur est établie à partir d'une étude expérimentale subchronique sur les rats, pour des effets histologiques au niveau du nez. A qualité d'études égales, nous retenons comme valeur de référence la valeur établie par l'US-EPA conformément à la note d'information de la DGS N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

Les VTR proposées pour l'exposition aiguë à l'acroléine sont présentées dans le Tableau 77.

Substance	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée d'exposition	Effets critiques associés, type d'étude et source
Acroléine	7	24 heures	Effets respiratoires, études sur l'homme, ATSDR, 2007
	2,5	1 heure	Irritations oculaires, études sur l'homme, OEHHA, 2008

Tableau 77 : Présentation des VTR pour des effets en exposition aiguë pour l'acroléine

Dans le cadre de cette étude, pour rendre compte des risques sanitaires aigus de l'acroléine, nous privilégions une durée d'exposition sur 24 h et retenons ainsi la valeur de l'ATSDR.

9.4.3. BENZÈNE

La forme gazeuse du benzène est caractérisée par une odeur agréable qui peut provoquer, à des concentrations élevées, une narcose similaire à celle observée pour d'autres gaz anesthésiants.

L'exposition aiguë à plusieurs centaines de ppm agit sur le système nerveux central entraînant notamment des états de somnolence, d'ébriété et des maux de tête. Des expositions plus faibles mais prolongées peuvent altérer la mémoire et certaines capacités psychiques. Enfin, le benzène est responsable d'effets irritants sur la peau et les muqueuses (oculaires et respiratoires en particulier).

En exposition chronique, cette substance se distingue, pour l'espèce humaine, par sa grande toxicité pour les cellules sanguines et les organes qui les produisent (moelle osseuse). Ceci se manifeste par une réduction des globules rouges, blancs ou des plaquettes. L'importance de ces effets est fonction des doses de benzène auxquelles le sujet est exposé. L'affection qui préoccupe le plus, tant au niveau professionnel qu'environnemental, est la survenue de cancers du sang liés à l'exposition répétée à des concentrations de benzène de quelques ppm pendant plusieurs dizaines d'années. En effet, celui-ci

provoque certaines leucémies myéloïdes. Ces atteintes surviendraient plus fréquemment après des expositions faibles et continues plutôt qu'élevées et intermittentes (pics de pollution). Elles sont souvent précédées par certaines anomalies sanguines. De plus, il a été démontré chez l'animal que le benzène peut induire des altérations génétiques transmissibles à la descendance.

Le benzène est reconnu comme cancérogène (risque de leucémie) et génotoxique par le CIRC (groupe 1A).

L'inhalation de concentrations élevées entraîne une narcose similaire à celle observée pour d'autres gaz anesthésiants. Cette dépression du système nerveux central peut s'accompagner de convulsions, et la mort résulte d'une dépression respiratoire. L'exposition à 20 000 ppm (64 980 mg/m^3) pendant 5 à 10 minutes est fatale. Dans les formes légères d'intoxication, une excitation puis des troubles de la parole, des céphalées, des vertiges, des insomnies, des nausées, des paresthésies dans les mains et les pieds et de la fatigue sont rapportés (d'après INERIS, 2006).

Le benzène est étudié pour ses effets à seuil (exposition chronique et aiguë) et sans seuil par inhalation.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du benzène sont présentées dans le Tableau 78.

Substance	VTR _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzène	30	Diminution des lymphocytes, étude sur l'homme, US-EPA, 2003
	10	Diminution des lymphocytes B, étude sur l'homme, ATSDR, 2007
	60	Effet sur les systèmes hématopoïétiques, étude sur l'homme, OEHHA, 2003

Tableau 78 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du benzène

Pour les effets à seuil (non cancérogènes) par inhalation, trois valeurs sont proposées à partir d'études épidémiologiques. La valeur de l'ATSDR est basée sur une étude postérieure à l'évaluation réalisée par l'US-EPA. Cette étude (Lan *et al.*, 2004) a été privilégiée par rapport à celle choisie par l'US-EPA (Rothman *et al.*, 1996) car basée sur une cohorte plus importante. La VTR de l'ATSDR paraît donc plus pertinente que celle de l'US-EPA. Par ailleurs, à qualité d'études égales, l'ATSDR est privilégié par rapport à l'OEHHA [note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 [Direction Générale de la Santé]. Le choix réalisé suit les recommandations de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET, 2008) qui retient comme Valeur Guide de la Qualité de l'Air Intérieur la VTR de l'ATSDR pour plusieurs raisons :

- le nombre d'individus est plus important (240 versus 44),
- le nombre de groupes d'exposition est plus important (3 versus 2),
- les concentrations d'exposition au benzène sont plus faibles.

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique de benzène sont présentés dans le Tableau 79.

Substance	ERU _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzène	$2,2 \cdot 10^{-6}$ à $7,8 \cdot 10^{-6}$	Leucémie, étude sur l'homme, US-EPA, 2000
	$4,4 \cdot 10^{-6}$ à $7,5 \cdot 10^{-6}$	Leucémie, étude sur l'homme, OMS, 2000
	$3,3 \cdot 10^{-6}$	Néoplasmes lymphatiques et hématopoïétiques et leucémies, étude sur l'homme, Santé Canada, 1991
	$5 \cdot 10^{-6}$	Leucémie, étude sur l'homme, RIVM, 2001
	$2,9 \cdot 10^{-5}$	Leucémie, études sur l'homme et l'animal, OEHHA, 2002
	$2,6 \cdot 10^{-5}$	Leucémie, études sur l'homme, ANSES, 2014

Tableau 79 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique du benzène

Pour les **effets sans seuil** (cancérogènes) par inhalation, six organismes proposent des valeurs à partir d'études sur l'homme. A qualité d'études égales, conformément à la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 [Direction Générale de la Santé], nous retenons en priorité la valeur établie par l'ANSES. Cette valeur bénéficie par ailleurs d'un fort niveau de confiance en raison de la qualité de l'étude retenue, du choix de l'effet critique retenu (études épidémiologiques de bonne qualité scientifique et effets cohérents avec les études toxicologiques) et de la dose critique retenue.

Les VTR proposées pour l'exposition aiguë au benzène sont présentées dans le Tableau 80.

Substance	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée d'exposition	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzène	30	1-14 jours	Effets immunologiques étude sur l'animal, ATSDR, 2007
	3	8 heures	Effets hématologiques, études sur l'homme, OEHHA, 2014
	27	1 heure	Effets sur le développement, le système immunitaire et hématologique, études sur l'animal, OEHHA, 2014

Tableau 80 : Présentation des VTR pour des effets en exposition aiguë pour le benzène

Dans le cadre de cette étude, pour rendre compte des risques sanitaires aigus du benzène, nous privilégions une durée d'exposition sur 24 h et retenons ainsi la valeur de l'ATSDR.

9.4.4. BENZO(A)PYRENE

Le benzo(a)pyrène, appartient à la famille des HAP. Il peut être absorbé par voie orale, pulmonaire ou cutanée.

