

Etude de préfiguration d'une Zone à Faibles Emissions sur Bordeaux Métropole

Scénarisation et impact sur la qualité de l'air

Référence : URB_EXT_17_046

Version finale du : 02/05/19





Auteur(s) : Benoit DUVAL
Contact Atmo Nouvelle-Aquitaine
E-mail : bduval@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

Titre : Etude de préfiguration d'une Zone à Faibles Emissions sur Bordeaux Métropole – scénarisation et impact sur la qualité de l'air

Reference : URB_EXT_17_046

Version : finale du 02/05/19

Nombre de pages : 41

	Rédaction	Vérification		Approbation
Nom	Benoit Duval	Rafaël Bunales	Agnès Hulin	Rémi Feuillade
Qualité	Ingénieur d'études	Responsable du service « Inventaire, Statistiques et Odeurs »	Responsable du service « Etudes, Modélisation et Amélioration des connaissances »	Directeur délégué « Production Exploitation »
Visa				

Conditions d'utilisation

Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet (www.atmo-nouvelleaquitaine.org)
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association.
- en cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 6 mois à partir de leur date de parution
- toute utilisation totale ou partielle de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport.

Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aura pas donnée d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas utilisées pour la validation des résultats des mesures obtenues.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- depuis le [formulaire de contact](#) de notre site Web
- par mail : contact@atmo-na.org
- par téléphone : 09 84 200 100

Sommaire

1. Introduction	6
2. Diagnostic de la qualité de l'air sur Bordeaux Métropole	6
2.1. Bilan de la qualité de l'air en 2017	6
2.2. Bilan des émissions de polluants atmosphériques	9
2.3. Carte Stratégique Air et exposition de la population	12
3. Scénarisation et qualité de l'air dans le cadre d'une Zone à Faibles Emissions	16
3.1. Méthodologie	17
3.2. Scénarisation de restriction et gain en termes de qualité de l'air	22
3.2.1. Scénario « fil de l'eau »	22
3.2.2. Scénarios et gain en termes de qualité de l'air	26
3.2.3. Populations et surfaces exposées	32
4. Conclusion	34

Annexes

Annexe 1 : classement certificat qualité de l'air sur les voitures particulières	36
Annexe 2 : carte de gains en pourcentage pour le 1^{er} scénario sur les PM10 et PM2.5	37
Annexe 3 : carte de gains en pourcentage pour le 2^{ème} scénario sur les PM10 et PM2.5	39

Polluants

→ C ₆ H ₆	Benzène
→ HAP	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
→ NO ₂	Dioxyde d'azote
→ NO _x	Oxydes d'azote
→ O ₃	Ozone
→ PM10	Particules en suspension dont le diamètre est inférieur à 10 µm
→ PM2.5	Particules fines dont le diamètre est inférieur à 2.5 µm
→ SO ₂	Dioxyde de soufre

Unités de mesure

→ µm	micromètre (=1 millionième de mètre = 10 ⁻⁶ m)
→ µg	microgramme (= 1 millionième de gramme = 10 ⁻⁶ g)
→ m ³	Mètre cube

Abréviations

→ AASQA	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
→ CL4	Véhicules classés Classe 4 selon la vignette Crit'air
→ CL5	Véhicules classés Classe 5 selon la vignette Crit'air
→ CIRCUL'AIR	Logiciel de calcul des émissions selon la méthode COPERT
→ COPERT	Computer Program to Calculate Emissions from Road Transport
→ CSA	Carte Stratégique Air
→ GNV	Gaz Naturel pour Véhicules
→ GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié
→ INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
→ IPP	Indice Pollution Population
→ LCSQA	Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
→ MAJIC	Base de données utilisée pour la méthodologie LCSQA
→ NC	Véhicules Non Classés selon la vignette Crit'Air
→ PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
→ PL	Poids Lourds
→ VL	Valeur Limite
→ VP	Véhicules Particuliers
→ VUL	Véhicules Utilitaires Légers
→ ZFE	Zone à Faibles Emissions

Seuils de qualité de l'air

- AOT 40 indicateur spécifique à l'ozone, exprimé en $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{heure}$, calculé en effectuant la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et le seuil de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures. (pour l'ozone: 40 ppb ou partie par milliard= $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- niveau critique ou valeur critique niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains
- objectif de qualité niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble
- objectif de réduction de l'exposition pourcentage de réduction de l'indicateur d'exposition moyenne de la population, fixé pour l'année de référence, dans le but de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, et devant être atteint dans la mesure du possible sur une période donnée
- obligation en matière de concentration relative à l'exposition niveau fixé sur la base de l'indicateur d'exposition moyenne et devant être atteint dans un délai donné, afin de réduire les effets nocifs sur la santé humaine
- seuil d'alerte niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence
- seuil d'information et de recommandations niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions
- valeur cible (en air extérieur) 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
- valeur critique cf. niveau critique
- valeur limite niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble

1. Introduction

Depuis 2007, des dépassements réguliers de seuils de la réglementation ont été observés sur la métropole bordelaise, plus précisément entre 2007 et 2010 pour les particules en suspension PM10 et entre 2007 et 2011 ainsi qu'en 2013 pour dioxyde d'azote NO₂. Aujourd'hui, elle ne fait plus partie des 13 zones et agglomérations, identifiées par la Commission Européenne, présentant des dépassements de seuils de qualité de l'air pour lesquelles la France l'avait mise en demeure pour ce non-respect. En revanche, les outils de modélisation montrent que, sur son territoire, les concentrations en polluants restent élevées voire en dépassements de ces mêmes seuils, notamment au niveau des principaux axes routiers.

Aussi, afin de répondre aux exigences de la Commission Européenne, l'Etat a lancé en 2015, sur la base du volontariat, un appel à projet "Villes Respirables en 5 ans" pour lequel Bordeaux Métropole s'est engagée et a été retenue en tant que lauréate. Elle reçoit un appui financier et méthodologique des services de l'Etat et de l'ADEME. Concrètement, la métropole s'engage, entre autres, à réaliser une carte stratégique de la qualité de l'air pour une meilleure prise en compte de l'exposition des populations à la pollution atmosphérique dans les zones d'aménagement urbain.

À Bordeaux, les dépassements récurrents de la station de proximité automobile de Gambetta fermée fin 2017 et déplacée sur les boulevards, représentative des niveaux d'exposition observés en proximité automobile, posent la question de la mise en place et de l'opportunité d'une Zone à Faibles Emissions, ZFE. C'est pourquoi, dans le cadre de l'appel à projet, Bordeaux Métropole s'est engagée à réaliser une étude permettant de conclure sur l'opportunité de mettre en place une ZFE. Atmo Nouvelle-Aquitaine a été intégré en tant que partenaire dans cette étude pour la réalisation d'études de scénarisation et évaluer l'impact en termes de qualité de l'air lié à la mise en œuvre de la ZFE.

Ce rapport a pour objectif de présenter sur la métropole bordelaise :

- Un diagnostic basé sur un bilan de la qualité de l'air, un inventaire des émissions de polluants atmosphériques, et une Carte Stratégique Air.
- La méthodologie et les résultats de scénarisation ZFE en termes de qualité de l'air et d'exposition de la population associée.

2. Diagnostic de la qualité de l'air sur Bordeaux Métropole

2.1. Bilan de la qualité de l'air en 2017

Dix stations fixes de mesure de la qualité de l'air sont implantées sur l'agglomération bordelaise :

- Trois stations urbaines de fond : Bordeaux Grand-Parc, Talence et Bassens (PM10, PM2.5, NO_x, SO₂, O₃, Benzène, HAP)
- Trois stations périurbaines de fond : Léognan, Ambès et Saint-Sulpice (O₃)
- Trois stations de proximité automobile : Mérignac, Bordeaux-Gambetta (fermée et déplacée fin 2017 sur le boulevard Gautier) et Bordeaux-Bastide (PM10, NO_x, Benzène, HAP)
- Une station de proximité industrielle : Ambès (NO_x, O₃)

Les tableaux et figures suivants donnent un bilan 2017 des principaux polluants surveillés sur la métropole ainsi qu'une évolution des concentrations entre 2008 et 2017.

Pour le dioxyde d'azote, les seuils réglementaires sont respectés en 2017. A noter toutefois qu'en situation de proximité automobile, des dépassements ont été observés sur la station de Mérignac (en 2008) et plus régulièrement sur la station de Gambetta ces 10 dernières années (2007, 2009, 2010, 2011 et 2013). En 2017, sur cette dernière, la moyenne annuelle de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est en dessous de la valeur limite fixée à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mais reste malgré tout très proche. En parallèle, les modélisations réalisées sur la métropole montrent que des dépassements de ce seuil sont observés à proximité des axes routiers sur le territoire.

Dépt	Code station	Nom station	Influence	Implantation	NO ₂ - moy. annuelle	NO ₂ - max. horaire	NO ₂ - Nb. heures > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO _x - moy. annuelle*
33	31008	Le Temple	Fond	Rurale	2	44	0	4
	31001	Bordeaux - Grand Parc	Fond	Urbaine	16	113	0	
	31002	Bordeaux - Talence	Fond	Urbaine	18	106	0	
	31007	Bordeaux - Bassens	Fond	Urbaine	16	107	0	
	31010	Bordeaux - Ambès	Industrielle	Périurbaine	8	77	0	10
	31003	Bordeaux - Bastide	Trafic	Urbaine	22	136	0	
	31005	Bordeaux - Gambetta	Trafic	Urbaine	37	180	0	
	31006	Bordeaux - Mérignac	Trafic	Urbaine	26	134	0	
Seuils réglementaires :					Valeur limite :	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18 heures max	
					Valeur critique :			30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eq. NO ₂
					Seuil d'information/recommandations :	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
					Seuil d'alerte :	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 3 h		

* : Valeur réglementaire pour la protection des écosystèmes, calculée uniquement sur les sites périurbains et ruraux

Figure 1 : bilan réglementaire 2017 pour le dioxyde d'azote NO₂ et les oxydes d'azote NO_x

En ce qui concerne l'ozone, polluant secondaire issu des processus physico-chimiques et formé à partir de précurseurs tel que le NO₂, les objectifs de qualité sont dépassés sur l'ensemble des sites de mesure fixes (moyenne maximale sur 8 heures consécutives sur 7 sites et AOT40 sur 4 sites). Les valeurs cibles sont quant à elles respectées sur l'ensemble des sites. En ce qui concerne l'exposition aigüe, le seuil d'information/recommandations a été dépassé sur 4 des 7 sites. Les seuils d'alertes n'ont quant à eux pas été atteints en 2017.

Dépt	Code station	Nom station	Influence	Implantation	O ₃ - max. horaire	O ₃ - max. de la moy. sur 8 heures	O ₃ - nb. j. > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8h (moy. 3 ans)	O ₃ - AOT40*	O ₃ - AOT40 (moy. 5 ans)*
33	31030	Bordeaux - Léognan	Fond	Périurbaine	156	145	12	10 929	12 696
	31031	Bordeaux - Saint-Sulpice	Fond	Périurbaine	189	152	8	8 682	10 214
	31034	Bordeaux - Ambès 2	Fond	Périurbaine	221	160	10	9 933	10 649
	31008	Le Temple	Fond	Rurale	161	136	10	9 598	11 786
	31001	Bordeaux - Grand Parc	Fond	Urbaine	183	146	12		
	31002	Bordeaux - Talence	Fond	Urbaine	167	138	7		
	31007	Bordeaux - Bassens	Fond	Urbaine	205	155	11		
Seuils réglementaires :					Seuil d'info/recommandations :	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
					Seuil d'alerte :	3 seuils : - 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sur 3h) - 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sur 3h) - 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
					Objectif de qualité :	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		6 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$	
					Valeur cible :		25 j max		18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$

* : Valeur réglementaire pour la protection des écosystèmes, calculée uniquement sur les sites périurbains et ruraux

Figure 2 : bilan réglementaire 2017 pour l'ozone O₃

Pour les particules en suspension PM10, les valeurs limites et objectifs de qualité sont respectés sur les stations concernées. Seul l'objectif de qualité n'est pas respecté pour les PM2.5. Au-delà de l'exposition chronique, le seuil d'information/recommandations sur les PM10 en lien avec les épisodes de pollution a été plusieurs fois dépassé en 2017. L'évolution depuis 2008 montre que les niveaux rencontrés en moyenne sur ces polluants sont à la baisse.

Dépt	Code station	Nom station	Influence	Implantation	PM10- moy. annuelle	PM10 - max. journalier	PM10 - Nb. jours > 50 µg/m ³
33	31001	Bordeaux - Grand Parc	Fond	Urbaine	19	64	6
	31002	Bordeaux - Talence	Fond	Urbaine	19	76	9
	31007	Bordeaux - Bassens	Fond	Urbaine	17	60	6
	31003	Bordeaux - Bastide	Trafic	Urbaine	20	62	8
	31005	Bordeaux - Gambetta	Trafic	Urbaine	23	63	8
	31006	Bordeaux - Mérignac	Trafic	Urbaine	18	64	7
Seuils réglementaires :			Valeur limite :		40 µg/m ³		35 j max
			Objectif de qualité :		30 µg/m ³		
			Seuil d'info/recommandations :			50 µg/m ³	
			Seuil d'alerte :			80 µg/m ³	

Figure 3 : bilan réglementaire 2017 pour les particules en suspension PM10

Dépt	Code station	Nom station	Influence	Implantation	PM2,5- moy. annuelle
33	31002	Bordeaux - Talence	Fond	Urbaine	12
	31007	Bordeaux - Bassens	Fond	Urbaine	13
Seuils réglementaires :			Valeur limite :		25 µg/m ³
			Valeur cible :		20 µg/m ³
			Objectif de qualité :		10 µg/m ³

Figure 4 : bilan réglementaire 2017 pour les particules fines PM2.5

Pour le polluant SO₂ issu majoritairement du secteur industriel, les seuils réglementaires sont respectés pour l'année 2017 comme pour le benzène dont les émissions sont pour ce dernier principalement issues du secteur résidentiel/tertiaire et du secteur du trafic routier.

Dépt	Code station	Nom station	Influence	Implantation	SO ₂ - max. horaire	SO ₂ - nb. heures > 350 µg/m ³	SO ₂ - nb. jours > 125 µg/m ³	SO ₂ - moy. annuelle*	SO ₂ - moy. hivernale**
33	31007	Bordeaux - Bassens	Fond	Urbaine	79	0	0	1	1
Seuils réglementaires :			Seuil d'info/recommandations :		300 µg/m ³				
			Seuil d'alerte :		500 µg/m ³ (sur 3h)				
			Valeur limite :			24 h max	3 j max		
			Valeur critique :					20 µg/m ³	20 µg/m ³
			Objectif de qualité :					50 µg/m ³	
* : Concernant la valeur critique, celle-ci concerne la protection des écosystèmes, et ne concerne que les sites périurbains et ruraux									
** : Valeur réglementaire pour la protection des écosystèmes, calculée uniquement sur les sites périurbains et ruraux									

Figure 5 : bilan réglementaire 2017 pour le dioxyde de soufre SO₂

Dépt	Code station	Nom station	Influence	Implantation	C ₆ H ₆ - moy. annuelle
33	31007	Bordeaux - Bassens	Fond	Urbaine	1,1
	31005	Bordeaux - Gambetta	Trafic	Urbaine	1,8
Seuils réglementaires :			Valeur limite :		5 µg/m ³
			Objectif de qualité :		2 µg/m ³

Figure 6 : bilan réglementaire 2017 pour le benzène C₆H₆

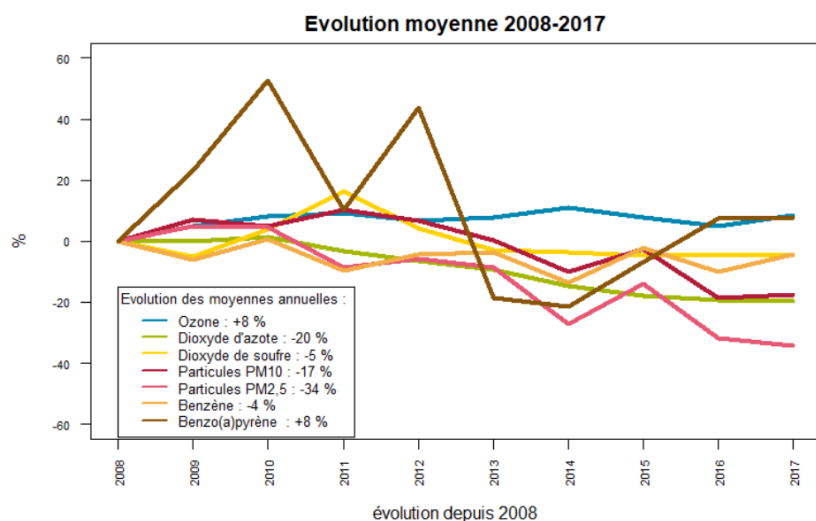
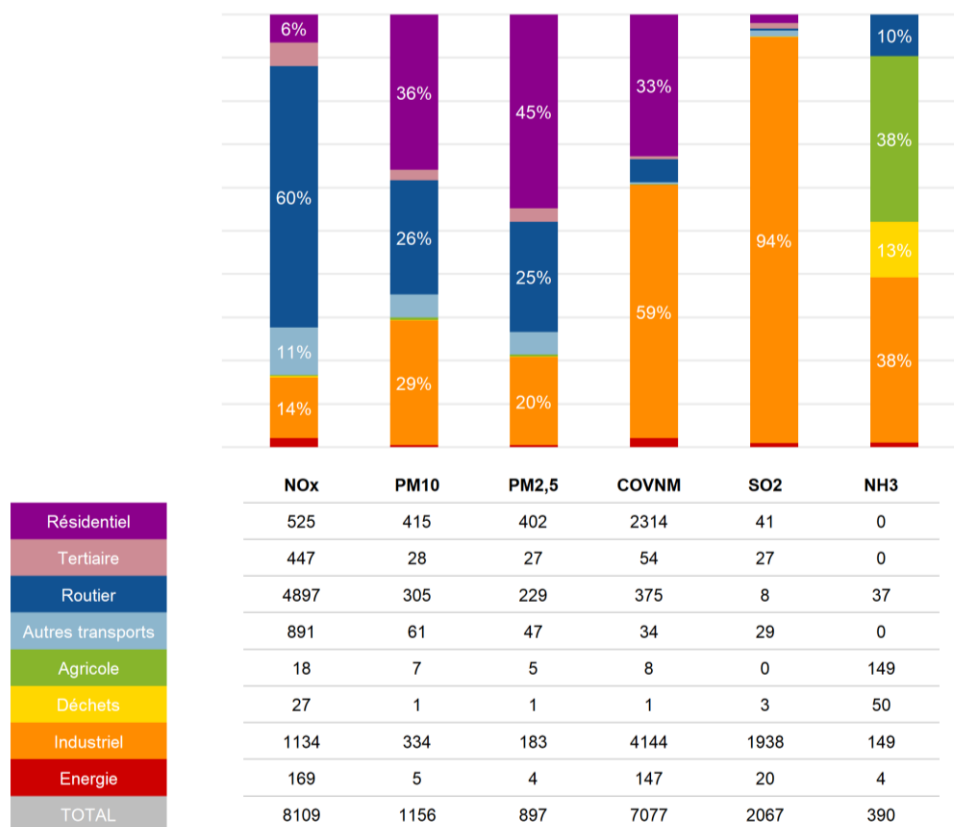


Figure 7 : évolution pluriannuelle des concentrations moyennes annuelles

2.2. Bilan des émissions de polluants atmosphériques

Afin de mieux identifier les sources d'émissions à l'origine des niveaux de polluants rencontrés sur le territoire, le bilan des émissions de polluants atmosphériques réalisé sur Bordeaux Métropole dresse un état des lieux pour l'année 2014. Comme montré sur la Figure 8, **les émissions** des trois polluants où des dépassements récurrents sont observés sur la métropole (NO₂ par l'intermédiaire des NO_x, PM10 et PM2.5) **concernent principalement le secteur routier et le secteur résidentiel/tertiaire** ce qui, en cumulant les deux secteurs, compte pour 72% des émissions totales de NO_x, 65% des émissions de PM10 et 73% des émissions de PM2.5 par rapport à l'ensemble des secteurs d'activités de la métropole.



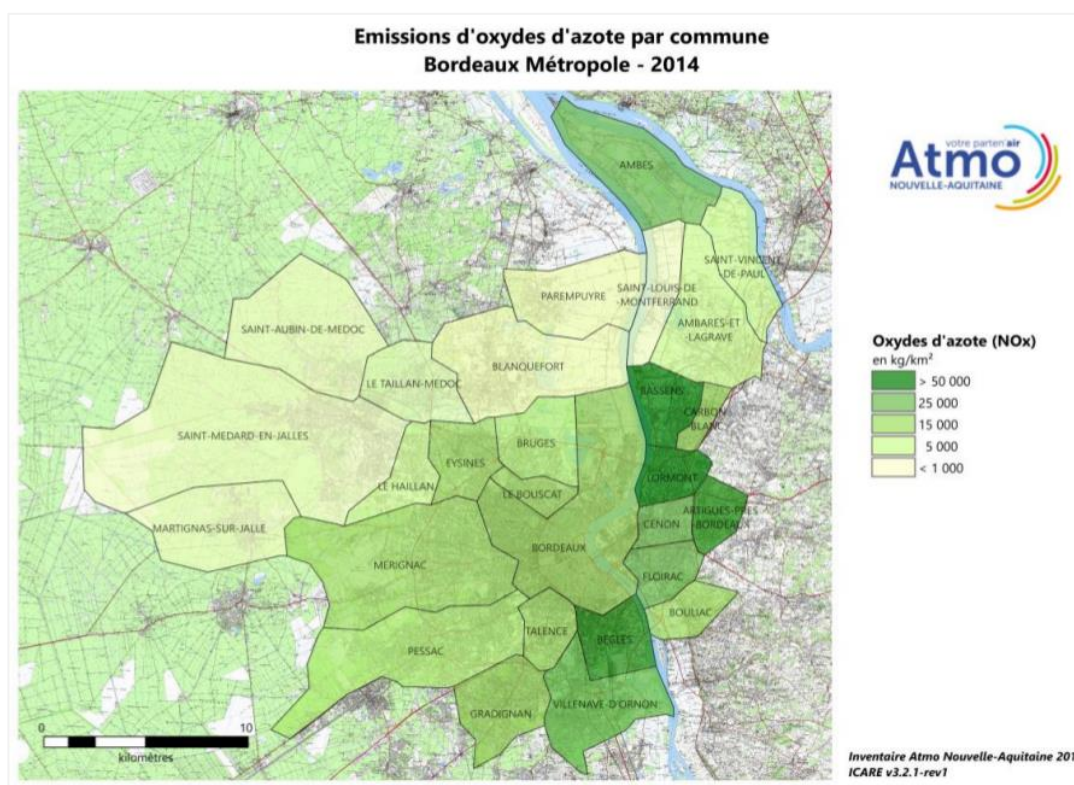
Bordeaux Métropole
Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine 2014 - ICARE v3.2.1-rev1

Figure 8 : répartition des émissions de polluants sur Bordeaux Métropole en 2014

La répartition communale des émissions des trois principaux polluants réglementés (oxydes d'azotes NO_x et particules PM₁₀ et PM_{2.5}) représentée sur les figures suivantes montre que les émissions sont centrées sur la métropole.

Concernant la carte d'émissions en oxydes d'azote, il ressort que les émissions sont majoritairement situées sur les communes où le trafic routier est le plus important par km² c'est-à-dire sur les communes traversées en particulier par les autoroutes A10, A62 et A63 ainsi que la rocade et l'ensemble des axes de la métropole. Certaines communes sont davantage émettrices (> 50 000 kg/km²) du fait qu'il existe des sources ponctuelles d'émissions industrielles. Pour les particules en suspension PM₁₀ et les particules fines PM_{2.5}, les émissions sont essentiellement émises sur les communes résidentielles et tertiaire où la population et les activités sont les plus importantes. Il s'agit des communes où le trafic est également présent.

L'ensemble des activités humaines est ainsi centré sur les zones où la population vit. Comme évoqué dans les paragraphes suivants, elle est par conséquent exposée aux concentrations finales en polluant. Il est important de noter ici que la qualité de l'air résulte d'un équilibre complexe entre les apports directs de polluants émis dans l'air, les émissions polluantes, et les phénomènes auxquels ces polluants vont être soumis une fois dans l'atmosphère : transport, dispersion, dépôt ou réactions chimiques. C'est pourquoi il ne faut pas confondre les concentrations dans l'air ambiant, caractérisant la qualité de l'air respiré, avec les émissions de polluants rejetées par une source donnée (une cheminée, un pot d'échappement, un volcan).



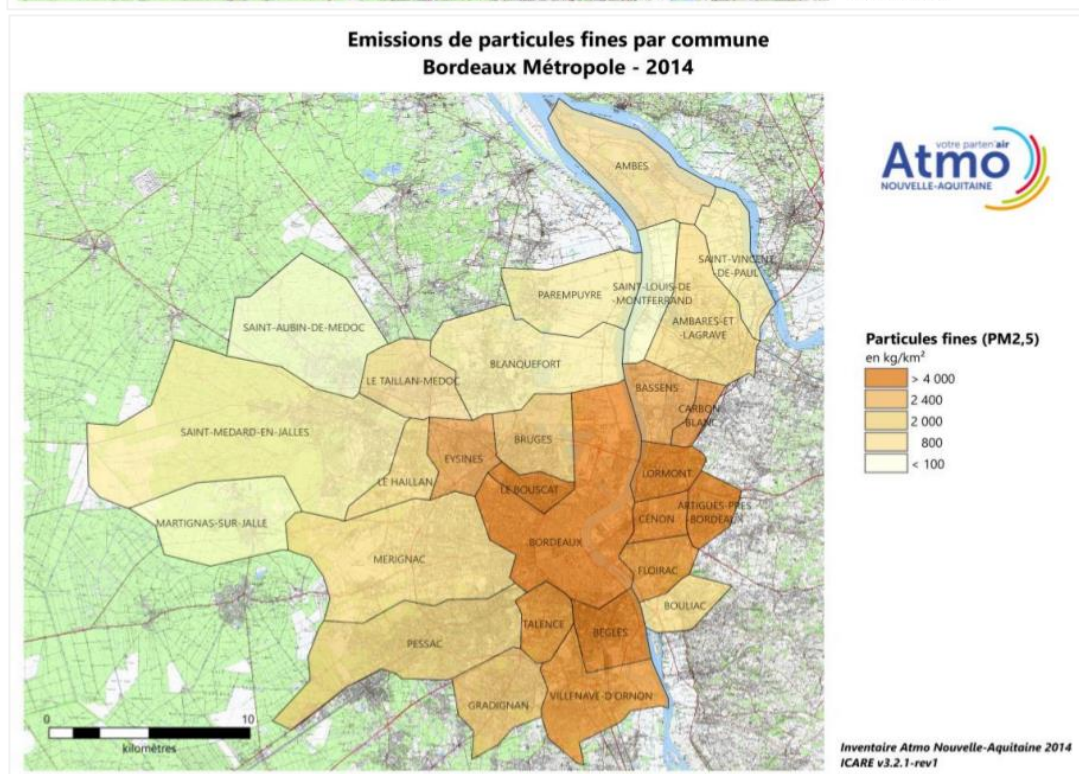
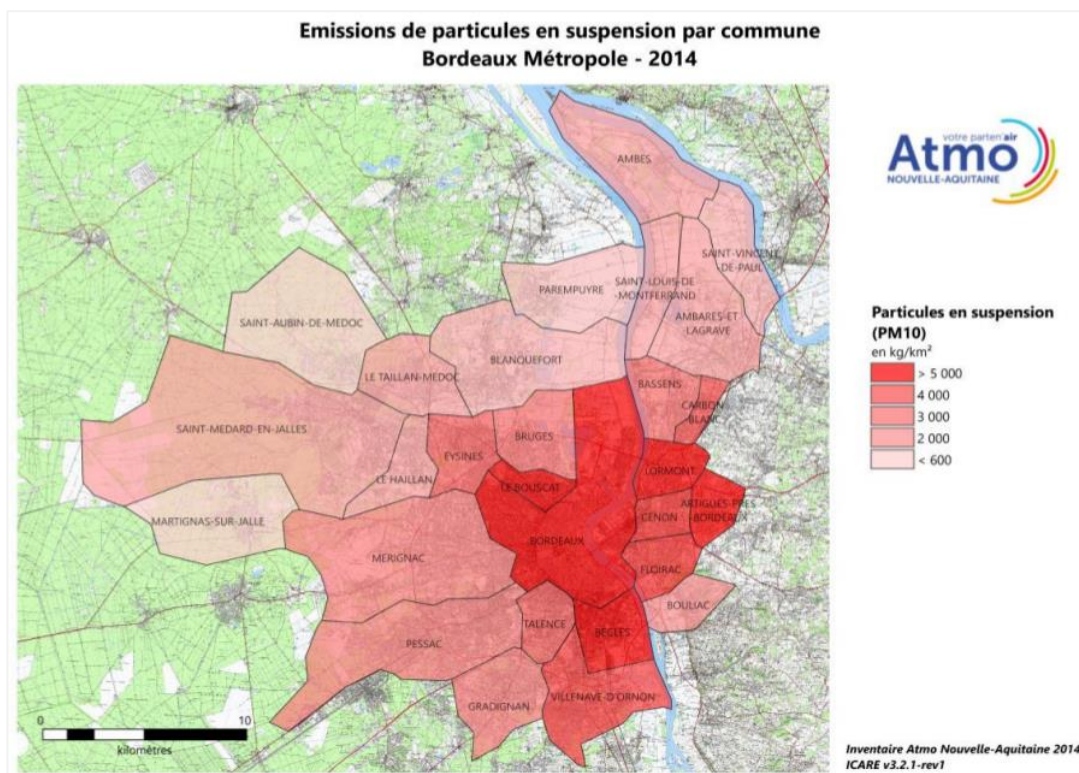
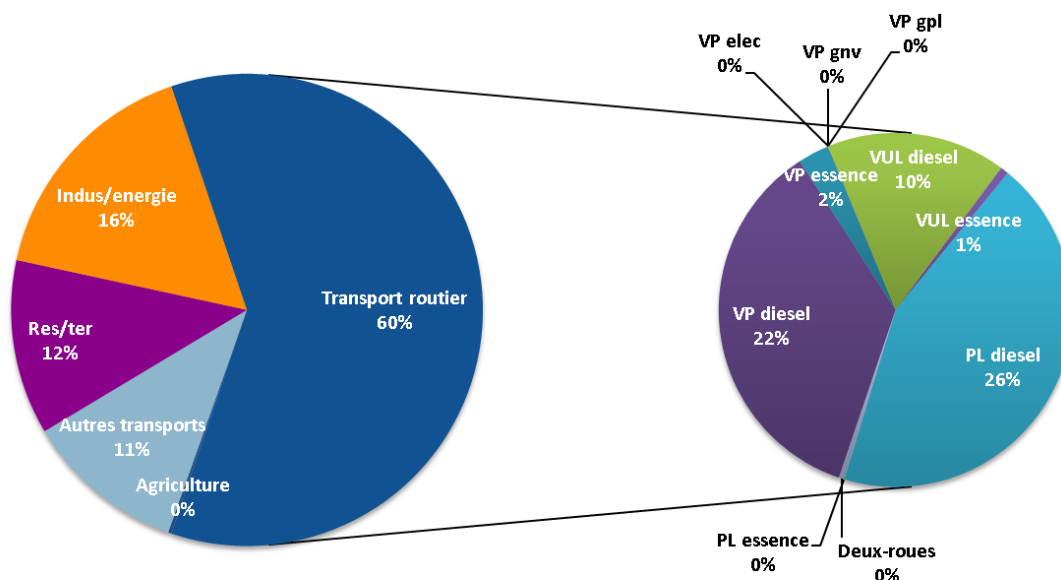