Le benzo(a)pyrène peut être absorbé par voie orale, pulmonaire ou cutanée. Le benzo(a)pyrène est considéré comme un cancérogène local et systémique pour de nombreuses espèces animales. Des effets mutagènes ont été démontrés chez l'animal (il se fixe sur l'ADN) et sont soupçonnés chez l'humain.

Le CIRC a classé le benzo(a)pyrène dans le groupe 2A, cancérogène probable pour l'homme (preuves limitées chez l'homme, suffisantes chez l'animal). L'US-EPA a classé le composé dans le groupe 2B (preuves non adéquates chez l'homme, suffisantes chez l'animal).

Le benzo(a)pyrène ne dispose pas de VTR pour des effets à seuil, par inhalation et ingestion.

Le benzo(a)pyrène est retenu dans cette étude pour ses effets sans seuil par inhalation et ingestion, en exposition chronique.

Pour les effets sans seuil, pour une exposition chronique par inhalation les VTR existantes sont présentées dans le Tableau 81.

La valeur de Santé Canada n'est pas retenue car elle est provisoire. La valeur de l'OMS (2000), établie à partir de données épidémiologiques chez des salariés travaillant dans une cokerie et exposés à un mélange de HAP (et donc non spécifique au B(a)P) n'est pas applicable dans le présent cas.

Dans l'étude de l'OEHHA (2002), les effets observés sont des tumeurs sur le tractus respiratoire supérieur et la valeur proposée a été établie à l'aide d'un modèle multi-étapes linéarisé sans seuil. Nous avons donc retenu cette valeur qui suit le choix de l'INERIS dans sa fiche de 2009 relative aux HAP.

Traceurs	ERU _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Effets critiques associés, type d'étude et source
B(a)P	$1,1 \cdot 10^{-3}$	Cancer du tractus respiratoire supérieur, étude sur l'animal, OEHHA, 2002
	(mélange de HAP de cokerie) $8,7 \cdot 10^{-2}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2000
	Valeur provisoire : $3,13 \cdot 10^{-3}$	Cancer du tractus respiratoire supérieur, études chez l'animal, Santé Canada, 1993

Tableau 81 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation du benzo(a)pyrène

Pour les effets sans seuil par exposition chronique par voie orale, les VTR existantes sont présentées dans le Tableau 82.

Traceurs	ERU _o ($\text{mg}/\text{kg pc/j}$) ⁻¹	Effets critiques associés, type d'étude et source
B(a)P	7,3	Cancer de l'estomac, trachée et œsophage, étude sur l'animal, US-EPA, 1994
	12	Cancer de l'estomac, des poumons et leucémie, études sur l'animal, OEHHA, 2002,
	0,2	Cancers du foie, estomac, intestin grêle, rein, œsophage, cavité orale, peau, glande mammaire, canal auditif, études chez l'animal, RIVM, 2001

Tableau 82 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par ingestion du benzo(a)pyrène

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Concernant le choix de la valeur d'excès de risque unitaire par voie orale pour le benzo(a)pyrène, l'INERIS (2009) appuie l'avis de l'AFSSA (2003) et propose de retenir l'ERU par ingestion établi par le RIVM (2001), soit une dose virtuellement sûre de 5 ng/kg pc/j pour un excès de risque de cancer de 1.10^{-6} , ce qui correspond à un ERU par ingestion de 0,2 (mg/kg/j) $^{-1}$. L'étude critique choisie par le RIVM est de bonne qualité et le modèle mathématique utilisé est bien adapté.

9.4.5. 1,3 BUTADIÈNE

Le 1,3-butadiène est un gaz produit lors de la fabrication d'éthylène et utilisé en synthèse organique, dans la fabrication des caoutchoucs, des résines, d'émulsions latex styrène-butadiène et du néoprène. Les concentrations ubiquitaires dans l'air sont de 0,2 µg.m $^{-3}$.

Chez l'homme, la toxicité s'observe essentiellement par inhalation. Des effets hématologiques minimes sont retrouvés (exposition à 20 ppm de 1,3-butadiène) et, potentiellement, des effets cardiovasculaires. Chez l'animal, la toxicité s'observe également par inhalation. Plusieurs effets sont décrits : nécrose du foie, atrophie des organes génitaux, modifications des cavités nasales (inflammation, fibrose, métaplasie...), hyperplasie de l'estomac et de l'épithélium respiratoire et altérations rénales. Chez l'homme, il semble qu'il existe un lien entre la survenue de leucémies et les expositions au 1,3-butadiène.

Deux types d'effets sont étudiés pour le 1,3-butadiène dans la présente étude : **les effets à seuil et sans seuil par inhalation, en exposition chronique**.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du 1,3 butadiène sont présentés dans le Tableau 83.

Substance	VTR _i (µg/m 3)	Effets critiques associés, type d'étude et source
1,3-butadiène	2	Effets d'atrophie ovarienne, étude sur l'animal, OEHHA, 2013
	2	Effets d'atrophie ovarienne, étude sur l'animal, US-EPA, 2002

Tableau 83 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du 1,3-butadiène

Pour les effets chroniques à seuil par inhalation, deux organismes proposent une valeur identique : l'OEHHA et l'US-EPA. Ces organismes se sont basés sur la même étude pour calculer une benchmark dose. Nous retenons donc la valeur proposée à la fois par l'US-EPA et l'OEHHA.

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique du 1,3 butadiène sont présentés dans le Tableau 84.

Substance	ERU _i (µg/m 3) $^{-1}$	Effets critiques associés, type d'étude et source
1,3-butadiène	$1.7 \cdot 10^{-4}$	Cancer des poumons et des bronches, étude sur l'animal, OEHHA, 2008
	$6 \cdot 10^{-6}$	Leucémie, étude sur l'homme, Santé Canada 2000
	$3.5 \cdot 10^{-5}$	Leucémie, étude sur l'homme, US-EPA, 2002

Tableau 84 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique du 1,3-butadiène

Pour des effets sans seuil, trois organismes proposent une valeur: l'OEHHA, Santé Canada, et l'US - EPA. Santé Canada se base sur une étude épidémiologique menée sur 15 000 travailleurs. L'étude établie une association entre l'exposition au 1,3-butadiène et l'apparition de leucémies. Néanmoins, ces travailleurs sont co-exposés au styrène et au benzène. De plus, Santé Canada indique que ces valeurs ne sont pas établies pour une utilisation dans le cadre d'évaluation de risques. Pour cette raison, la valeur n'est pas retenue. De même, la valeur de l'US-EPA qui se base sur l'analyse faite par Santé Canada en ajoutant un facteur d'incertitude de 2 pour protéger la population générale, n'est pas retenue. L'OEHHA se base sur plusieurs études expérimentales et choisit la plus pertinente pour calculer l'ERUi. L'étude utilisée est une étude de bonne qualité chez la souris, ne prenant en compte que les effets du 1,3-butadiène. Nous choisissons donc la valeur de l'OEHHA et suivons ainsi le choix de l'INERIS dans sa fiche de 2011 relative au 1,3-butadiene.

9.4.6. CADMIUM

La principale origine du cadmium dans l'air est anthropique. Dans l'air, il est surtout présent sous forme d'oxydes de cadmium. Ce sont des composés stables non soumis à des réactions photochimiques. Le cadmium peut se redéposer sur les sols et dans l'eau à l'état de poussières (dépôts secs ou humides).

Dans l'industrie, le cadmium est principalement utilisé dans la fabrication d'accumulateurs, dans la galvanoplastie, la production de pigments et comme adjuvants aux plastiques.

La principale voie d'exposition chez l'homme en population générale est l'alimentation (plus de 90 % de l'apport journalier), la contribution des autres voies d'exposition est nettement plus faible. Mais les études chez l'homme et l'animal ont montré que l'absorption pulmonaire était plus importante que l'absorption gastro-intestinale.

Le principal organe cible est le rein. L'exposition chronique au cadmium entraîne l'apparition d'une néphropathie irréversible pouvant évoluer vers une insuffisance rénale. En exposition chronique par inhalation, des atteintes respiratoires (bronchite chronique, fibrose, emphysème) sont également décrites en milieu professionnel. Pour des concentrations élevées, des atteintes du squelette et une augmentation de la pression artérielle ont aussi été relevées. En exposition chronique par ingestion, les premiers troubles se traduisent par une augmentation de l'excrétion de protéines à faible poids moléculaire encore appelée protéinurie tubulaire. Même si l'absorption par ingestion est basse, des désordres osseux, incluant l'ostéoporose et l'ostéomalacie, ont aussi été observés suite à une exposition chronique à des niveaux élevés de cadmium dans la nourriture.

Le cadmium est classé comme cancérogène chez l'homme (groupe 1) par le CIRC et comme cancérogène probable chez l'homme (groupe B1) par l'US-EPA. Des cancers du poumon sont apparus chez l'homme exposé professionnellement à du cadmium métallique ou à ses composés. Par voie orale, aucune étude chez l'homme, exposé au cadmium à partir d'une contamination environnementale, n'a montré une augmentation du risque de cancers.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Le cadmium est étudié, en exposition chronique, pour ses effets sans seuil et à seuil par inhalation et pour ses effets à seuil par ingestion.

Les ERU proposés pour les effets cancérogènes sans seuil et à seuil par inhalation chronique du cadmium sont présentés dans le Tableau 85.

Substance	Type d'effet	Valeur de référence	Effets critiques associés, type d'étude et source
Cadmium	Sans seuil	$1,8 \cdot 10^{-3}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Cancer du poumon, étude sur l'homme, US-EPA, 1992
		$9,8 \cdot 10^{-3}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Cancer du poumon, étude sur l'animal, Santé Canada, 1993
		$4,2 \cdot 10^{-3}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OEHHA, 2002
	A seuil	0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Cancer du poumon, étude sur des rats ANSES, 2012

Tableau 85 : Présentation des VTR pour les effets cancérogènes sans seuil et à seuil par inhalation en exposition chronique du cadmium

Quatre organismes proposent une valeur, l'US EPA (1992), l'OEHHA (2002), Santé Canada (1993) et l'ANSES (2012). Les trois premiers proposent des valeurs pour des effets cancérogènes sans seuil. Seule, l'ANSES propose une valeur pour des effets cancérogènes à seuil d'effet ($0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La valeur toxicologique de Santé Canada se base sur une étude sur le rat (Takenaka et al., 1983; Oldiges et al., 1984). L'US EPA et l'OEHHA proposent des valeurs basées sur la même étude épidémiologique (Thun et al., 1985) et retiennent le même effet critique, à savoir l'excès de risque de cancer pour les poumons. Des modèles mathématiques différents ont été utilisés par l'US-EPA et l'OEHHA.

L'ANSES propose une valeur toxicologique de référence pour des effets cancérogènes à seuil basée sur une étude expérimentale (Takenaka et al., 1983). Cette valeur retient comme effet critique la survenue de cancers pulmonaires chez les rats males.

L'INERIS dans sa fiche toxicologique d'avril 2014 sur le cadmium et ses dérivés retient la valeur de l'ANSES car la démarche est claire, cohérente et argumentée. L'INERIS propose de ne pas retenir de valeurs sans seuil en supplément de celle de l'ANSES pour des effets cancérogènes à seuil. Nous suivons le choix de l'INERIS et retenons dans le cadre de cette étude la valeur de $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour des effets cancérogènes à seuil du cadmium.

Les valeurs toxicologiques de référence proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du cadmium sont présentées dans le Tableau 86.

Substance	VTR _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Cadmium	0,005	Effets rénaux, études sur l'homme, OMS, 2000
	0,01	Effets rénaux, études sur l'homme, ATSDR, 2012
	0,02	Effets rénaux et respiratoires, étude sur l'homme, OEHHA, 2003
	0,45	Effets rénaux, études sur l'homme, ANSES, 2012

Tableau 86 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du cadmium

Quatre organismes proposent des valeurs l'OMS (2000), l'OEHHA (2003), l'ATSDR (2012) et l'ANSES (2012), toutes fondées sur des données humaines.

L'INERIS dans sa fiche toxicologique d'avril 2014 sur le cadmium et ses dérivés retient la valeur de l'ANSES. En effet, si la construction des valeurs de l'ATSDR (2012) et de l'ANSES (2012) présente une démarche analogue, celle de l'ANSES intègre les travaux de l'ATSDR (2008) et ceux de l'EFSA (2009), ce qui la rend plus pertinente. Dans ces conditions, la nouvelle valeur de l'ATSDR (2012) ne remet pas en cause la valeur de l'ANSES (2012) qui est donc retenue par l'INERIS pour les effets non cancérogènes. Nous suivons le choix de l'INERIS et retenons dans le cadre de cette étude la valeur de $0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour une exposition chronique par ingestion, les valeurs toxicologiques pour des effets à seuil du cadmium sont présentées dans le Tableau 87.

Substance	VTR _o (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Cadmium	$5 \cdot 10^{-4}$ (eau de boisson) $1 \cdot 10^{-3}$ (alimentation)	Effets rénaux, études sur l'homme, US-EPA, 1994
	$1 \cdot 10^{-4}$	Effets rénaux, études sur l'homme, ATSDR, 2012
	$1 \cdot 10^{-3}$	Effets rénaux, études sur l'homme, OMS, 1972
	$5 \cdot 10^{-4}$	Effets rénaux, études sur l'homme, RIVM, 2001
	$5 \cdot 10^{-4}$	Effets rénaux, étude sur l'homme, OEHHA, 2003
	$3,6 \cdot 10^{-4}$	Effets rénaux, études sur l'homme, EFSA* 2011

Tableau 87 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion en exposition chronique du cadmium

*EFSA : autorité Européenne de sécurité des aliments

Pour le risque à seuil par ingestion, l'US-EPA, l'OMS, le RIVM et l'OEHHA proposent une VTR basée sur le même effet critique : l'apport en cadmium ne doit pas dépasser $1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$. Les informations prises en compte dans la littérature sont de bonne qualité ainsi que le raisonnement qui justifie les facteurs d'incertitude appliqués.