Figure 9 : répartition géographique des émissions de NO_x, PM10 et PM2.5 sur le territoire de Bordeaux Métropole en 2014

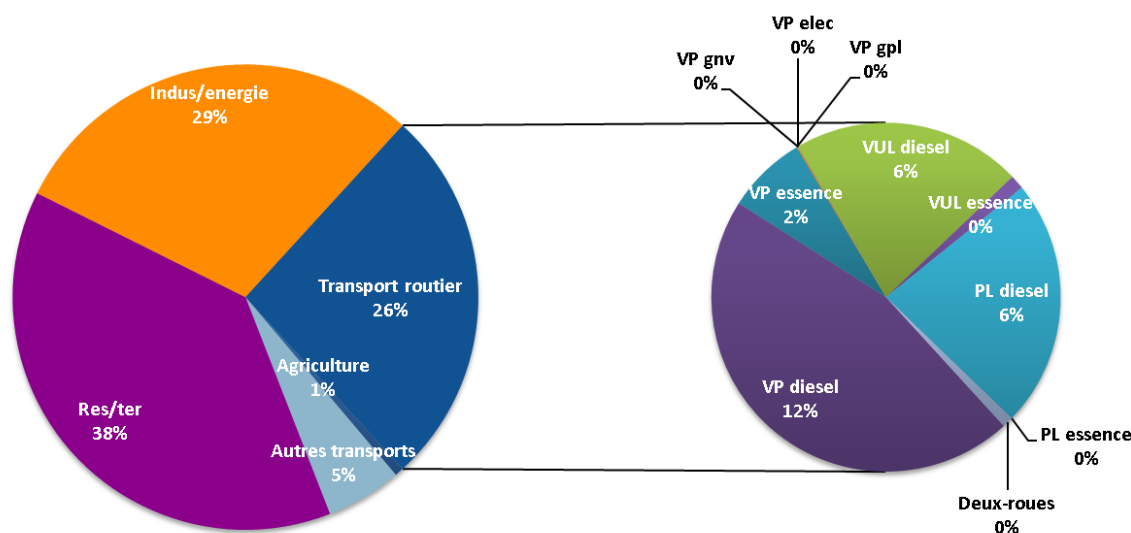
Focus sur le trafic routier

En se focalisant sur le secteur du trafic routier, comme indiqué sur la Figure 10 et la Figure 11 montrant la répartition des émissions sur les NO_x et les PM10 en fonction du type de véhicule, on remarque que les véhicules particuliers (VP) et poids lourds (PL) diesels comptent pour 69% (PM10) à 72% (NO_x) des émissions liées au trafic. On notera également que la part entre VP diesel et PL diesel est équivalente sur les NO_x tandis que la part des VP diesel par rapport aux PL diesel est plus importante sur les PM10.



Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine 2014 - ICARE v3.2.1-rev1

Figure 10 : répartition des émissions de NOx du trafic routier par catégorie (VP, PL et VUL) et motorisation (essence, diesel, électrique, GPL, GNV) des véhicules



Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine 2014 - ICARE v3.2.1-rev1

Figure 11 : répartition des émissions de PM10 du trafic routier par catégorie (VP, PL et VUL) et motorisation (essence, diesel, électrique, GPL, GNV) des véhicules

2.3. Carte Stratégique Air et exposition de la population

Dans le cadre du projet « Villes Respirables en 5 ans », Bordeaux Métropole s'est engagée, entre autres, à réaliser une Carte Stratégique de la qualité de l'Air (CSA) pour une meilleure prise en compte de l'exposition des populations à la pollution atmosphérique dans les zones d'aménagement. Cette carte réalisée par Atmo Nouvelle-Aquitaine est utilisée comme un outil de diagnostic initial de la qualité de l'air sur la métropole en vue d'étudier la faisabilité de la mise en œuvre d'actions visant à réduire la pollution.

Méthodologie

La Carte Stratégique Air de Bordeaux Métropole a été élaborée en décembre 2016. Elle est basée sur une compilation des cartes de concentrations en polluants sur les 5 années les plus récentes couvrant la période 2011 - 2015 produites par la modélisation urbaine haute résolution, modélisation intégrant des paramètres tels que les émissions de polluants et les phénomènes physico-chimiques de l'atmosphère (météorologie, chimie des polluants, ...). Les cartes de base utilisées sont celles ayant servi de base au rapportage européen, notamment dans le cadre du suivi du PPA de Bordeaux. Elles concernent les valeurs limites (VL) réglementaires « sensibles » en milieu urbain : la moyenne annuelle en NO₂ (40 µg/m³), la moyenne annuelle (40 µg/m³) et le percentile 90.4 (50 µg/m³) pour les PM10 ainsi que la moyenne annuelle pour les PM2.5 (25 µg/m³). Le calcul d'exposition de la population associée a été réalisé par classe CSA. La population fait référence à la méthodologie nationale MAJIC établie par le LCSQA où la population fait référence au recensement INSEE de l'année 2012.

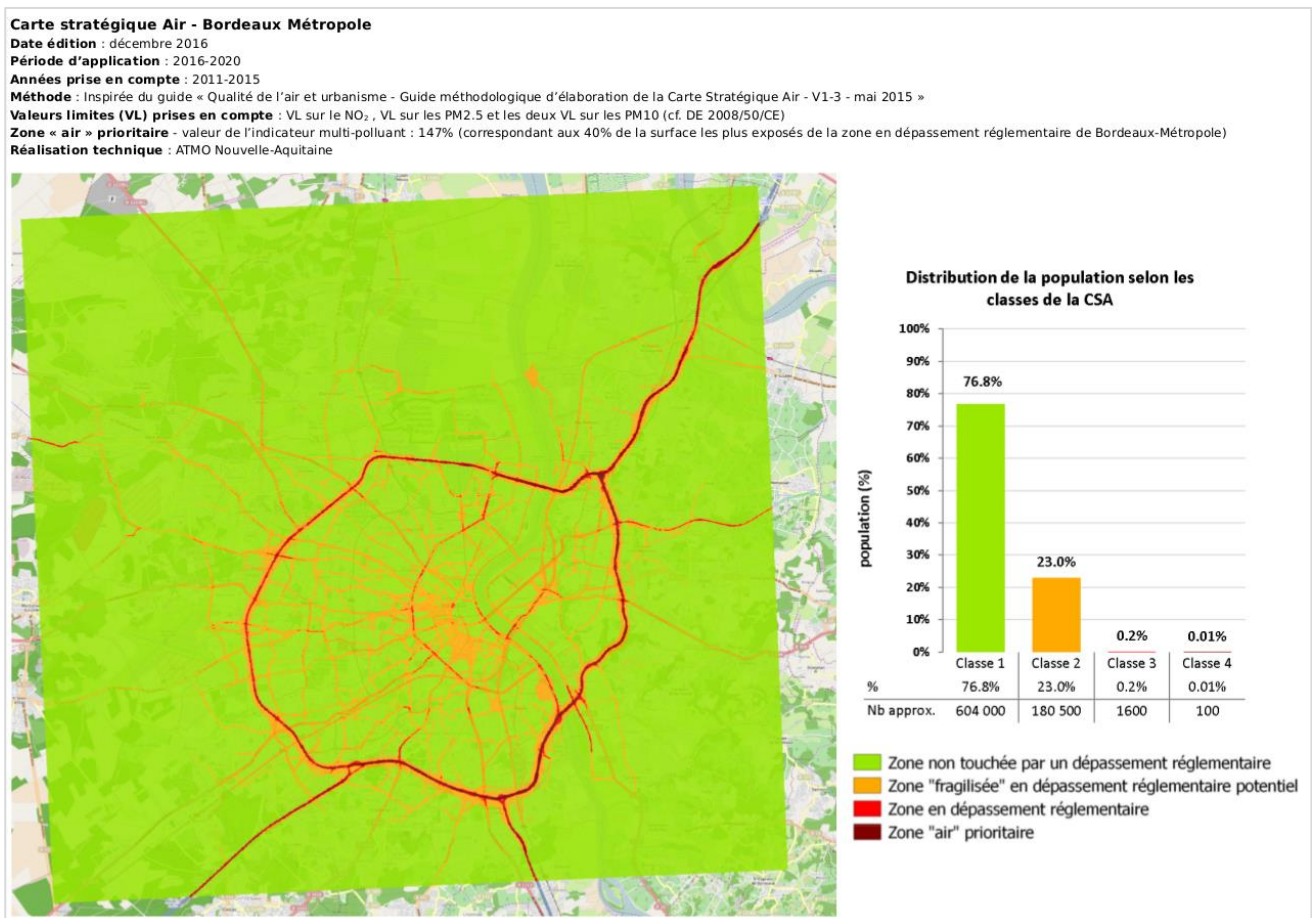


Figure 12 : document de présentation de la CSA sur Bordeaux Métropole

Notons que les données d'entrées utilisées pour la réalisation de cette carte stratégique sont antérieures aux données fournies dans le cadre de l'étude de faisabilité du projet ZFE comme présenté dans le paragraphe 3.

Observations

De la Carte Stratégique Air de Bordeaux Métropole illustrée sur la Figure 12, il ressort les éléments suivants :

- La majeure partie de la carte est représentée par la **classe 1**, non touchée par un dépassement réglementaire, et où vit 76.8% de la population incluse dans la zone de modélisation (environ 604 000 personnes). Elle regroupe les zones éloignées des axes routiers.

- La **classe 2** en moindre proportion représente toutefois 23.0% de la population sur la carte (environ 180 500 personnes). Il s'agit d'une zone définie comme « fragilisée » où au moins une valeur limite réglementaire est en dépassement potentiel. Cette classe regroupe :
 - Les axes :
 - Intégrant la rocade et les autoroutes A10, A62, A63 et A89 dans une bande pouvant aller jusqu'à 150-250m de part et d'autre des axes,
 - Principaux situés à l'extérieur de la rocade bordelaise,
 - Structurants, principaux et secondaires, situés à l'intérieur de la rocade bordelaise comme les axes intrants, les boulevards, les cours et les quais de la Garonne
 - Des zones résidentielles denses situées à l'intérieur de la zone délimitée par les boulevards au niveau du centre-ville de Bordeaux en particulier.

- La **classe 3** montre la zone en dépassement réglementaire d'une ou plusieurs valeurs limites. Il s'agit d'une zone où les niveaux de pollution sont élevés en termes de qualité de l'air. Elle regroupe environ 1 600 personnes (soit 0.2% de la population incluse sur le domaine) au niveau :
 - Des axes situés le long de la rocade et des autoroutes A10, A62, A63 et A89 dans une bande pouvant aller jusqu'à 50-150 m de part et d'autre,
 - Des boulevards et des cours, ainsi que sur certains carrefours situés en intra-boulevards comme la place Gambetta de Bordeaux,
 - Des quais rive gauche, du pont Saint-Jean plus ponctuellement ...

Comme pour la classe 2, même si les surfaces en classe 3 sont plus importantes à proximité de la rocade et des autoroutes, c'est principalement au cœur de l'agglomération, notamment au niveau du centre-ville de Bordeaux que se situent les populations exposées.

- La **classe 4** indiquant une zone dite « prioritaire » représente les surfaces les plus exposées en termes de pollution de l'air et devant être considérées de manière prioritaire pour la mise en œuvre d'actions visant à réduire les émissions de polluants dans cette zone. Elle regroupe :
 - Les axes situés le long de la rocade et des autoroutes A10, A62, A63 et A89 dans une bande pouvant aller jusqu'à 50 m de part et d'autre des axes,
 - Une partie de la zone Gambetta à Bordeaux située au niveau de la station fixe de proximité automobile où des dépassements récurrents ont été observés ces dernières années pour le polluant NO₂,
 - Une partie du cours d'Albret à Bordeaux à proximité du carrefour avec le cours du Maréchal Juin,
 - Une partie située au niveau de la porte de Bourgogne à Bordeaux, ...

Même si elle se limite à moins de 100 personnes, la majorité des personnes exposées se situe dans le centre-ville de Bordeaux.

Zoom sur le centre de la métropole

Lorsqu'on se focalise sur le centre de l'agglomération, on remarque que la population y est logiquement plus exposée du fait de l'organisation urbaine. La Figure 13 montre précisément l'exposition des bâtiments et de la population à la pollution de l'air à la fois pour les classes 3 (rouge) et 4 (rouge ocre) de la CSA mais également pour la classe 2 (orange) où figurent les zones « fragilisées ».

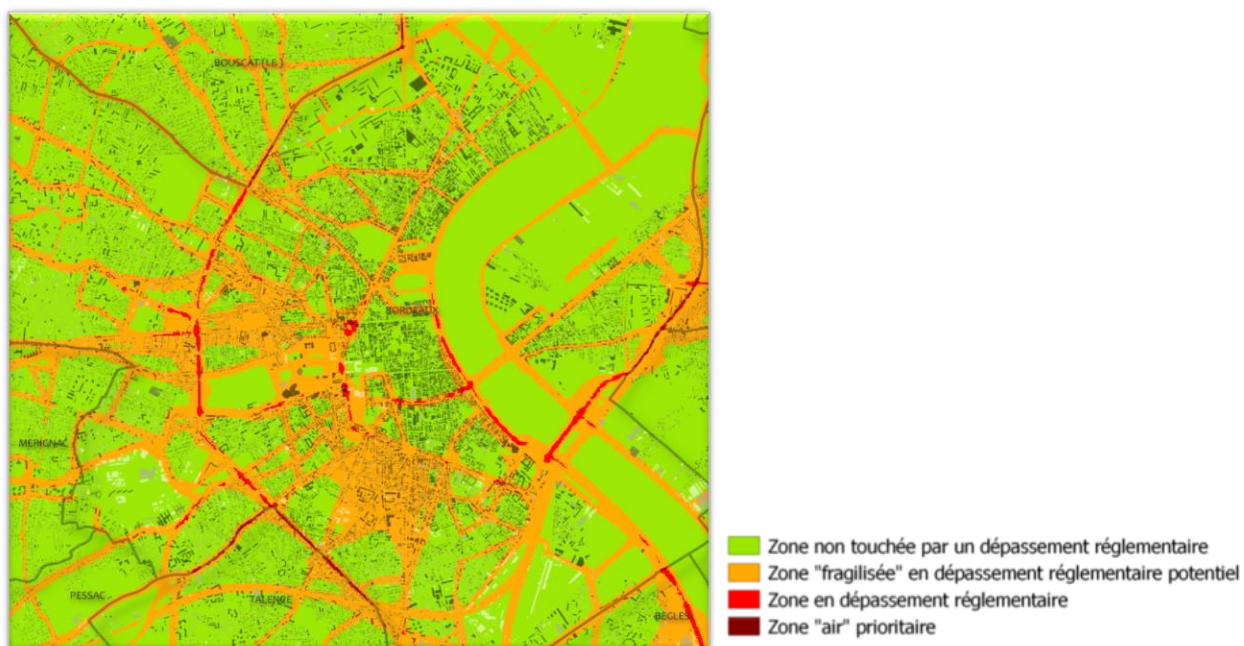


Figure 13 : zoom sur le centre de Bordeaux Métropole et bâtiments BD TOPO IGN @GIPAtgeri

Croisement entre pollution et population, l'IPP

Un autre indicateur pour évaluer la relation entre la pollution au regard des valeurs réglementées précédemment évoquées et l'exposition de la population est l'indice IPP ou Indice Pollution Population. Cet indicateur permet de croiser les deux types de données en une seule pour **évaluer en chaque point du territoire si la zone en question est habitée et/ou polluée**. Pour notre cas, il a été normalisé entre 0 et 100. Un indice de 0 indique une zone non habitée et/ou non polluée tandis qu'un indice de 100 indique une zone habitée et polluée. Entre les deux, chaque variable d'entrée normée, pollution et population, vient pondérer l'indice.