L'ATSDR propose une VTR basée sur une mété-analyse conduite sur un ensemble d'études épidémiologiques. L'EFSA suit cette même démarche mais intègre un nombre d'étude plus important incluant les études retenues par l'ATSDR. Les valeurs proposées par ces 2 organismes sont par

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

ailleurs proches de celles proposées par les autres organismes (RIVM et OEHHA). Nous choisissons de retenir la valeur de l'EFSA, basée sur une construction robuste, et reprenant toutes les études épidémiologiques disponibles. Ce choix suit par ailleurs les recommandations de l'INERIS dans sa fiche toxicologique sur le cadmium d'avril 2014.

9.4.7. CHROME

Dans l'atmosphère, le chrome existe surtout sous forme de particules et provient essentiellement de l'industrie chimique et de la combustion de gaz, charbon et pétrole. Les principales voies de pénétration dans l'organisme sont pulmonaires, digestives et accessoirement cutanées. Ce sont essentiellement les sels hexavalents hydrosolubles (acide chromique, chromate et bichromate de sodium et potassium,...) qui sont à l'origine de la toxicité systémique et de la cancérogénicité du chrome.

Dans l'organisme, la majeure partie du chrome (VI) est transformée en chrome (III) après pénétration dans les globules rouges, mais aussi le foie, la surface des alvéoles pulmonaires et les macrophages alvéolaires.

Par inhalation, le tractus respiratoire est la principale cible d'expression de la toxicité du chrome. L'exposition répétée par inhalation de vapeurs et poussières de chrome peut provoquer, dès 2 µg/m³, des irritations, des épistaxis, un écoulement nasal chronique, du prurit, une sécheresse du nez, une perforation et une atrophie des muqueuses nasales, des bronchites et des diminutions de la fonction pulmonaire. Des cas d'asthme ont été observés chez des travailleurs sensibilisés.

Par ingestion en exposition chronique, des troubles gastro-intestinaux (ulcères) ont été rapportés par des travailleurs suite à la déglutition de particules inhalées. Mais ces effets gastro-intestinaux doivent être considérés avec précaution du fait de la méthodologie peu stricte des études à partir desquelles ils ont été rapportés (ATSDR, 2000).

Le Cr (VI) est cancérogène pour l'homme par inhalation (groupe 1 du CIRC et groupe A de l'US-EPA). Plusieurs études épidémiologiques en milieu professionnel ont montré une corrélation entre l'exposition au chrome et le cancer du poumon.

Dans le cadre de cette étude, nous retenons la forme chrome VI (forme la plus préoccupante) pour une exposition chronique, par inhalation, pour ses effets sans seuil et sans seuil.

La forme chrome III sera retenue pour une exposition chronique, pour ses effets à seuil par ingestion. En effet, le chrome VI est largement transformé en chrome III dans les sols et les sédiments (favorisé en conditions anaérobiques et à un pH faible).

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique de chrome VI sont présentés dans le Tableau 88.

Substance	ERU _i (µg/m ³) ⁻¹	Effets critiques associés, type d'étude et source
Chrome VI	1,2.10 ⁻²	Cancer du poumon, étude sur l'homme, US-EPA 1998
	7,6.10 ⁻²	Cancer du poumon, étude sur l'homme, Santé Canada, 1993
	4.10 ⁻²	Cancer du poumon, étude sur l'homme, RIVM, 1999
	4.10 ⁻²	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2000
	1,5.10 ⁻¹	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OEHHA, 2002

Tableau 88 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique du chrome VI

Les effets sans seuil par inhalation (risque cancérogène) pour le chrome VI ont été évalués par 5 organismes. Dans la mesure où toutes les évaluations sont basées sur des études épidémiologiques, les données de l'US-EPA et de l'OMS sont privilégiées par rapport à celles du RIVM, de Santé Canada et de l'OEHHA (note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 [Direction Générale de la Santé]). L'excès de risque proposé par l'OMS est issu de plusieurs études épidémiologiques et apparaît donc plus robuste. Nous choisissons de le retenir pour cette étude. On notera de plus que l'ERU de l'OMS a également été retenu par l'INERIS dans le cadre de son rapport de mars 2009 concernant le choix des VTR, du fait :

- de l'utilisation de 3 études différentes (1979, 1982, 1990) par l'OMS alors que l'US-EPA n'en utilise qu'une (1975),
- de la prise en compte de la concentration d'exposition au chrome hexavalent alors que la VTR de l'US-EPA est calculée à partir de l'exposition au chrome total.

Pour les effets à seuil par inhalation, plusieurs formes de chrome sont étudiées d'un point de vue toxicologique. Nous présentons dans le Tableau 89 les VTR proposées pour le chrome autre que sous forme aérosol ou soluble.

Traceurs	VTR µg/m ³	Effets critiques associés, type d'étude et source
Chrome VI	0,1 (forme particulaire)	Effets respiratoires, étude sur l'animal, US-EPA 1998
	0,002 (pour le trioxyde de Cr)	Effets respiratoires, étude sur l'homme, OEHHA, 2003

Tableau 89 : Présentation des VTR pour les effets avec seuil par inhalation du chrome VI particulaire

Deux organismes proposent des VTR pour des formes de chrome autres que aérosol ou soluble. La VTR qui nous semble la plus adaptée au regard de notre étude est celle de l'US-EPA qui concerne la forme particulaire du chrome. Ce choix suit celui de l'INERIS dans son rapport de mars 2009 sur le choix des VTR.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Les ERU proposés pour les effets à seuil par ingestion chronique de chrome III sont présentés dans le Tableau 90.

Substance	VTR _o (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Chrome III	1,5	Toxicité sur le foie, étude sur l'animal, US-EPA, 1998
	5 (Cr III insoluble)	Toxicité sur le foie, étude sur l'animal, RIVM, 2001
	5.10-3 (Cr III soluble)	Toxicité sur le foie, étude sur l'animal, RIVM, 2001

Tableau 90 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion en exposition chronique de chrome III

Les effets à seuil par ingestion pour le chrome III ont été évalués par 3 organismes. Pour cette étude, ne disposant pas d'information sur la forme physico-chimique du chrome III, c'est la forme la plus générale du chrome III que nous retenons. La VTR la plus adaptée est donc celle de l'US-EPA. Ce choix suit celui de l'INERIS dans son rapport de mars 2009 sur le choix des VTR.

9.4.8. DIOXYDE D'AZOTE

Les oxydes d'azote (NOx) sont des gaz composés d'au moins une molécule d'azote et une molécule d'oxygène, il s'agit principalement du NO et du NO₂. Parmi les NOx, le dioxyde d'azote (NO₂) présente le plus grand intérêt sur le plan sanitaire.

La principale voie d'exposition du NO₂ est la voie aérienne, par exposition à l'air extérieur et intérieur des locaux et par le tabagisme. 80 à 90 % du NO₂ inhalé est absorbé et distribué à partir du système circulatoire dans tout le corps après s'être dissout partiellement dans le mucus des voies respiratoires supérieures. Des études expérimentales chez le rat ont montré que le NO₂ était excrété via les urines.

Sa toxicité respiratoire, comparée aux autres polluants, est cependant assez faible. En raison de son interaction avec d'autres polluants, ce polluant est plus considéré comme un indicateur de pollution que pour sa toxicité propre.

Le dioxyde d'azote est étudié pour ses effets à seuil par inhalation en exposition chronique et aiguë.

Aucune valeur toxicologique de référence n'est proposée à ce jour pour une exposition de type chronique. La seule valeur de référence disponible est la valeur guide définie en moyenne annuelle par l'OMS (Tableau 91), valeur indicative fixée pour protéger le grand public des effets sanitaires du dioxyde d'azote gazeux. Cette valeur est basée sur des changements légers de la fonction respiratoire chez les asthmatiques.

Cette valeur guide n'étant pas une VTR, elle ne pourra pas être utilisée pour le calcul d'indices de risque, conformément à la note d'information de la DGS N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, mais pourra être comparée aux concentrations moyennes annuelles dans l'air.

Substance	Valeur guide (µg/m ³)	Effets critiques associés, type d'étude et source
NOx	40 (NO ₂)	Effets respiratoires, études sur l'homme, OMS, 2005

Tableau 91 : Présentation de la valeur guide pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique des NOx

Les valeurs toxicologiques proposées pour une exposition aiguë au NO₂ sont présentées dans le Tableau 92.

Substance	VTR (µg/m ³)	Durée d'exposition	Effets critiques associés, type d'étude et source
NO ₂	200	1 heure	Effets respiratoires, étude sur l'homme, OMS, 2000
	470	1 heure	Effets respiratoires, étude sur l'homme, OEHHA 1999

Tableau 92 : Présentation des VTR pour les effets en exposition aiguë pour le NO₂

Les 2 valeurs proposées proviennent toutes deux d'études sur l'homme avec des effets critiques similaires relatifs à l'augmentation de la réactivité bronchique. La différence entre ces 2 valeurs provient essentiellement du fait que l'OMS utilise un LOAEL et une marge de sécurité de 50 % alors que l'OEHHA utilise un NOAEL.

A qualité d'études égales et conformément aux recommandations de la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 [Direction Générale de la Santé], nous retenons la valeur de 200 µg/m³ définie par l'OMS. Par ailleurs, la valeur de l'OMS est plus récente et plus précautionneuse.

9.4.9. DIOXYDE DE SOUFRE

Le SO₂ est un polluant atmosphérique dont la toxicité a été mise en cause dans les études épidémiologiques en population générale (atteintes respiratoires). Il reste encore aujourd'hui difficile de préciser s'il s'agit d'un effet propre à ce polluant car il est souvent associé aux particules en suspension. Les études épidémiologiques mettent plutôt en évidence des effets pour des expositions courtes (pic de pollution) et les études ne sont pas concluantes pour une exposition chronique du fait d'une exposition concomitante avec d'autres polluants. Les sujets asthmatiques constituent la population sensible au SO₂.

Le dioxyde de soufre est étudié par inhalation pour ses effets à seuil en exposition aiguë.

Le Tableau 93 présente les valeurs toxicologiques de référence pour une exposition aiguë au SO₂.

Substance	VTR (µg/m ³)	Durée d'exposition	Effets critiques associés, type d'étude et source
SO ₂	660	1 heure	Effets respiratoires, études sur l'homme, OEHHA, 1999
	20	24 heures	Effets sur les poumons et augmentation de la mortalité journalière, études sur l'homme, OMS, 2005
	26	24 heures	Effets respiratoires (bronchoconstriction avec réduction des fonctions pulmonaires), étude sur l'homme, ATSDR, 1998

Tableau 93 : Présentation des VTR pour les effets en exposition aiguë pour le SO₂

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Trois organismes (ATSDR, OMS et OEHHA) proposent des valeurs pour une exposition aiguë par inhalation au dioxyde de soufre. D'après la fiche de l'INERIS relative au SO₂, il est noté que d'une manière générale, les VTR de l'OEHHA pour des expositions d'une heure correspondent à des seuils accidentels ; la valeur proposée par l'OMS est ainsi privilégiée, conformément à la note d'information de la DGS N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

9.4.10. FORMALDÉHYDE

La forme gazeuse du formaldéhyde est caractérisée par une odeur piquante et suffocante qui peut provoquer, selon les concentrations, une irritation sévère des muqueuses respiratoires et oculaires et peut entraîner des ulcération trachéales et bronchiques.

Le formaldéhyde est également reconnu comme cancérogène (risque de cancer des fosses nasales et des sinus) et génotoxique par le CIRC (groupe 2A).

Deux types d'effets sont étudiés dans cette étude pour le formaldéhyde : les effets à seuil et sans seuil par inhalation, en exposition chronique.

Pour les effets sans seuil, les ERU proposés pour une inhalation chronique de formaldéhyde sont présentés dans le Tableau 94.

Substance	ERU _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Effets critiques associés, type d'étude et source
Formaldéhyde	1,3.10 ⁻⁵	Carcinomes dans la muqueuse nasale, étude sur l'animal, US-EPA, 1991
	5,3.10 ⁻⁶	Tumeurs nasales, étude sur l'animal, Santé Canada, 2000
	6.10 ⁻⁶	Carcinomes dans la muqueuse nasale, étude sur l'animal, OEHHA, 2002

Tableau 94 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique du formaldéhyde

Trois organismes proposent des valeurs à partir d'études sur l'animal. L'US-EPA et l'OEHHA proposent un ERU sur la base de la même étude toxicologique (Kerns et al., 1983). L'OEHHA (évaluation de 2005), plus de 10 ans après l'US-EPA (évaluation de 1991), a pris en compte un facteur complémentaire d'interpolation inter-espèce (rat/homme). La valeur proposée par Santé Canada a été établie à partir d'une étude plus récente (Monticello et al., 1996), et l'INERIS souligne dans sa fiche toxicologique de 2010 que l'incidence de tumeurs observée est la plus marquée. Cette valeur correspond à la dose pour laquelle une augmentation de 5 % de l'incidence de cancers nasaux est observée. Nous retenons l'ERU de Santé Canada et suivons le choix de l'INERIS. On notera, toutefois que les deux valeurs établies par l'OEHHA et Santé Canada sont relativement proches.

Pour les effets à seuil, les VTR proposées pour une exposition chronique par inhalation sont présentées dans le Tableau 95.