La Figure 14 montre la répartition spatiale de cet indice. Sur cette carte, on peut observer que les axes à fort trafic, et sa pollution associée, tels que la rocade et les autoroutes sont moins problématiques vis-à-vis de l'exposition de la population que les axes à trafic moyen au centre de l'agglomération, en particulier sur la commune de Bordeaux. Effectivement, **les populations les plus exposées sont celles qui habitent au centre de la métropole à proximité immédiate des axes tels que les boulevards, les cours et les quais du centre-ville de Bordeaux.**

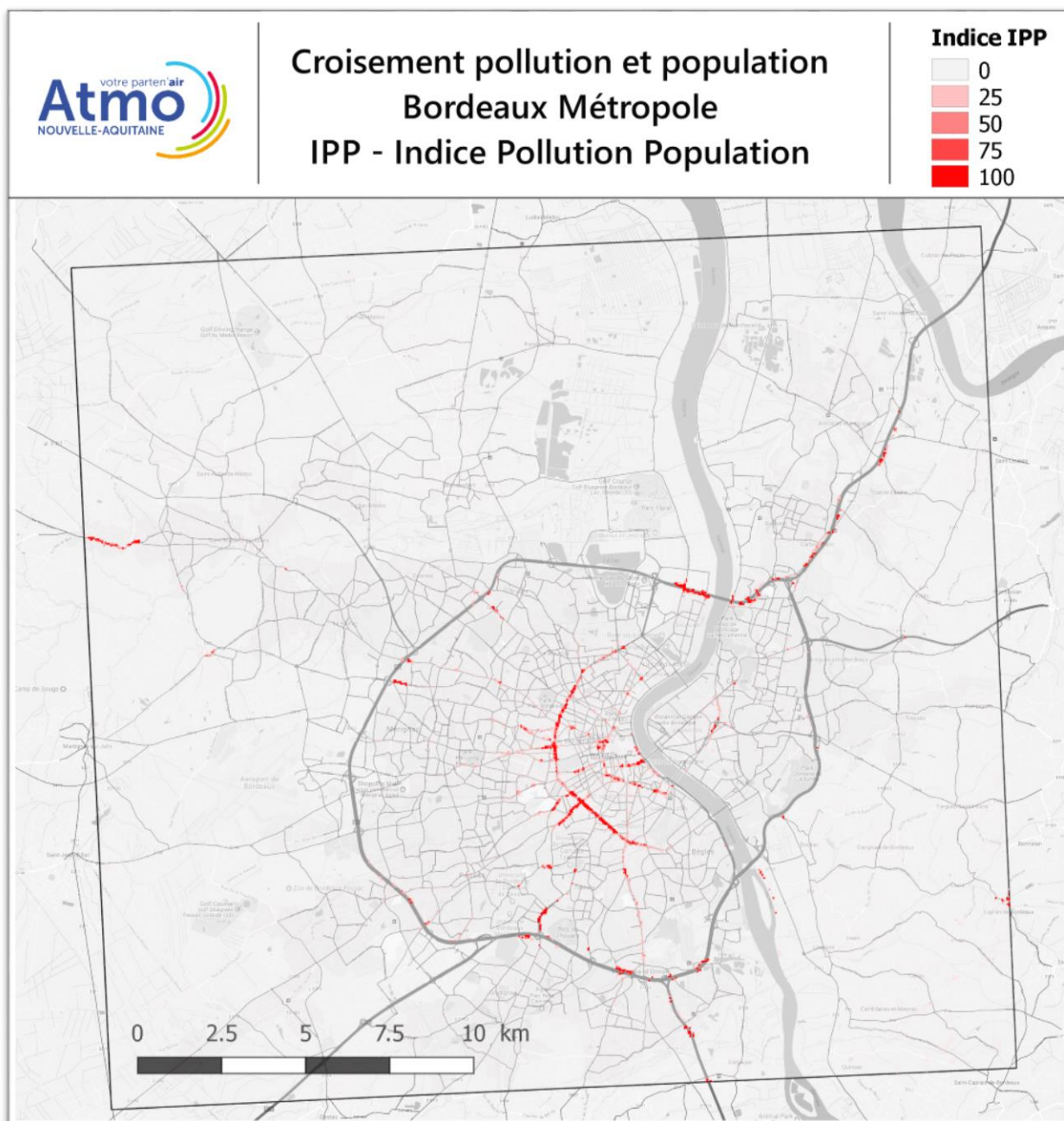


Figure 14 : cartographie de l'Indice Pollution Population sur Bordeaux Métropole

3. Scénarisation et qualité de l'air dans le cadre d'une Zone à Faibles Emissions

A partir des différentes conclusions mises en exergue par le bilan de la qualité de l'air, par les émissions prépondérantes du trafic routier sur la métropole et des zones d'exposition de la population majoritairement situées sur la ville de Bordeaux, il se pose la question évidente **d'étudier l'opportunité de mettre en place une Zone à Faibles Emissions sur Bordeaux Métropole**, solution déjà en place dans plusieurs villes d'Europe sous le nom de Low Emission Zones (Londres, Stockholm, Bruxelles ...).

3.1. Méthodologie

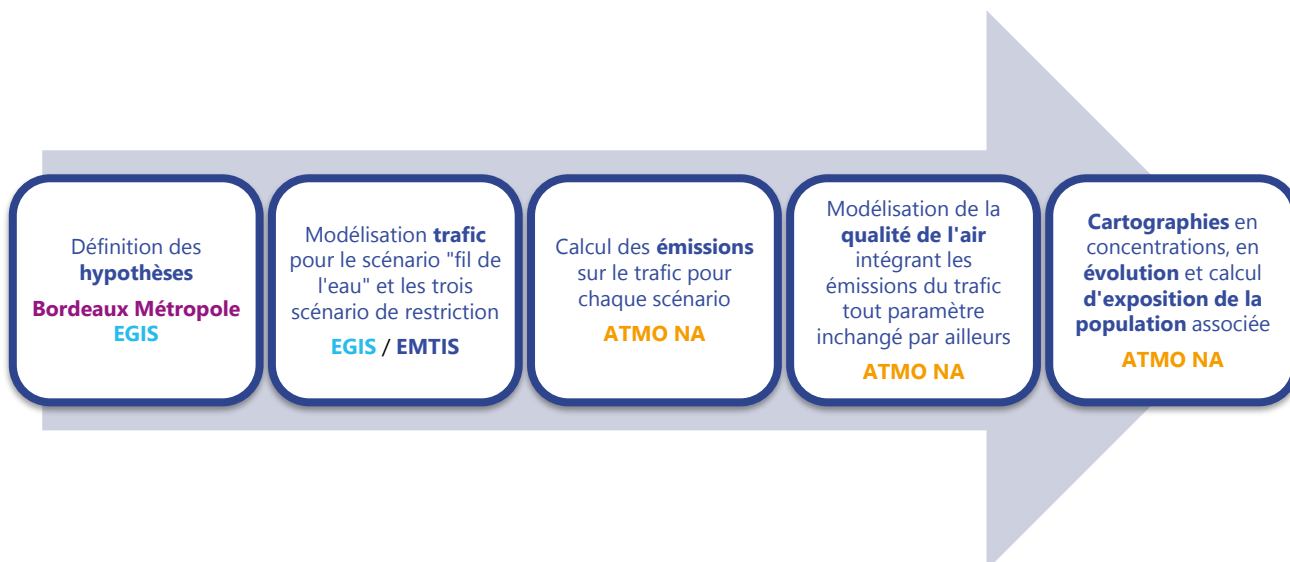
Le projet technique de la ZFE sur Bordeaux Métropole s'est déroulé en plusieurs étapes :

- Une des premières étapes a été de définir 10 scénarios de modélisation trafic réalisés par le regroupement de bureau d'études EGIS/EMTIS. Ces modélisations trafic ont été fixées sur la base des hypothèses suivantes : la temporalité (toute l'année, à heure fixe ...), le périmètre d'action (Bordeaux Rive Gauche, Rive droite, intra-rocade ...) et les cibles (classes de véhicules interdits à la circulation en fonction de la vignette Crit'Air mise en place par le gouvernement et présentée en annexe 1).
- Parmi ces 10 scénarios, 3 d'entre eux ont été retenus en concertation avec les parties prenantes du territoire au regard de l'impact sur le trafic et l'existence de solutions alternatives à la voiture, ainsi qu'en considérant les impacts environnementaux et socio-économiques potentiels. Atmo Nouvelle-Aquitaine a été en charge de réaliser des modélisations de la qualité de l'air associées, **en plus d'un scénario de base dit « fil de l'eau » à horizon 2020** où aucune action de mise en œuvre de la ZFE n'a été étudiée. Les trois scénarios visent une **interdiction permanente** de circulation pour certains véhicules dans la **zone ZFE sur la commune de Bordeaux**. Ils diffèrent ensuite selon les caractéristiques suivantes :
 - **Premier scénario** : la zone ZFE est délimitée par la **rive gauche intra-boulevards** avec une interdiction de circulation pour les **véhicules non classés (NC)**
 - **Deuxième scénario** : la zone ZFE est délimitée par la **rive gauche intra-boulevards et la rive droite** avec une interdiction de circulation pour les **véhicules non classés (NC) et les véhicules classés Crit'air 5 (CL5)**
 - **Troisième scénario** : la zone ZFE est délimitée par la **rive gauche intra-boulevards et la rive droite** avec une interdiction de circulation pour les **véhicules non classés (NC), les véhicules classés Crit'air 5 (CL5) et Crit'air 4 (CL4)**



Figure 15 : délimitation des zones ZFE du 1er scénario (gauche) et du second et troisième scénario (droite)

L'évaluation des scénarios depuis la définition des hypothèses (temporalité, périmètre d'action, cibles) jusqu'aux cartes de concentrations suit le schéma suivant :



Pour réaliser la modélisation de la qualité de l'air de ces différents scénarii, il est nécessaire de connaître le plus précisément possible les émissions de trafic, ce qui passe par la connaissance du parc automobile : parc roulant et parc technologique.

Le parc roulant

Le parc roulant distingue les véhicules selon les types de véhicules : véhicules particuliers (VP), véhicules utilitaires légers (VUL), poids lourds (PL) et transports en commun en particulier bus et cars (TC), les deux-roues motorisés n'étant pas été intégrées dans cette étude. Ce parc roulant est spécifique à un type de route (urbain, rocade, route et autoroute) et varie selon le type de jour (jour ouvré, samedi/veille de jour férié et dimanche/jour férié) pour chacune des heures modélisées de l'année. Dans le cadre du projet, ce parc routier modélisé et projeté à 2020, a été fourni par Bordeaux Métropole. La Figure 16 montre le réseau routier utilisé pour la modélisation. Il est constitué d'environ 28 000 brins routiers associés d'un nombre de véhicules par jour (ou trafic moyen annuel journalier).

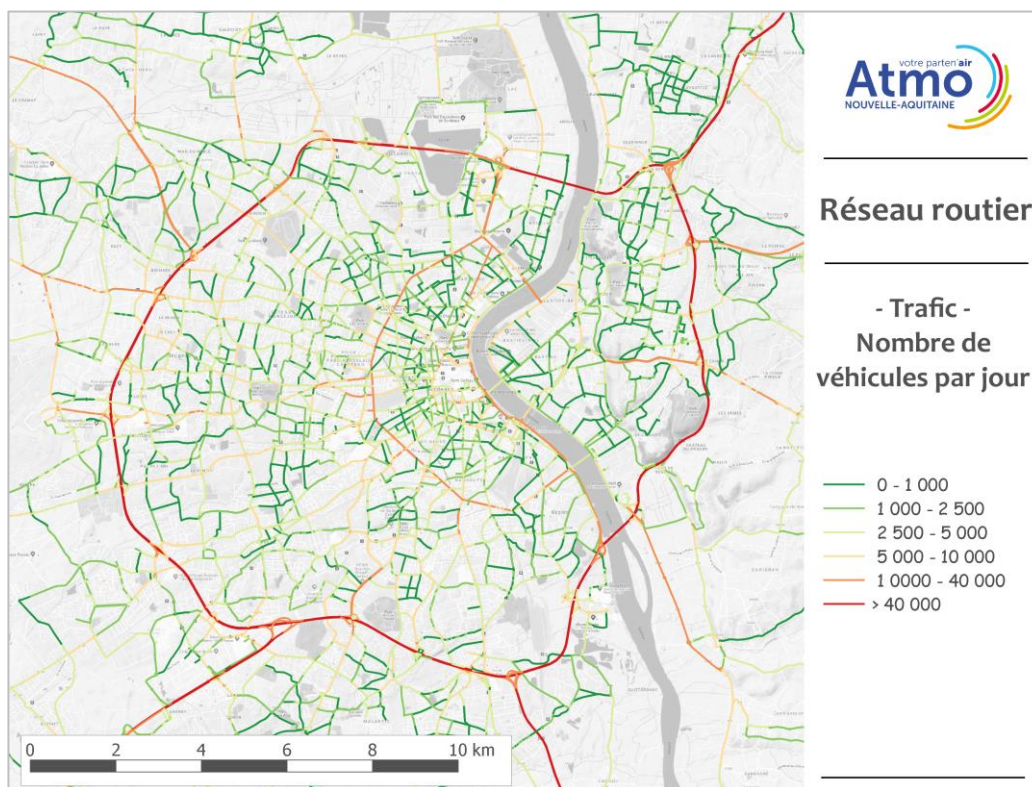


Figure 16 : réseau routier modélisé pour l'ensemble des scénarios

Le parc technologique

Pour chacun des différents types de véhicules, la connaissance de la composition du parc roulant en termes de carburant, de norme euro et de puissance de moteur est indispensable pour calculer précisément les émissions de polluants atmosphériques qui varient en fonction des véhicules. Cette décomposition fine du parc roulant s'appuie sur la connaissance du parc technologique.

Défini à l'échelle nationale annuellement, celui-ci a été retravaillé par EGIS/EMTIS pour l'année 2020 à partir d'enquête sur le territoire (déplacement des ménages, ...) afin de disposer d'un parc dit « local » sur Bordeaux Métropole.

La Figure 17 présente la répartition des parcs technologiques au regard des vignettes Crit'Air pour chacun des types de véhicules sur Bordeaux Métropole pour l'année prospective 2020.

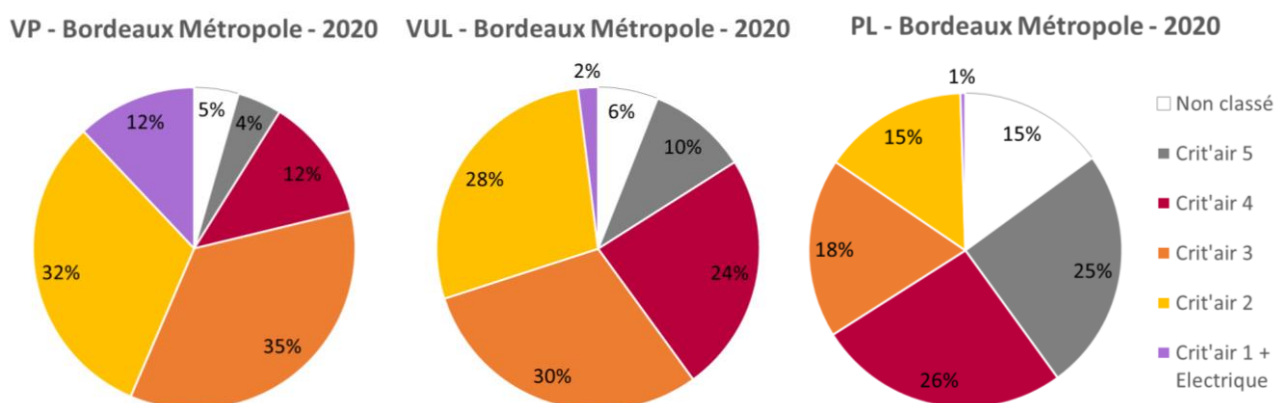


Figure 17 : parcs technologiques sur Bordeaux Métropole par type de véhicules à l'horizon 2020

En première lecture, il est important de considérer que :

- les Véhicules Particuliers (VP) constitue le parc le plus récent puisqu'il se compose de la plus grosse part de véhicules classés « Crit'Air 1 »
- les véhicules diesel sont ceux classés au mieux « Crit'air 2 »
- les catégories relatives à des véhicules roulant essentiellement au Diesel (VUL et PL) présentent de faible part de véhicules de la classe « Crit'Air 1 ».
- pour les Poids Lourds (PL), les véhicules Pré Euro III sont considérés comme des véhicules « Non Classés », ce qui n'est pas le cas pour les Véhicules Particuliers (VP) et Utilitaires Légers (VUL), pour lesquels les véhicules Euro 2 font partie de la catégorie « Crit'Air 5 ». De ce fait, la part des véhicules « Non Classés » est, pour les PL de 15%, soit bien supérieure à celle observée pour les VP et VUL (de l'ordre de 5-6%).