Substance	VTR _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Formaldéhyde	10	Effets respiratoires, étude sur l'homme, ATSDR, 1999
	9	Irritations oculaires et effets respiratoires, étude sur l'homme, OEHHA 2008

Tableau 95 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du formaldéhyde

Pour les effets non cancérogènes (à seuil) pour une exposition chronique par inhalation, l'ATSDR et l'OEHHA proposent des valeurs toxicologiques non significativement différentes, à partir d'études sur l'homme bien documentées. La VTR de l'ATSDR s'appuie sur un LOAEC, alors que celle de l'OEHHA s'appuie sur un NOAEC. En raison de cet élément, nous choisissons de retenir la valeur proposée par l'OEHHA et suivons en ce sens le choix de l'INERIS dans sa fiche relative au formaldéhyde mise à jour en février 2010. Cette VTR est très proche, par ailleurs, de la valeur guide de la qualité de l'air intérieur proposée en France par l'AFSSET (2007).

9.4.11. NICKEL

Le nickel est présent naturellement dans l'environnement. Dans l'industrie, il est principalement utilisé pour la production d'acières inoxydables et autres aciers spéciaux dans le but d'améliorer leurs propriétés mécaniques et leur résistance à la corrosion et à la chaleur. Le nickel est également utilisé pour la préparation d'alliages non ferreux pour la fabrication d'outils, d'ustensiles de cuisine et de ménage. Il est utilisé dans les revêtements électrolytiques des métaux et comme catalyseur en chimie organique (INRS, 1992).

62 % du nickel contenu dans l'air provient de la combustion de déchets et de fuel (ATSDR, 1997). Dans les fumées des incinérateurs, il est émis sous forme particulaire sans qu'il soit possible de différencier les différentes formes de nickel (métallique, oxydes, sulfates, silicates sous-sulfures et chlorures).

Par inhalation, les principaux effets portent sur une atteinte respiratoire (baisse de la capacité vitale, bronchite chronique, emphysème) mesurée dans des études en milieu professionnel. D'autres effets hématologiques, hépatiques et rénaux sont discutés.

Le CIRC (1990) a classé les composés du nickel dans le groupe 1 (cancérogène pour l'homme) et le nickel métallique dans le groupe 2B (probablement cancérogène pour l'homme). L'OMS distingue le nickel métal, cancérogène possible pour l'homme (groupe B2 : les données ne sont suffisantes que chez l'animal), des composés du nickel classés cancérogènes chez l'homme (classe 1 : les données sont suffisantes).

Le nickel est étudié, en exposition chronique, pour ses effets sans seuil et à seuil par inhalation ainsi que pour ses effets à seuil par ingestion.

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique du nickel sont présentés dans le Tableau 96.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Substance	ERU _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Effets critiques associés, type d'étude et source
Nickel	2,4.10 ⁻⁴	Cancer du poumon, étude sur l'homme, US-EPA, 1998
	3,8.10 ⁻⁴	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2000
	7,1.10 ⁻⁴	Cancer du poumon, étude sur l'homme, Santé Canada, 1993
	2,6.10 ⁻⁴	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OEHHA, 2002

Tableau 96 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique du nickel

Pour les effets sans seuil par inhalation, 4 organismes (US-EPA, OMS, Santé Canada et OEHHA) proposent des ERU à partir d'études épidémiologiques. La VTR de l'OMS est la seule disponible pour le nickel quelle que soit sa forme. Les autres VTR étant proposées pour des spéciations particulières (poussières de nickel ou disulfure de trinickel). Nous retenons l'ERU de 3,8.10⁻⁴ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹ de l'OMS (2000). Ce choix suit également les recommandations de l'INERIS dans son rapport d'étude « Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) » de mars 2009 et la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 [Direction Générale de la Santé].

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du nickel sont présentées dans le Tableau 97.

Substance	VTR _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Nickel	0,09 Sulfate de nickel	Effets respiratoires, étude sur l'animal, ATSDR, 2005
	0,018 Nickel métallique	Effets respiratoires, étude sur l'animal, Santé Canada, 1993
	0,018 Sous-sulfure de nickel	Effets respiratoires, étude sur l'animal, Santé Canada, 1993
	0,02 Oxyde de nickel	Effets respiratoires, étude sur l'animal, Santé Canada, 1993
	0,0035 Sulfate de nickel	Effets respiratoires, étude sur l'animal, Santé Canada, 1993
	0,05 Composés du nickel	Effets respiratoires, étude sur l'animal, RIVM, 2001
	0,014 Composés du nickel sauf oxyde de nickel	Effets sur le système respiratoire et lymphatique, étude sur l'animal, OEHHA, 2012
	0,02 Oxyde de nickel	Effets respiratoires, étude sur l'animal, OEHHA, 2012

Tableau 97 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du nickel

Pour les effets à seuil par inhalation, des évaluations sont réalisées pour différentes formes du nickel. Dans le cadre de cette étude, en l'absence d'informations précises sur la spéciation du nickel émis et compte tenu du fait que les évaluations sont toutes bien documentées, la valeur de 0,014 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de l'OEHHA est retenue; c'est la valeur la plus récente qui concerne toutes les formes de nickel (excepté l'oxyde de nickel).

Pour une exposition par ingestion, les valeurs toxicologiques pour des effets à seuil du nickel sont présentées dans le Tableau 98.

Substance	VTR _o ($\text{mg}/\text{kg pc/j}$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Nickel	2.10 ⁻² Sels solubles de Ni	Baisse du poids corporel et des organes, étude sur l'animal, US-EPA, 1998
	5.10 ⁻³ Sels solubles de Ni	Baisse du poids corporel et des organes, étude sur l'animal, OMS, 2004
	5.10 ⁻² Sels solubles de Ni	Baisse du poids corporel et des organes, étude sur l'animal, Santé Canada, 1993
	1,3.10 ⁻³ Chlorure de Ni	Effets sur la reproduction, étude sur l'animal, étude sur l'animal, Santé Canada, 1993
	5.10 ⁻² Sels solubles de Ni	Baisse du poids corporel et des organes, étude sur l'animal, RIVM, 2001
	1,12.10⁻² Ni et composés du Ni	Baisse du poids corporel et des organes, étude sur l'animal, OEHHA, 2012

Tableau 98 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion en exposition chronique du nickel

Pour les effets à seuil par ingestion, nous nous intéressons aux évaluations concernant les sels solubles du nickel et non pas le chlorure de nickel (la valeur de Santé Canada de 1,3.10⁻³ mg/kg pc/j est ainsi écartée). Les 4 premiers organismes (US-EPA, OMS, Santé Canada, et RIVM) proposant des VTR pour les sels solubles de nickel s'appuient sur la même étude d'Ambrose et al. (1976). Seuls les facteurs d'incertitude diffèrent. Santé Canada, l'OEHHA et le RIVM aboutissent à la même valeur en appliquant un facteur d'incertitude de 100. L'OMS prend en compte un facteur de 1 000 et applique donc un facteur 10 de plus pour compenser le manque d'études adéquates en toxicité chronique et en reprotoxicité et pour le peu d'études en cancérogenèse. L'US-EPA retient un facteur d'incertitude de 300, et applique un facteur 3 supplémentaire à la place du facteur 10 de l'OMS. Dans son rapport d'étude de mars 2009 « Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) », l'INERIS retenait la valeur de l'US-EPA plutôt que l'OMS.

L'OEHHA propose en 2012, une VTR basée sur une autre étude sur le rat (NiPERA 2000a,b supporté par Smith et al. 1993) mais avec un effet sur le développement prénatal. Cette valeur nous semble plus pertinente en termes de nature des composés du Nickel étudié et nous faisons le choix de la retenir.

9.4.12. PARTICULES PM10 ET PM2,5

Les particules sont connues pour les risques d'affections respiratoires et cardiovasculaires qu'elles peuvent provoquer. Les particules présentent des effets dits non spécifiques, liés principalement à leur taille qui conditionne elle-même le niveau de pénétration dans l'appareil respiratoire. Dans la partie inhalable des particules, nous distinguons, en fonction du Dae₅₀ (diamètre aérodynamique médian), la fraction extrathoracique (Dae₅₀ compris entre 10 et 100 μm), la fraction thoracique (Dae₅₀ = 10 μm), la

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

fraction trachéo-bronchique (Dae_{50} compris entre 4 et 10 μm) et la fraction alvéolaire dont le Dae_{50} est inférieur ou égal à 4 μm .

Les PM2,5 (diamètre inférieur à 2,5 μm) entraînent en plus de leurs effets non spécifiques, une augmentation des troubles liés aux autres éléments polluants présents de façon concomitante. Les études à long terme sont peu nombreuses, mais les principaux effets reconnus sont les suivants : réduction de la durée de vie, augmentation des cas de bronchites chez les enfants, réduction des capacités respiratoires chez les adultes et les enfants.

Les seules valeurs de référence disponibles pour une exposition de type chronique pour les particules (PM2,5 et PM10) sont les valeurs guide pour la protection de la santé humaine définies en moyenne annuelle par l'OMS (cf. Tableau 99).

L'OMS considère que des effets sanitaires des PM2,5 peuvent être observés à partir d'une concentration dans l'air de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette valeur correspond au niveau le plus bas pour lequel une augmentation significative de la mortalité par cancer a été observée dans l'étude ACS (American Cancer Society Study, Pope et al, 2002), avec une confiance supérieure à 95 %. La valeur de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ définie pour les PM10 est extrapolée à partir de la valeur utilisée pour les PM2,5 en considérant un ratio PM2,5/PM10 de 0,5.

Ces valeurs guide n'étant pas des VTR, elles ne pourront pas être utilisées pour le calcul d'indices de risque, conformément la note d'information de la DGS N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, mais pourront être comparées aux concentrations moyennes annuelles dans l'air.

Substances	Valeur Guide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Particules PM2,5	10	Effets respiratoires et mortalité par cancer, étude sur l'homme, OMS, 2005
Particules PM10	20	Effets respiratoires et mortalité par cancer, étude sur l'homme, OMS, 2005

Tableau 99 : Présentation des valeurs guide des particules pour une exposition chronique

En exposition aigue, les seules valeurs disponibles pour les particules PM10 et PM2,5 sont des valeurs guide définies pour la protection de la santé humaine (cf. Tableau 100).

Substances	Valeur Guide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée d'exposition	Effets critiques associés, type d'étude et source
Particules PM2,5	25	24h	Effets respiratoires et mortalité par cancer, étude sur l'homme, OMS, 2005
Particules PM10	50	24h	Effets respiratoires et mortalité par cancer, étude sur l'homme, OMS, 2005

Tableau 100 : Présentation des valeurs guide des particules pour une exposition aigue

À partir des valeurs guide établies pour une exposition chronique, l'OMS propose des valeurs guide pour des expositions 24h. %. La valeur de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ définie pour les PM10 est extrapolée à partir de la

valeur utilisée pour les PM2,5 en considérant un ratio PM2,5/PM10 de 0,5. Ces valeurs sont également retenues par l'AFSSET dans son document de janvier 2010 concernant les normes en air intérieur.

9.4.13. PARTICULES DIÉSEL

L'échappement des moteurs diesel est principalement caractérisé par l'émission de particules dans une proportion environ 20 fois supérieure à celle des moteurs à essence. Ces particules sont composées de carbone élémentaire, de dérivés organiques adsorbés, de sulfates et de dérivés métalliques à l'état de traces. Les composés organiques représentent généralement 10 à 30 % des particules totales mais avec des moteurs mal conçus et mal entretenus cette proportion peut atteindre 90 %. Dans cette fraction on trouve également des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Il est à noter que les particules diesel font partie des poussières fines (diamètres inférieurs aux PM2,5), polluant de fond urbain, surveillées par les organismes de qualité de l'air. Les particules diesel représentent en moyenne 6 à 10 % des PM2,5.

L'exposition à des concentrations importantes d'émissions diesel peut entraîner des signes d'irritation des conjonctives ou des voies aériennes supérieures. Céphalées et nausées sont également possibles. Les troubles respiratoires chroniques sont les principaux effets d'une exposition à long terme des émissions des moteurs diesel.

L'US-EPA considère que les particules diesel peuvent être assimilées à des composés cancérogènes pour l'homme par inhalation via des expositions environnementales.

Dans cette étude, les particules diésel sont étudiées, en exposition chronique, pour leurs effets à seuil et sans seuil par inhalation.

Le Tableau 101 récapitule les VTR pour les effets à seuil par inhalation.

Substance	VTR _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Particules diesel	5	Effets respiratoires, étude sur le rat, US-EPA, 2003
	5,6	Effets respiratoires, étude sur le rat, OMS, 1996

Tableau 101 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique des particules diesel

Pour les effets à seuil par inhalation, les deux VTR existantes, proposées par l'US-EPA et l'OMS, sont assez proches, tant du point de vue de leur valeur que de leur mode de construction (même étude de référence notamment). Nous choisissons de retenir la valeur de l'US-EPA qui a été proposée plus récemment que celle de l'OMS. Ce choix suit également les recommandations de la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 [Direction Générale de la Santé].

Le Tableau 102 récapitule les ERI pour les effets sans seuil par inhalation.

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

Substance	ERU_i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Effets critiques associés, type d'étude et source
Particules diesel	$3,4 \cdot 10^{-6}$	Cancer du poumon, étude sur l'animal, OMS, 1996
	$3 \cdot 10^{-4}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OEHHA, 2002

Tableau 102 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation en exposition chronique des particules diesel

Pour les effets sans seuil par inhalation, l'US-EPA et l'OEHHA proposent des ERU, l'un à partir d'études sur le rat et l'autre à partir d'études sur des travailleurs sur plusieurs années. Nous privilégiions l'ERU dérivé à partir des études épidémiologiques et retenons la valeur de l'OEHHA.