Au regard des scénarii proposés, il ressort les éléments suivants :

- les véhicules non classés interdits dans le premier scénario représentent au total seulement 5% et 6% des VP et VUL, contre 15% pour les PL.
- l'interdiction des véhicules classés Crit'air 5 en plus des véhicules non classés du deuxième scénario augmente respectivement les pourcentages à 9% et 16% pour les VP et VUL, et à 40% pour les PL.
- enfin, on notera que l'interdiction supplémentaire des véhicules classés Crit'air 4 du troisième scénario amène les pourcentages à un maximum de 21% des VP, 41% des VUL et 66% des PL.

Réduction de trafic : les évolutions pour les trois scénarios sont présentées sur la Figure 18



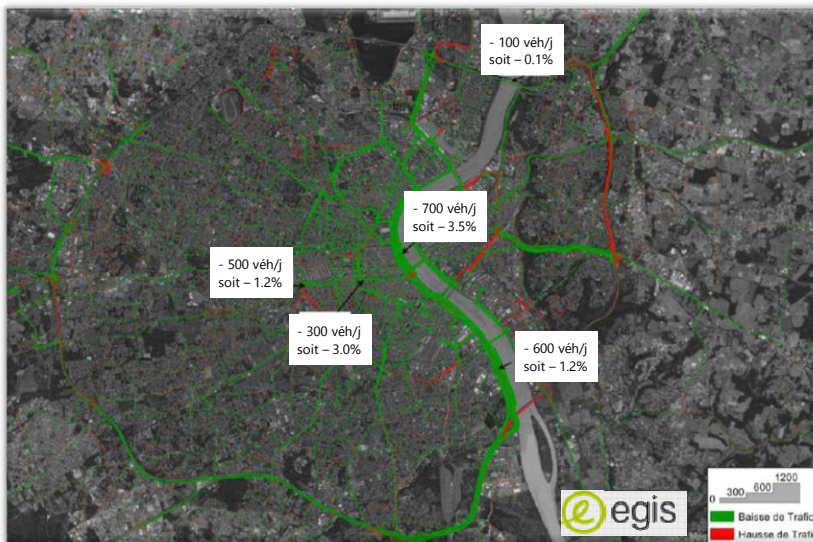
1^{er} scénario

Périmètre
Intra-boulevard
 Véhicules :
Non Classé

Essence : avant le 01/01/1997
 Diesel : avant le 01/01/1997
soit 18 000 véhicules/jour

Diminution du nombre de
 véhicule*km (en %)

BM	Bordeaux	ZFE
-0.2 %	-0.5 %	-1.2 %



2^{ème} scénario

Périmètre
Intra-boulevard + Rive droite
 Véhicules
Non Classé + Classe 5

Essence : avant le 01/01/1997
 Diesel : avant le 01/01/2001
soit 31 000 véhicules/jour

Diminution du nombre de
 véhicule*km (en %)

BM	Bordeaux	ZFE
-0.3 %	-1.0 %	-1.8 %



3^{ème} scénario

Périmètre
Intra-boulevard + Rive droite
 Véhicules
Non Classé + CL5 + CL4

Véhicules essence : avant le
 01/01/1997
 Véhicules diesel : avant le
 01/01/2006
soit 75 000 véhicules/jour

Diminution du nombre de
 véhicule*km (en %)

BM	Bordeaux	ZFE
-0.8 %	-2.2 %	-3.5 %

Figure 18 : cartographies des réductions de trafic sur Bordeaux Métropole pour les 3 scénarii d'études ZFE (EGIS/EMTIS)

Les gains en termes d'émissions pour les différents scénarios

En calculant les émissions routières sur l'ensemble des axes pour chacun des polluants et pour chaque scénario, selon la méthodologie COPERT V via le logiciel CIRCUL'AIR développé par Atmo Grand Est, tout en prenant en compte les informations précédentes (parc roulant et parc technologique), nous pouvons déterminer les pourcentages d'évolution de ces émissions par rapport au scénario « fil de l'eau ».

La Figure 19 montre que des réductions sont globalement observées sur l'ensemble des scénarios en particulier à l'intérieur des zones ZFE puisque des restrictions de circulation sont définies à ces endroits mais également à l'extérieur de celles-ci pour diverses raisons (report modal, ...). On note que les gains s'accroissent quand les restrictions de circulation de véhicules sont plus importantes et que la zone ZFE s'élargit. De même, les gains sont plus forts sur le dioxyde d'azote que sur les particules étant donné que les émissions en dioxyde d'azote sont plus élevées sur le secteur du trafic routier que sur les particules, la baisse associée est donc plus conséquente.

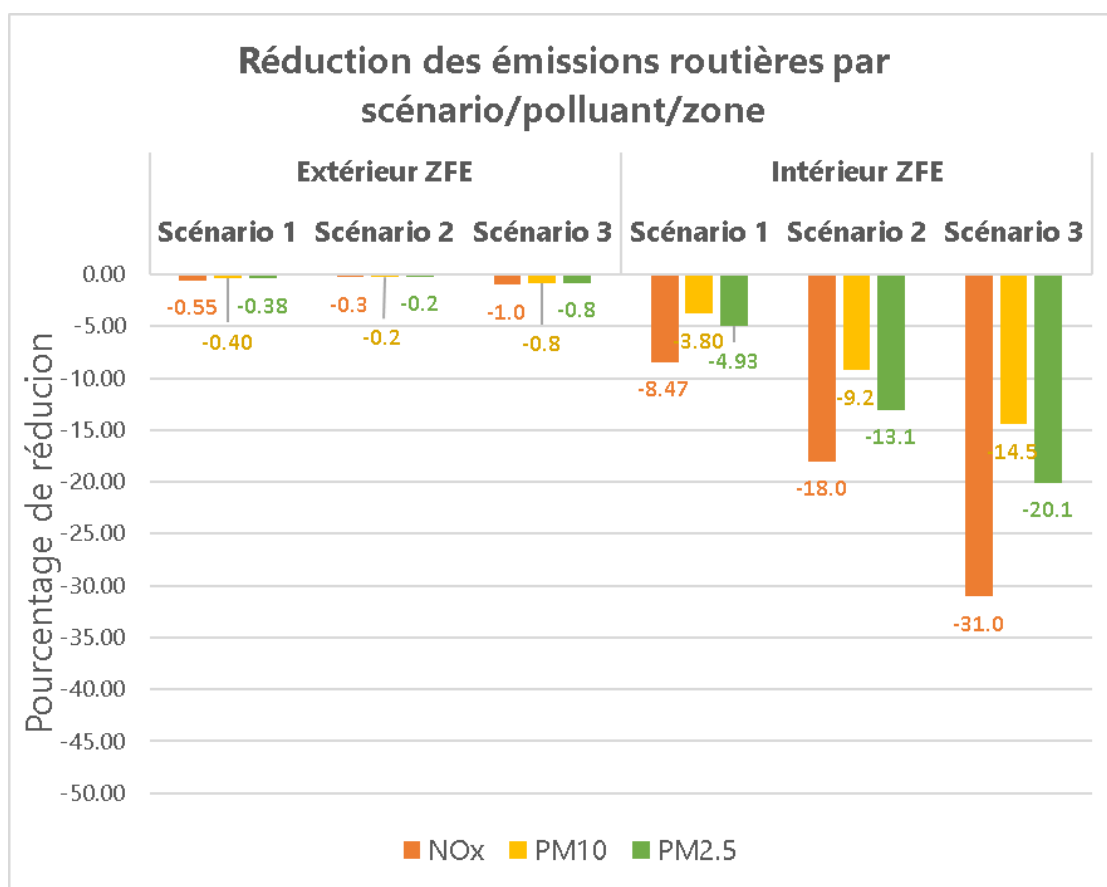


Figure 19 : gain d'émissions de polluants pour chaque scénario, polluant et zone, en pourcentage

3.2. Scénarisation de restriction et gain en termes de qualité de l'air

La modélisation de la qualité à fine échelle a été réalisée à partir du logiciel ADMS Urban développé par le CERC et distribué par la société NUMTECH. Cet outil prend en compte un certain nombre de paramètres dont les conditions météorologiques (source : Météo France), les émissions en polluants et la pollution importée sur la zone modélisée (source : Atmo Nouvelle-Aquitaine).

Dans le cadre des modélisations réalisées dans cette étude, l'inventaire utilisé est celui d'Atmo Nouvelle-Aquitaine (2010 v1.2), qui complète le secteur du trafic routier, issu des travaux présentés précédemment et modifié pour chacun des scénarios.

Les résultats des modélisations de la qualité de l'air sont présentés dans le paragraphe suivant avec :

- dans un premier temps les résultats en termes de concentrations annuelles pour le scénario de base « fil de l'eau » à l'horizon 2020,
- dans un second temps les gains en termes de concentrations de chaque scénario ZFE par rapport au scénario « fil de l'eau ». Seules les cartographies les plus pertinentes sont présentées ici dans un objectif de clarté. Les autres cartographies sont présentées en annexe 2 et annexe 3.

3.2.1. Scénario « fil de l'eau »

Les figures suivantes représentent respectivement les moyennes annuelles en NO₂, PM10 et PM2.5 sur la zone de modélisation pour le scénario « Fil de l'eau » à l'horizon 2020. On remarque que, pour chacun des polluants modélisés, les niveaux les plus élevés en dépassement des valeurs réglementaires se situent le long des axes à fort trafic (rocade et autoroutes) et ceux à trafic moyen (boulevards, cours, quais et intrants) rejoignant les explications de la CSA présentée au paragraphe 2.3. A noter que la réservation du pont de Pierre à Bordeaux aux vélos, piétons et transports en commun n'était pas encore effective, celui-ci a donc été pris en compte dans la scénarisation expliquant les niveaux rencontrés sur les cartographies suivantes.

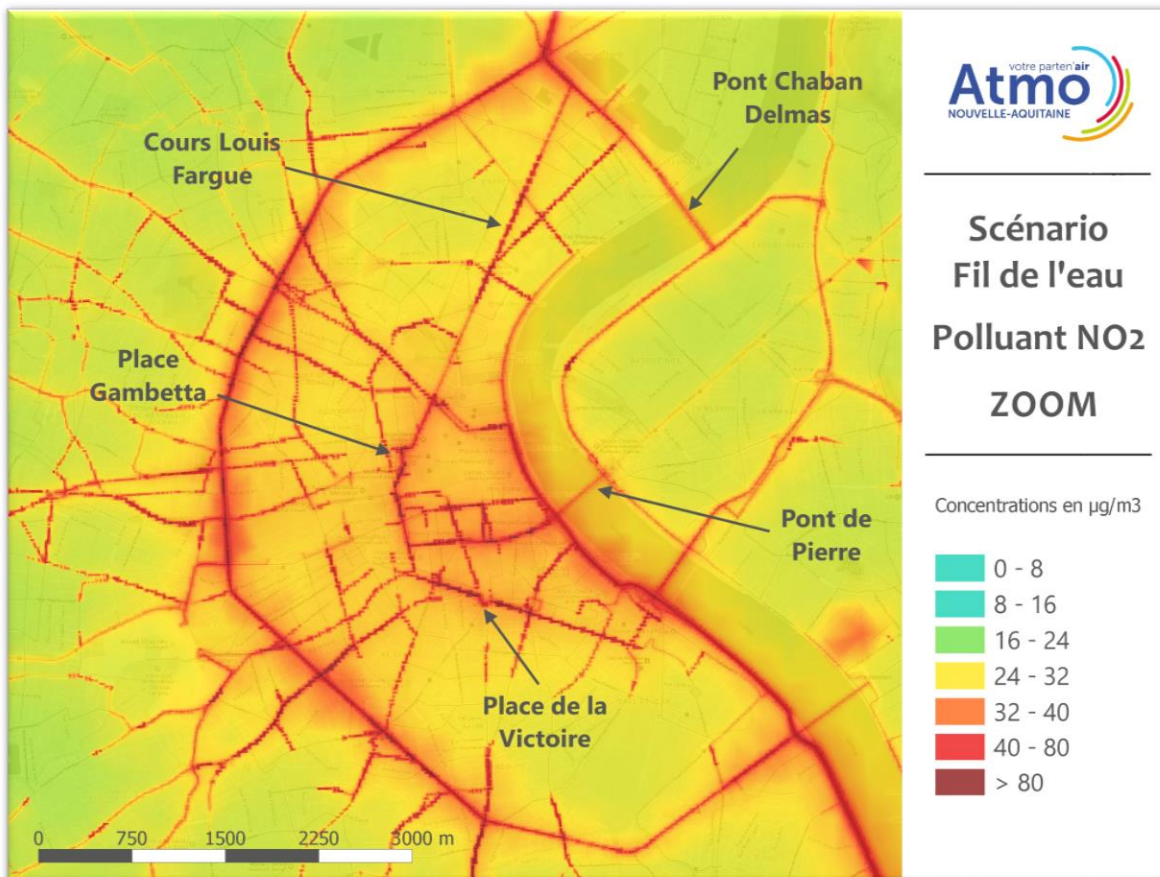
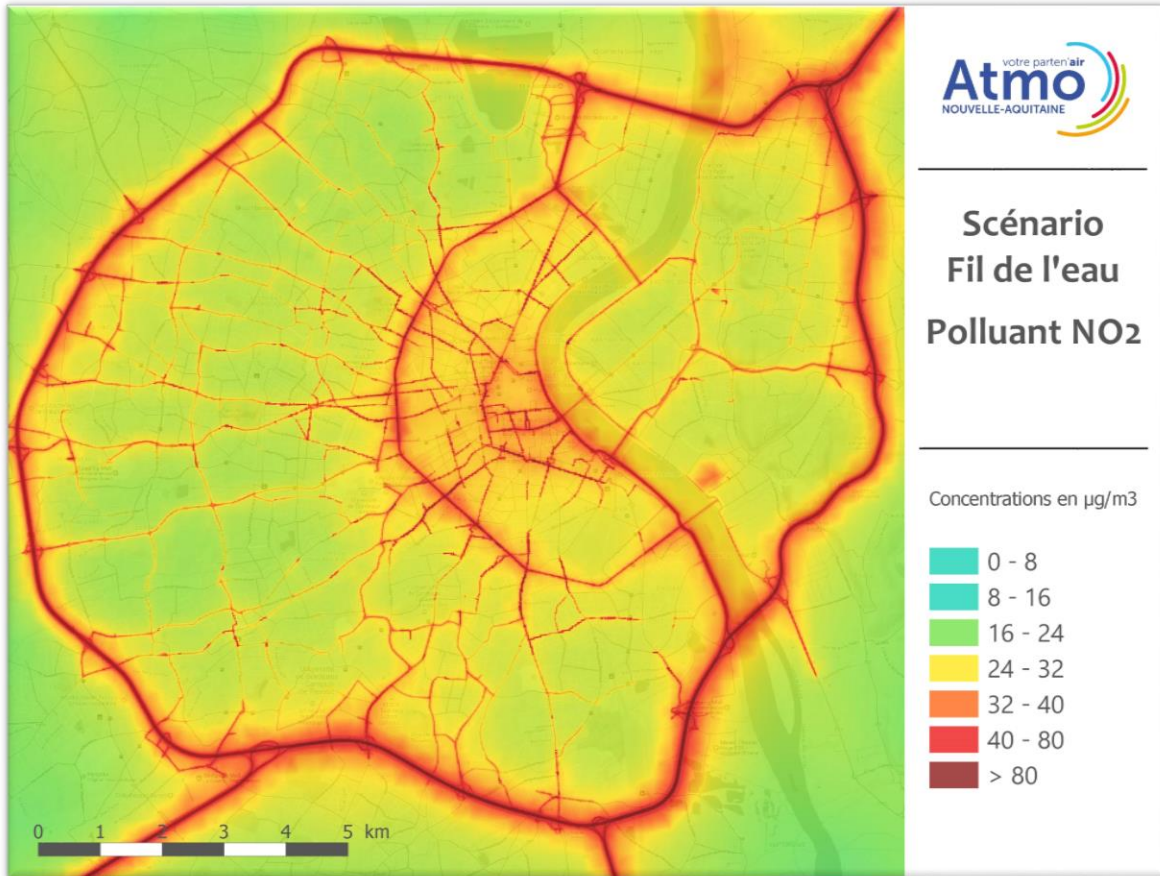


Figure 20 : moyenne annuelle en dioxyde d'azote NO₂ pour le scénario "fil de l'eau"

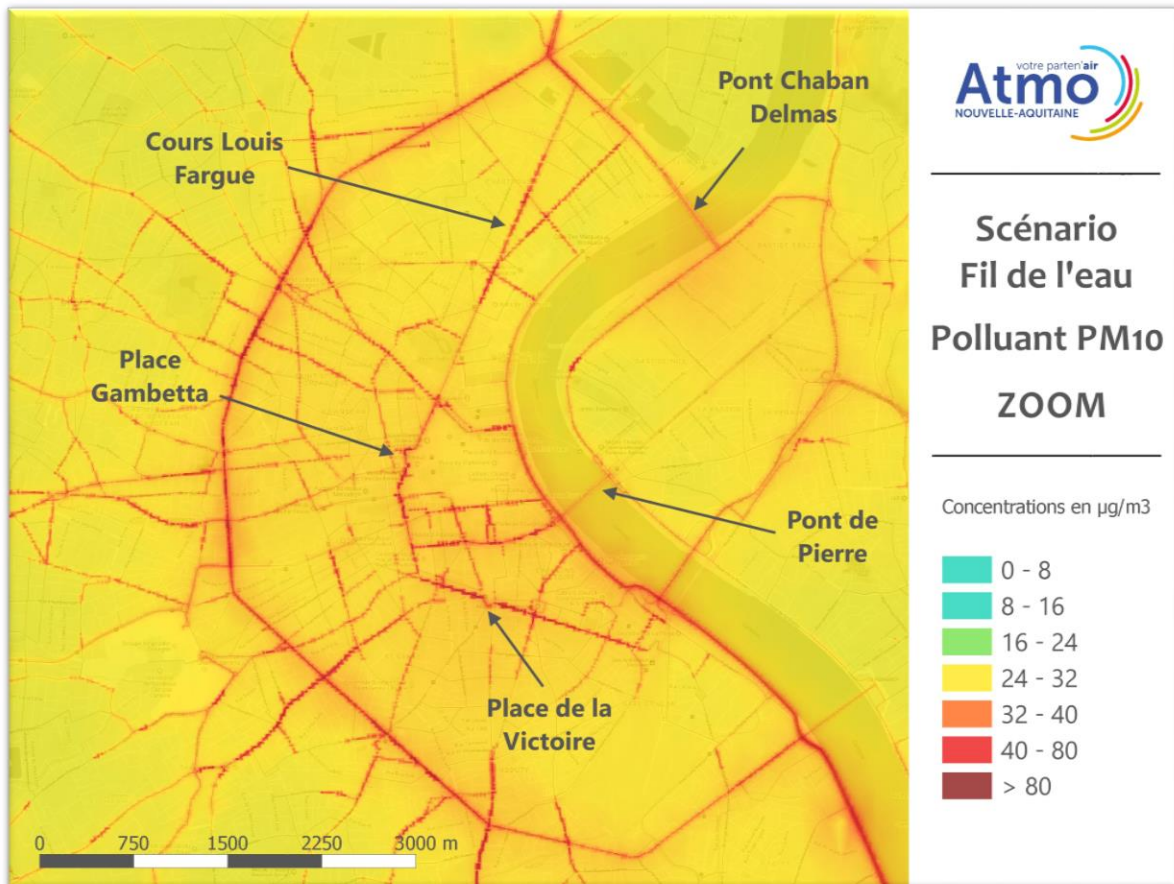
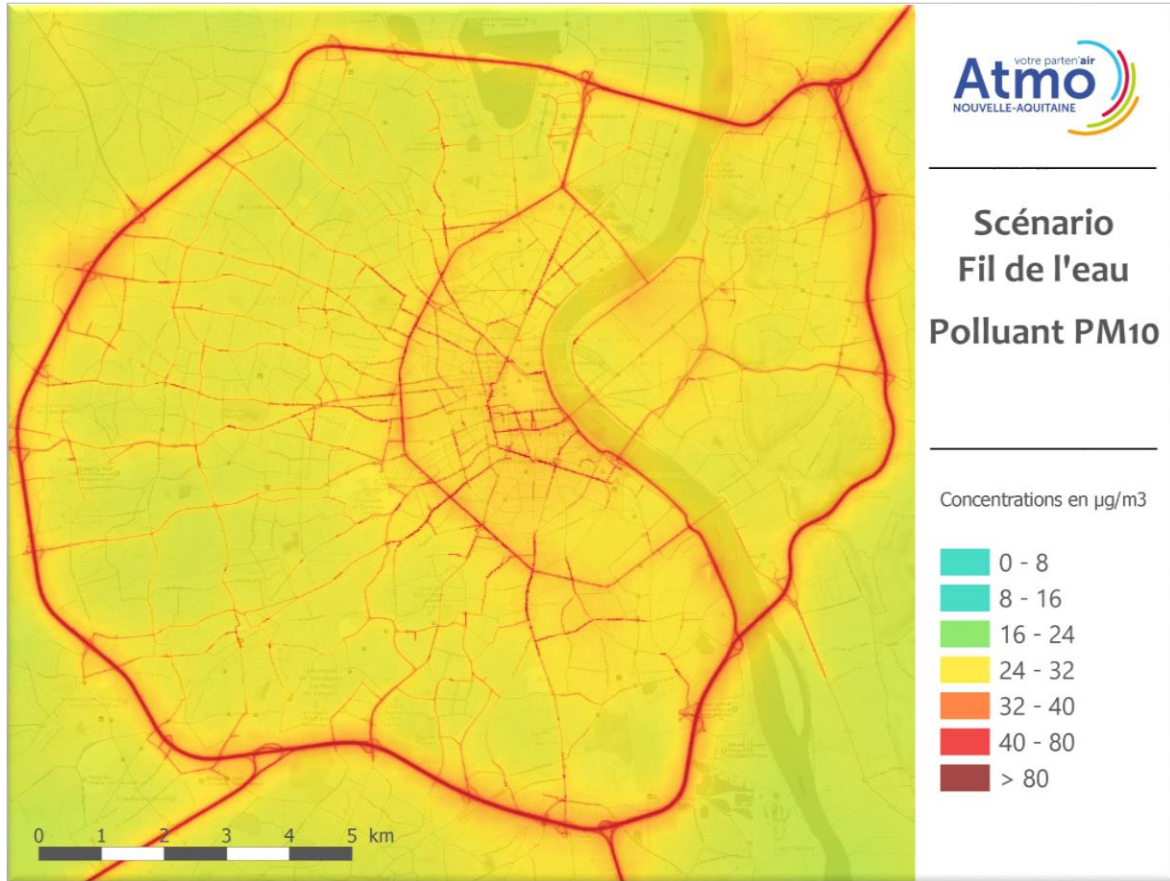


Figure 21 : moyenne annuelle en particules en suspension PM10 pour le scénario "fil de l'eau"

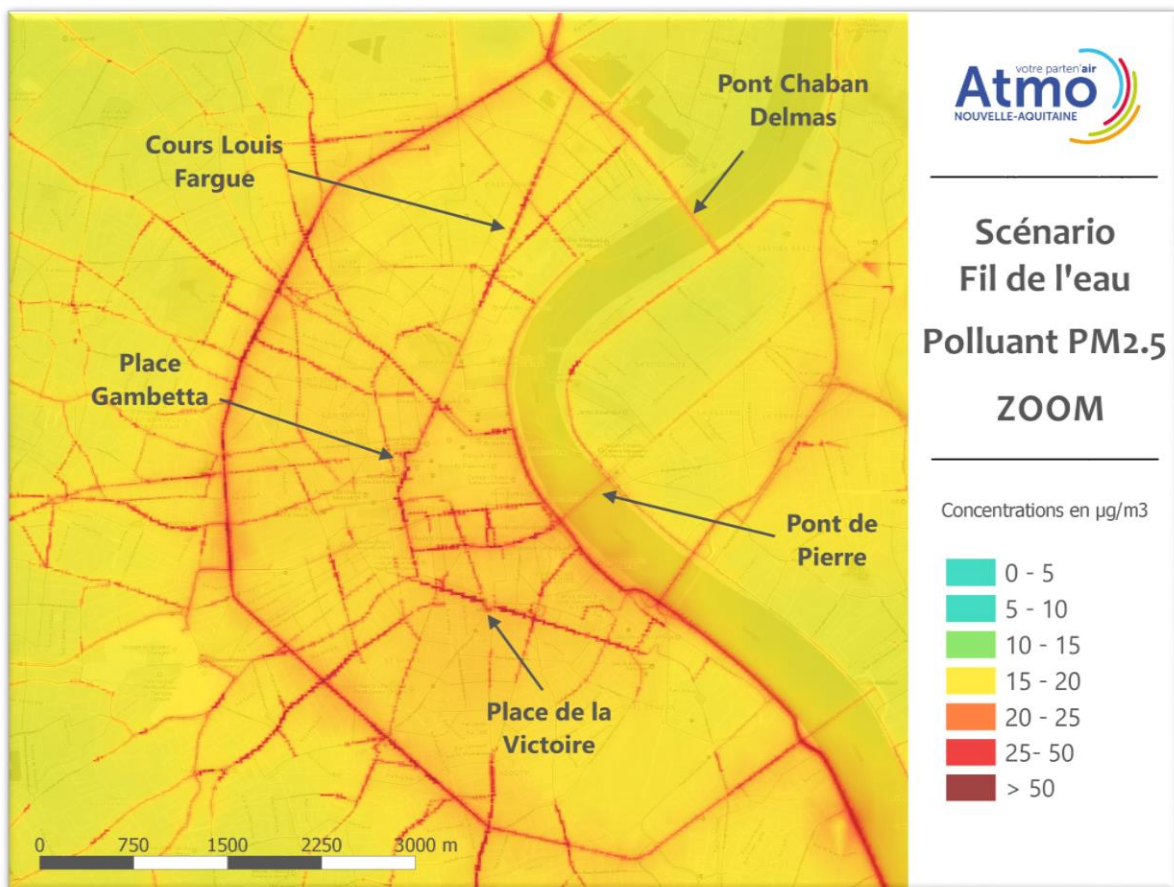
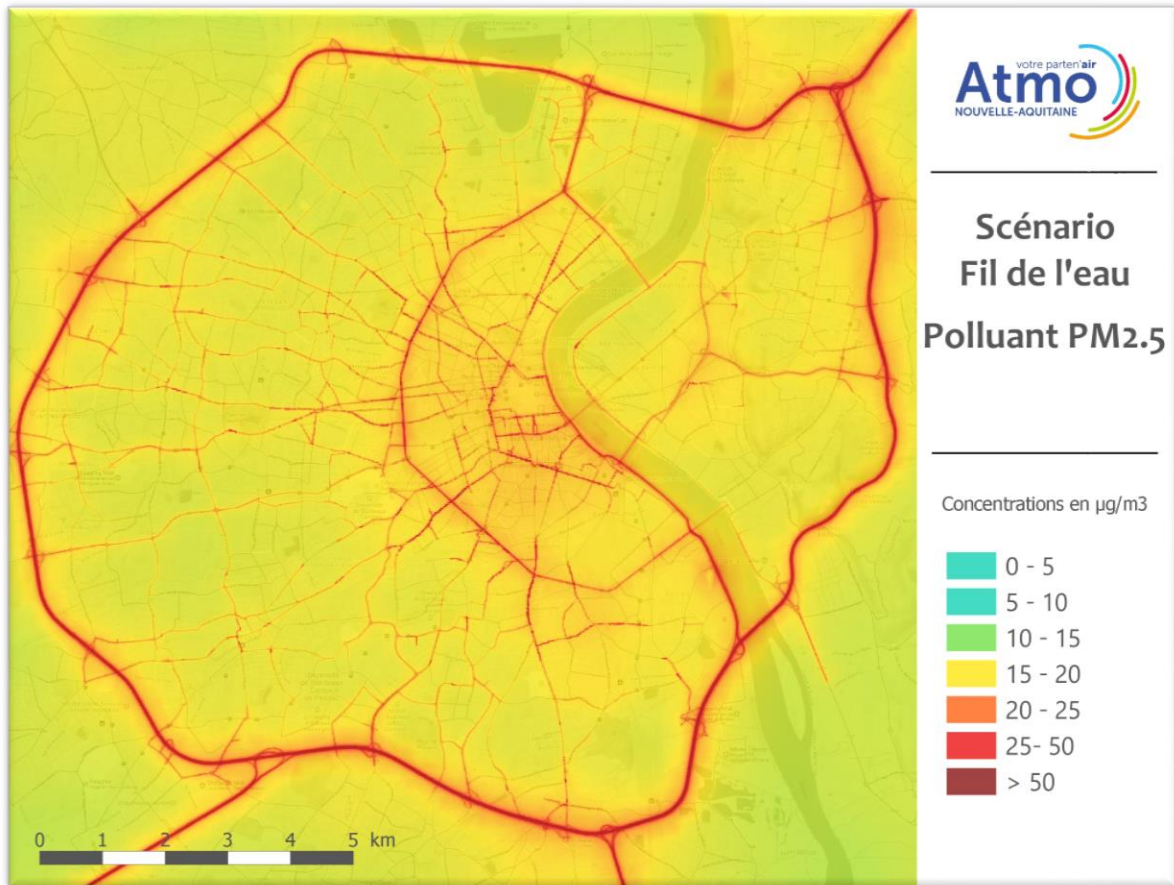


Figure 22 : moyenne annuelle en particules fines PM2.5 pour le scénario "fil de l'eau"

3.2.2. Scénarios et gain en termes de qualité de l'air

A partir des éléments présentés en introduction du paragraphe 3, les modélisations qualité de l'air ont permis de réaliser des cartes de concentration pour chaque polluant (NO₂, PM10 et PM2.5) sur les trois scénarios retenus. A partir de ces modélisations, des cartes de gain en concentration pour chaque polluant et chaque scénario ont été réalisées et sont présentées dans ce paragraphe.

Les Figure 23, Figure 24 et Figure 25 donnent respectivement les gains de concentrations en NO₂ pour le premier, second et troisième scénario. On remarque que la seule interdiction des véhicules non classés ne suffit pas à diminuer significativement les niveaux en NO₂ puisqu'une baisse maximale de -3,0% sur les concentrations est observée. En revanche, dès que l'interdiction concerne, en plus des véhicules non classés, les véhicules classés Crit'air 5 (deuxième scénario) et les véhicules Crit'air 4 (troisième scénario), le gain est plus significatif notamment sur les axes situés à l'intérieur de la zone ZFE et plus particulièrement sur les quais de la Garonne. Le gain maximal est estimé à 8,0% pour le deuxième scénario et de 23,7% pour le troisième scénario. De la même manière, l'extension de la zone ZFE à la rive droite augmente en conséquence les gains sur la zone.