9.4.14. PLOMB

Le plomb est un métal ubiquitaire aux effets connus depuis l'antiquité. Son utilisation s'est développée avec l'ère industrielle. Il est largement employé dans la métallurgie, la fabrication de tuyaux, d'accumulateurs, de peintures, de pigments. Le plomb dans l'air se trouve sous forme particulaire. Il se redépose sur les sols par dépôts secs mais surtout humides (40 à 70 % du plomb redéposé). L'adsorption du plomb dans les sols est importante au niveau de la matière organique. Sa biodisponibilité est donc limitée.

Si l'exposition par ingestion prédomine dans la population générale, et l'inhalation en milieu professionnel, ces deux voies sont le plus souvent indiscernables l'une de l'autre.

Les effets sur le système nerveux central se traduisent par une encéphalopathie saturnique grave en cas d'intoxication sévère chez l'adulte. Chez l'enfant, on observe un effet sur le développement cérébral et les fonctions cognitives. Des effets sur le système nerveux périphérique se traduisent par des paralysies partielles ainsi que des effets hématologiques et rénaux ont également été observés.

Le CIRC (2004) ainsi que l'US EPA ont classé le plomb inorganique comme cancérogène probable chez l'homme (2A) suite à des études en milieu professionnel (cancer bronchique et rénal).

Dans le cadre de cette étude le plomb est retenu, en exposition chronique, pour ses effets à seuil par inhalation et par ingestion.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du plomb sont présentées dans le Tableau 103.

Substance	VTR_i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Plomb	0,5	Plombémie, études sur l'homme, OMS, 2002

Tableau 103 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique du plomb

Pour les effets non cancérogènes par inhalation, seul l'OMS propose une VTR. La valeur de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, reprise par l'Union Européenne et par le CSHPF, est donc retenue.

Pour les effets à seuil par ingestion, les VTR existantes sont précisées dans le Tableau 104.

Substance	VTR_o ($\text{mg}/\text{kg pc/j}$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Plomb	$3,5 \cdot 10^{-3}$	Plombémie, études sur l'homme, OMS, 2004
	$3,6 \cdot 10^{-3}$	Plombémie, études sur l'homme, RIVM, 2001

Tableau 104 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion en exposition chronique du plomb

Pour les effets à seuil par ingestion, les valeurs de l'OMS et du RIVM sont issues de la même étude et sont très proches. Nous suivons la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 [Direction Générale de la Santé] et retenons la valeur de l'OMS.

9.5. CARTOGRAPHIES ZOOMÉES DES RÉSULTATS DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DES POLLUANTS

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Figure 54 : Cartographie zoomée des teneurs en dioxyde d'azote – état de référence (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Figure 55 : Cartographie zoomée des teneurs en dioxyde d'azote – état projeté (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Figure 56 : Cartographie zoomée des teneurs en benzène – état de référence (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Figure 57 : Cartographie zoomée des teneurs en benzène – état projeté (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Figure 58 : Cartographie zoomée des teneurs en PM10 – état de référence (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements

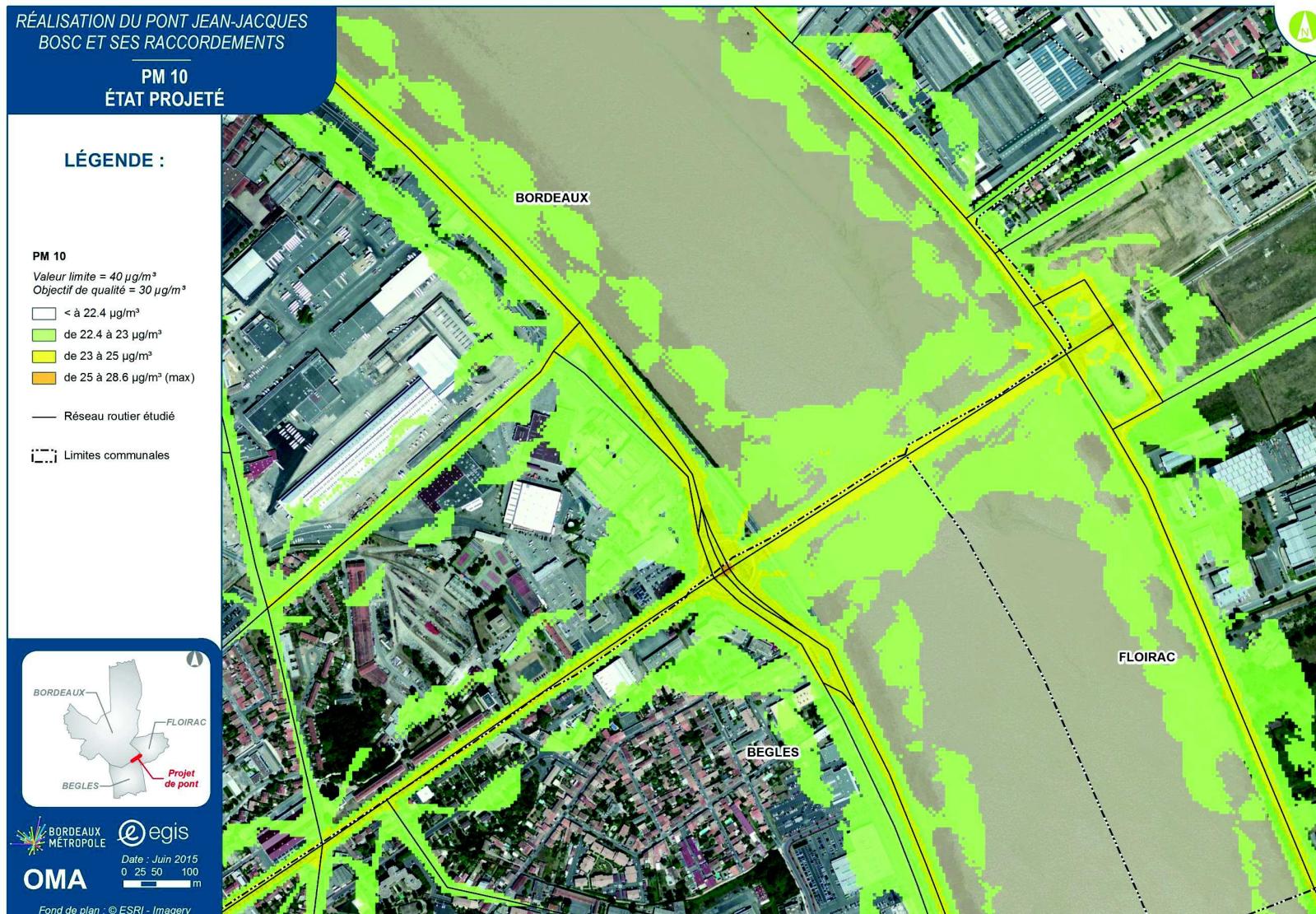


Figure 59 : Cartographie zoomée des teneurs PM10 – état projeté (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Figure 60 : Cartographie zoomée des teneurs en PM2,5 – état de référence (2030)

Pont Jean-Jacques Bosc et ses raccordements



Figure 61 : Cartographie zoomée des teneurs en PM2,5 – état projeté (2030)