Les Figure 26 et Figure 27 donnent respectivement les gains de concentrations pour les particules PM10 et PM2.5 pour le troisième scénario, où on observe des gains plus significatifs que sur le premier et le deuxième scénario. En comparaison avec le polluant NO₂, on remarque que les gains sont moins importants ce qui s'explique par le fait que les émissions de NO_x liées au trafic routier représentent une part plus importante que pour les émissions des particules PM10 et PM2.5 (voir paragraphe 2.2). Les gains maximaux enregistrés sur les concentrations sont de 12,3% pour les PM10 et de 14,3% pour les PM2.5 sur ce troisième scénario.

Le Tableau 1 indique les gains en pourcentage observés par polluant pour chaque scénario à l'intérieur et à l'extérieur de la zone ZFE. Il est intéressant de remarquer que l'interdiction de circulation à l'intérieur de la zone ZFE a également un impact favorable sur la qualité de l'air à l'extérieur de la zone. Ceci s'explique par le fait qu'une part des véhicules ayant pour destination la zone ZFE ne circule plus (report modal, covoiturage, ...).

Tableau 1 : gains (minimum, moyenne, maximum) observés en % sur chaque scénario et chaque polluant

Gain en %		1 ^{er} scénario		2 ^{ème} scénario		3 ^{ème} scénario	
		Intra ZFE	Extra ZFE	Intra ZFE	Extra ZFE	Intra ZFE	Extra ZFE
NO ₂	Min	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,4	0,0
	Moyenne	-0,9	-0,2	-2,2	-0,3	-4,0	-0,6
	Max	-3,0	-2,1	-8,0	-5,7	-23,7	-11,9
PM10	Min	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	0,0
	Moyenne	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-1,0	-0,1
	Max	-2,2	-0,1	-6,3	-3,1	-12,3	-5,0
PM2.5	Min	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,0
	Moyenne	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-1,4	-0,2
	Max	-3,0	-1,4	-9,6	-4,9	-14,3	-7,5

Globalement, nous noterons que les gains moyens, même s'ils sont relativement faibles, donnent une indication sur les réductions de concentrations sur l'ensemble de la zone considérée (intra ou extra ZFE) tandis que les gains maximums attendus sont ceux situés à proximité directe du trafic routier. Ainsi, on observe un gain moyen, favorable à l'ensemble de la population vivant à l'intérieur de la ZFE, pouvant aller jusqu'à 4% (3^{ème} scénario). A l'intérieur de la zone ZFE, la majorité de la population vivant à proximité des zones de dépassements réguliers des valeurs limites en NO₂ notamment bénéficierait d'un gain potentiel maximal de l'ordre de 24% (3^{ème} scénario).

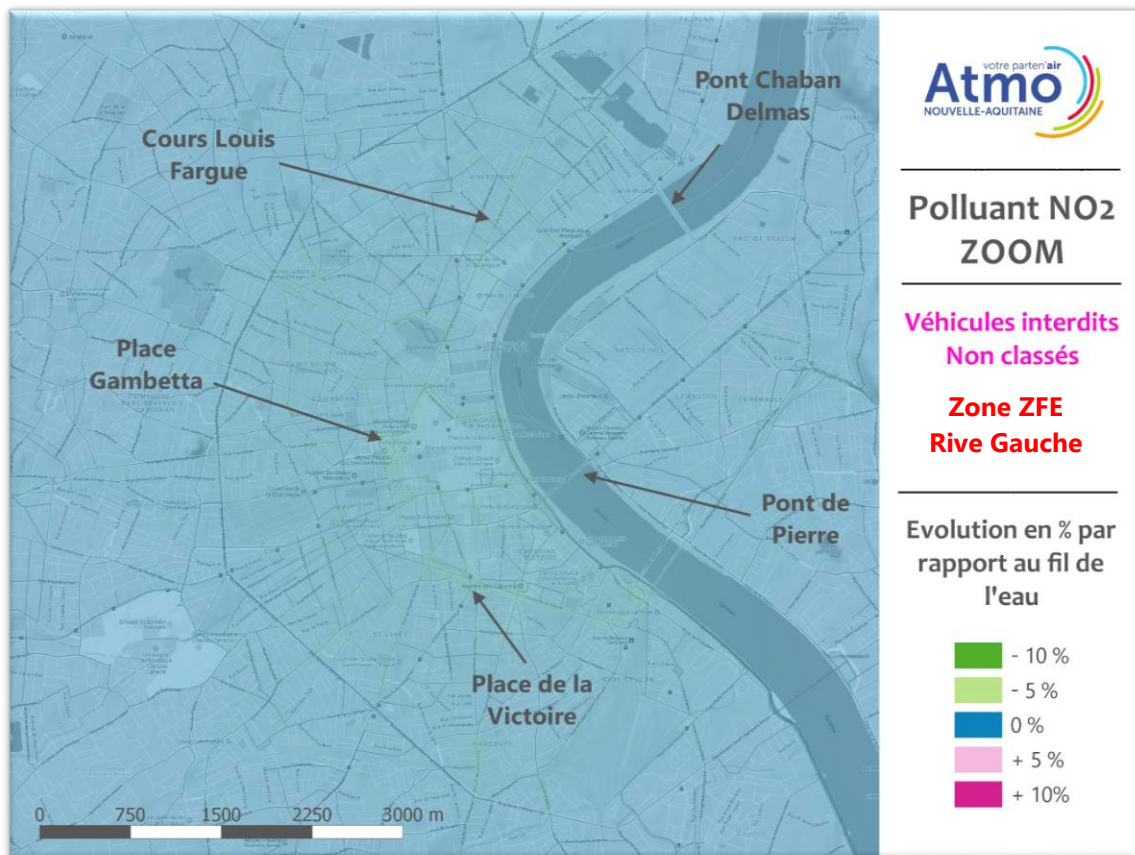
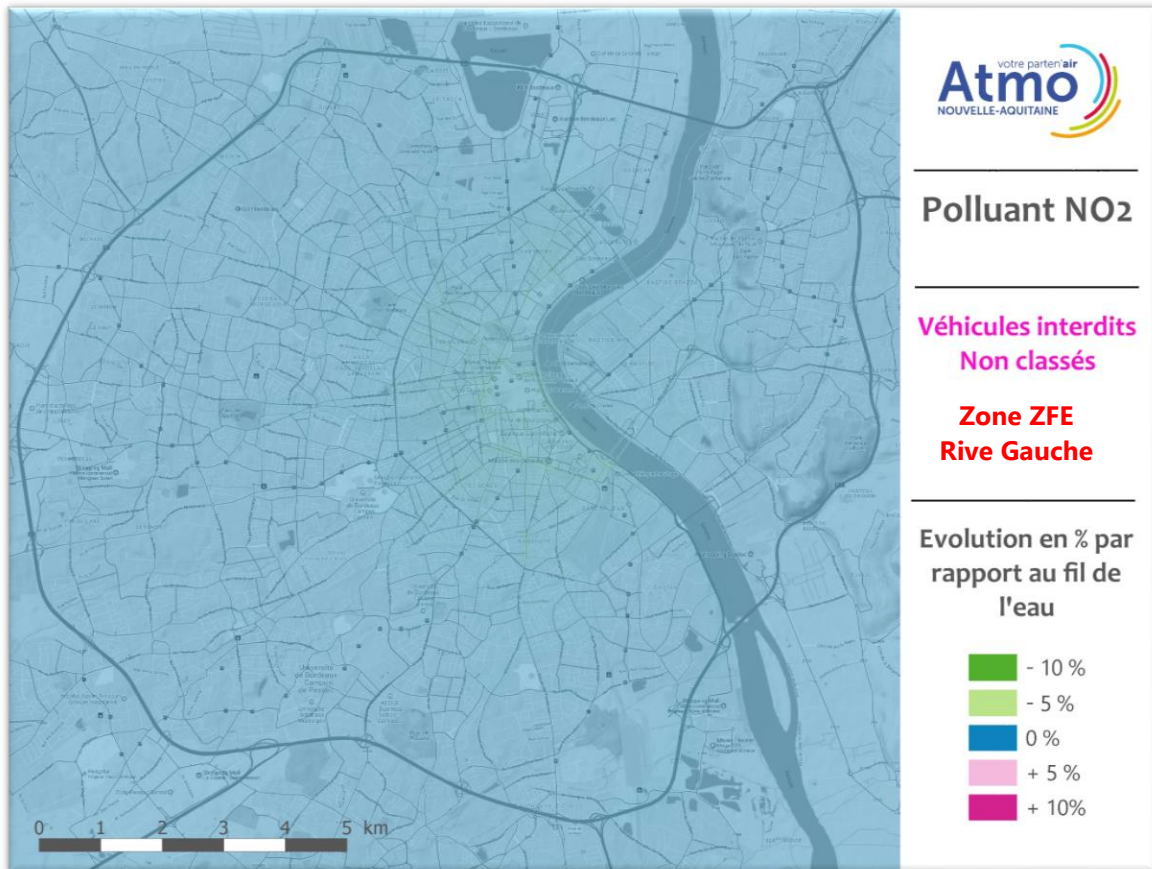


Figure 23 : gain observé en % pour le NO₂ sur le 1er scénario (zone rive gauche et véhicules interdits non classés)

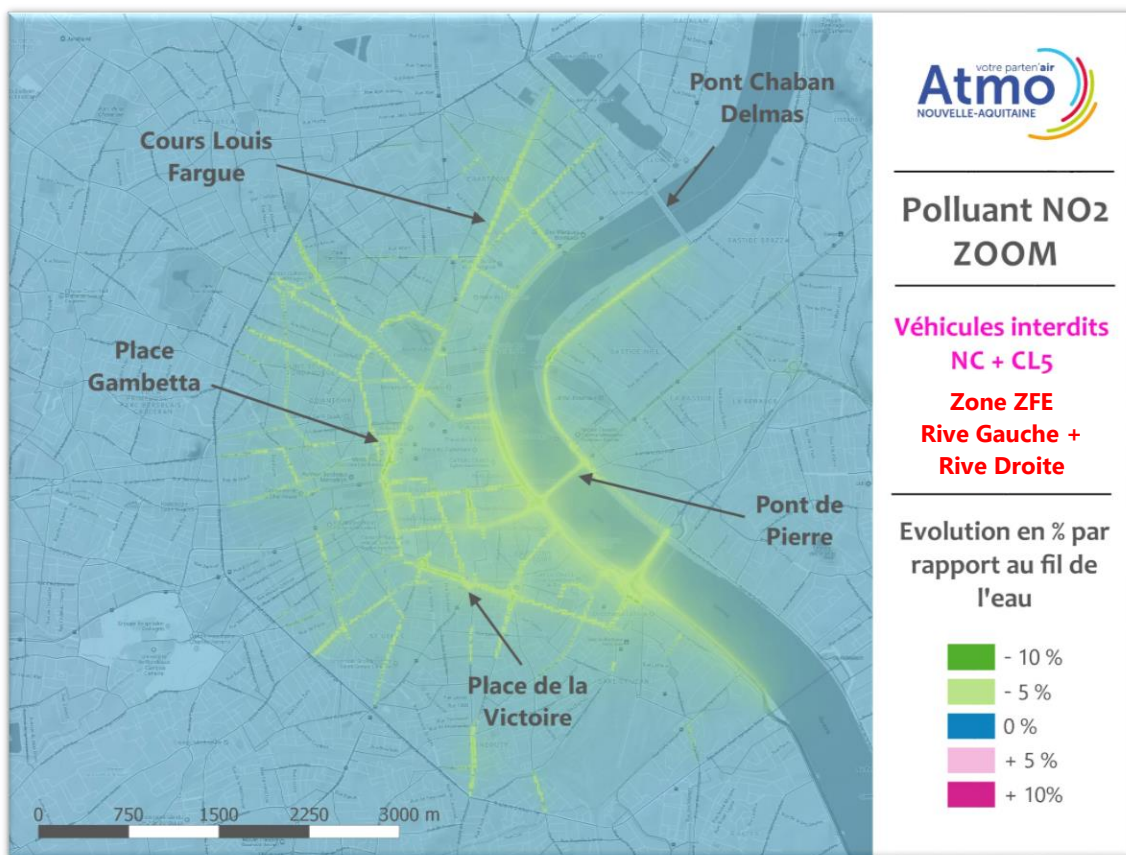
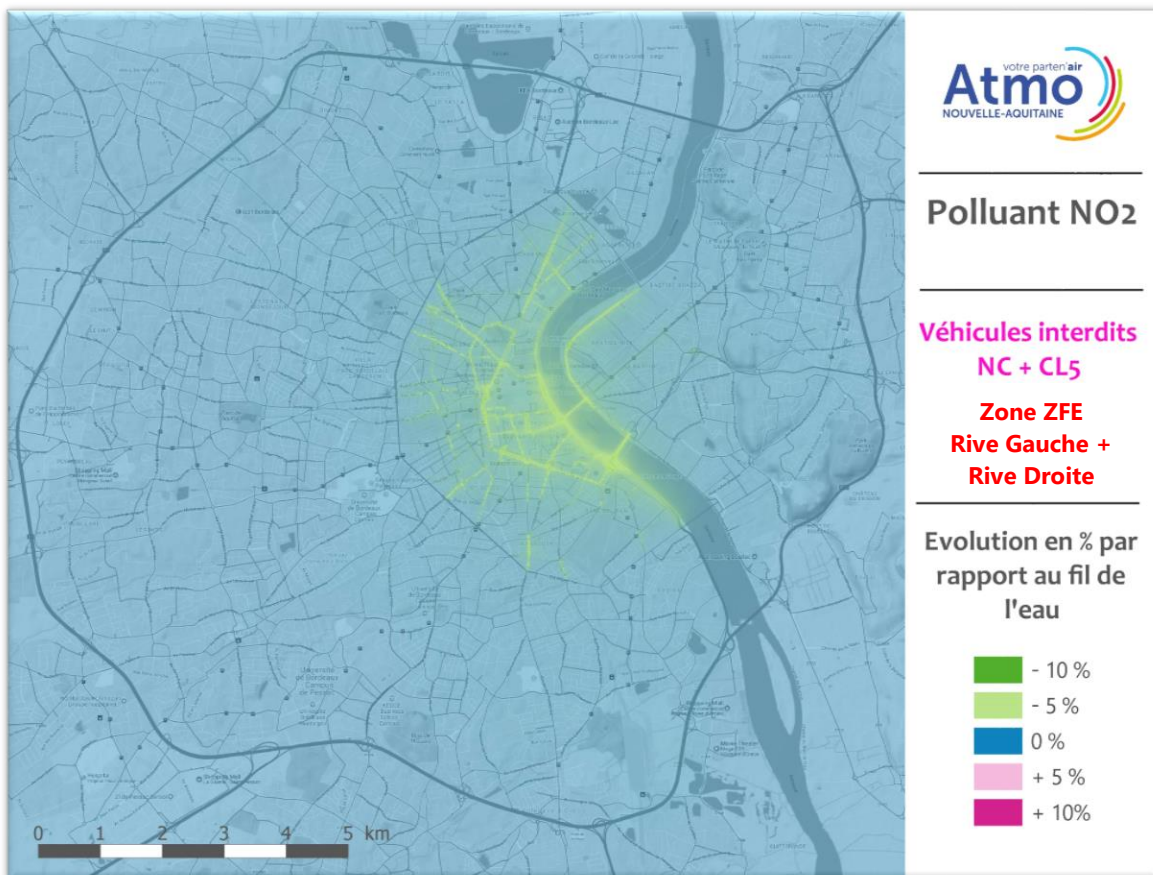


Figure 24 : gain observé en % pour le NO₂ sur le deuxième scénario (zone rive gauche + rive droite et véhicules interdits non classés + Crit'Air 5)

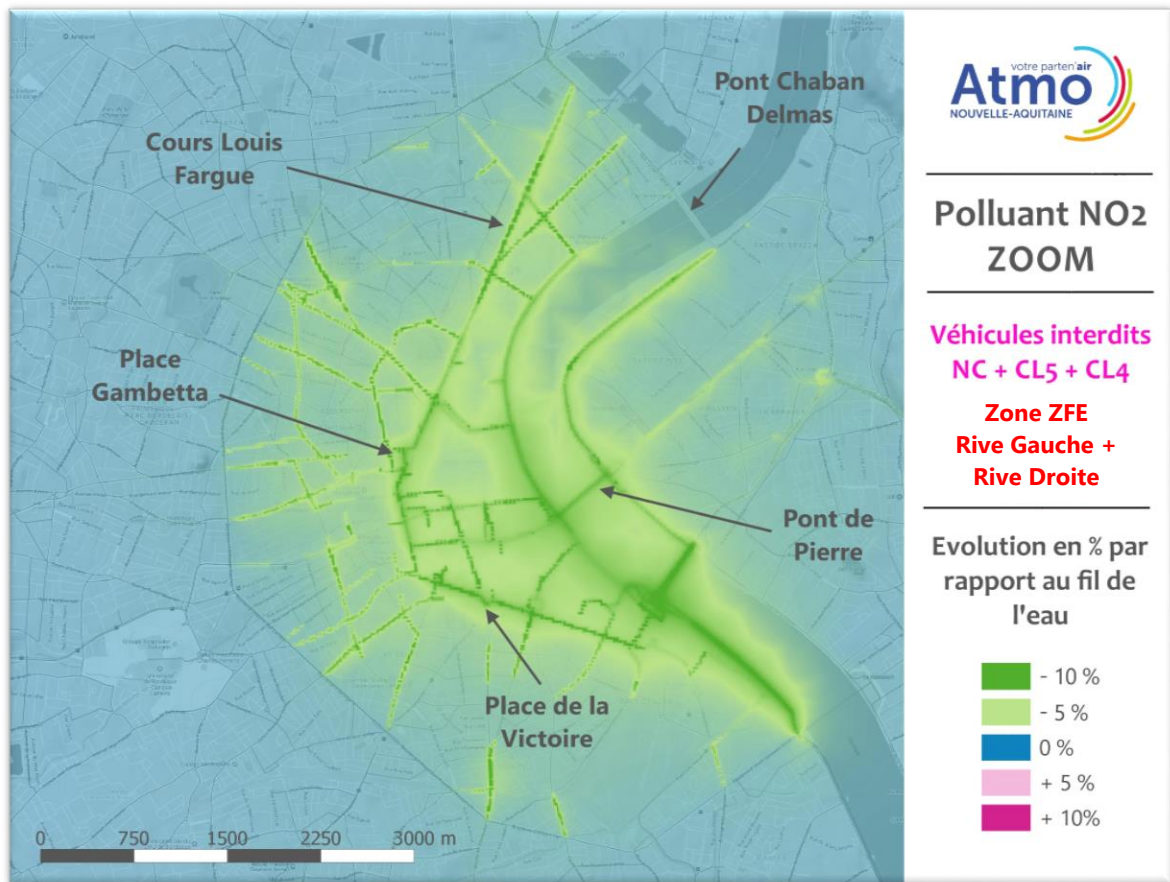
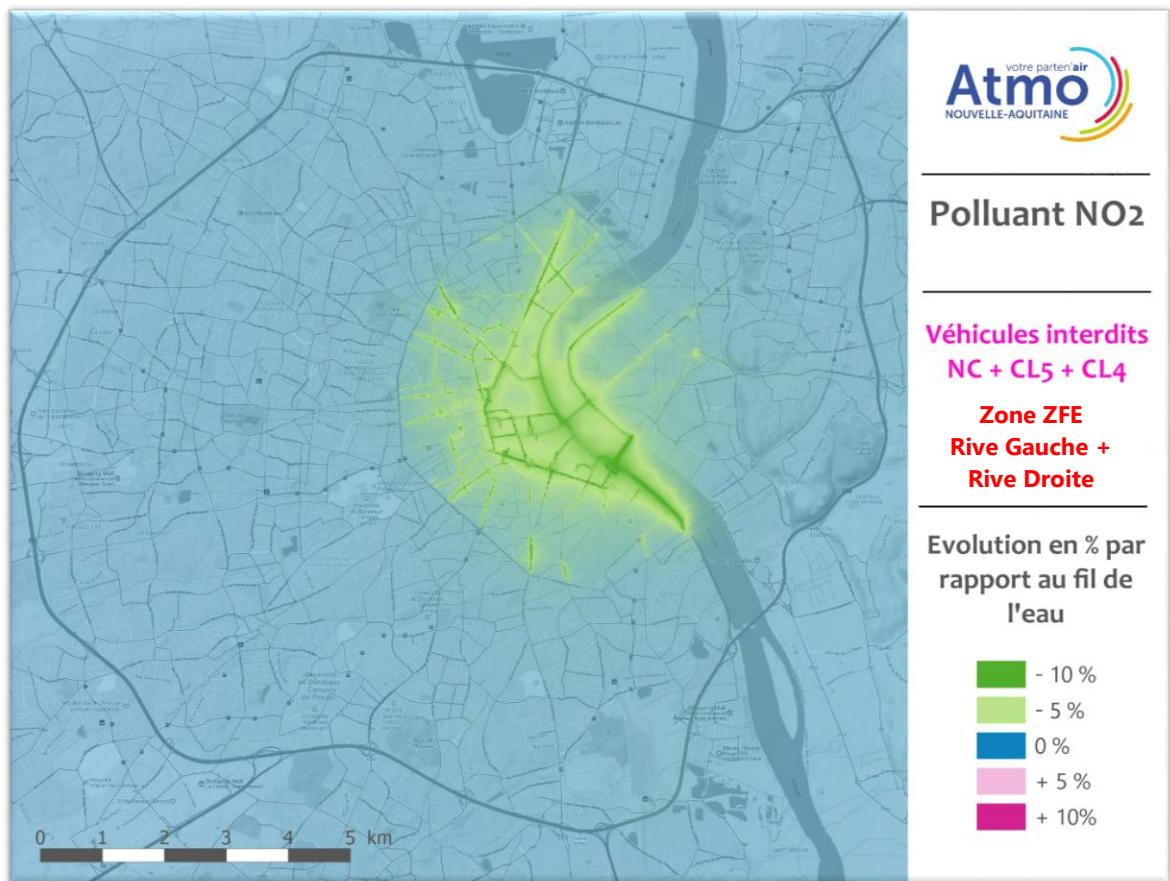


Figure 25 : gain observé en % pour le NO₂ sur le troisième scénario (zone rive gauche + rive droite et véhicules interdits non classés + Crit'air 5 + Crit'air 4)

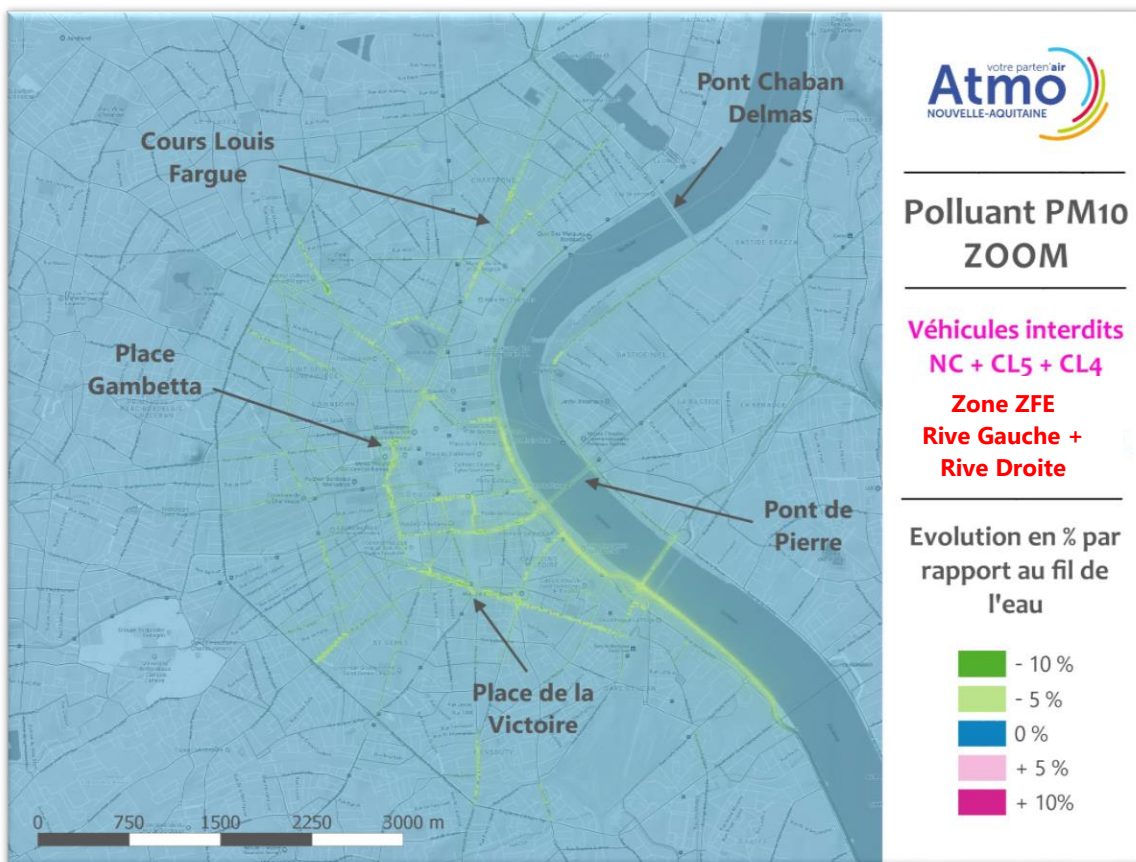
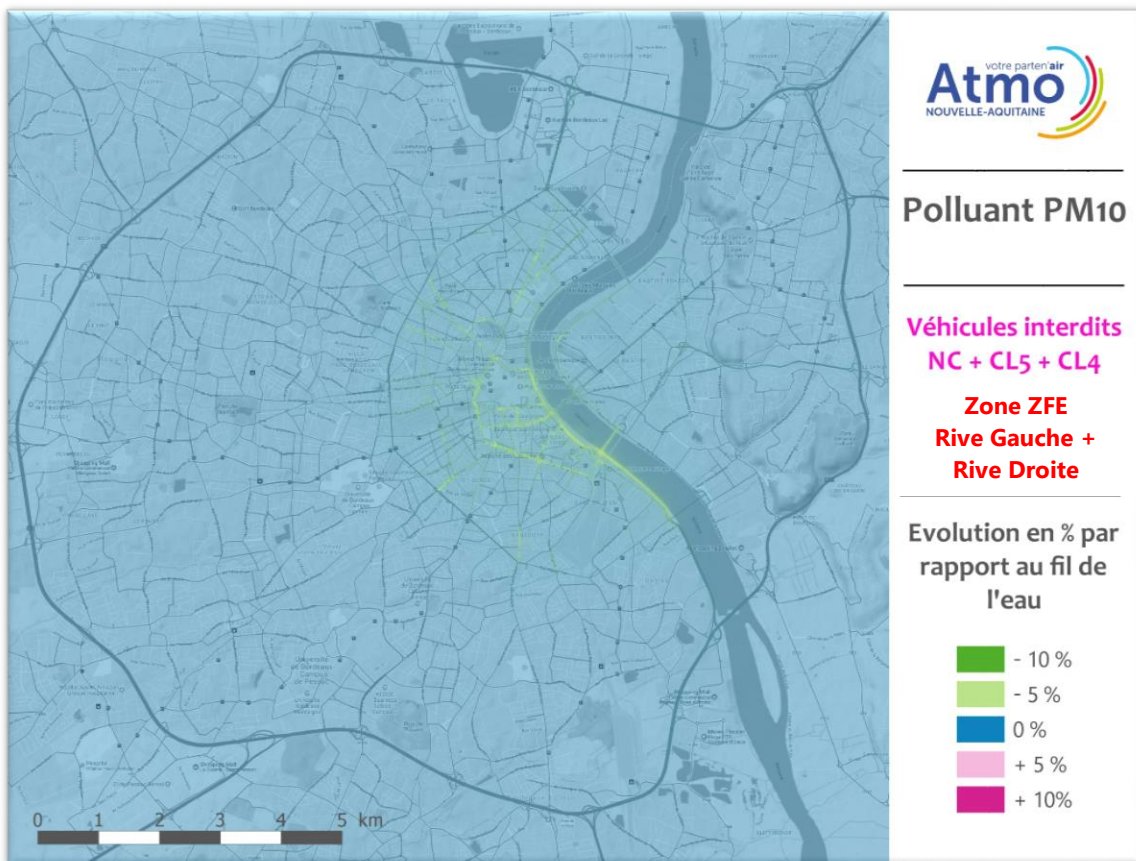


Figure 26 : gain observé en % pour les PM10 sur le troisième scénario (zone rive gauche + rive droite et véhicules interdits non classés + Crit'air 5 + Crit'air 4)

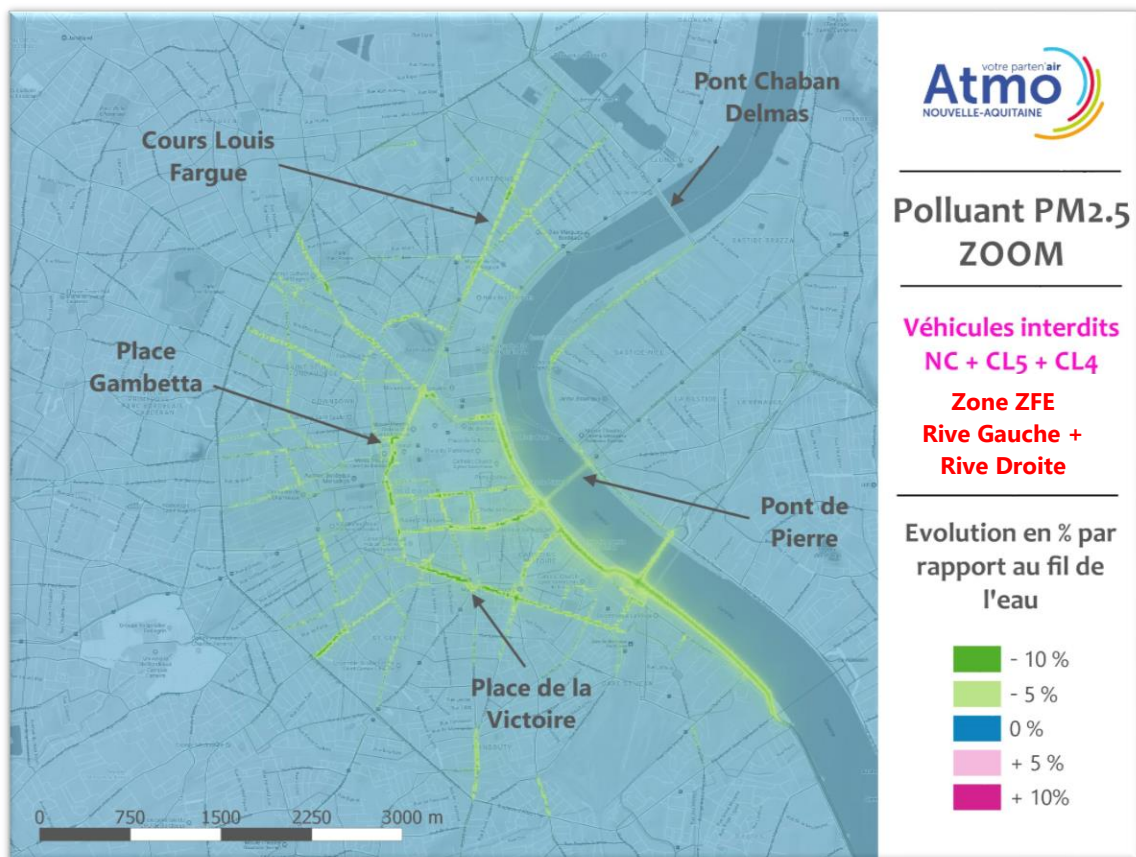
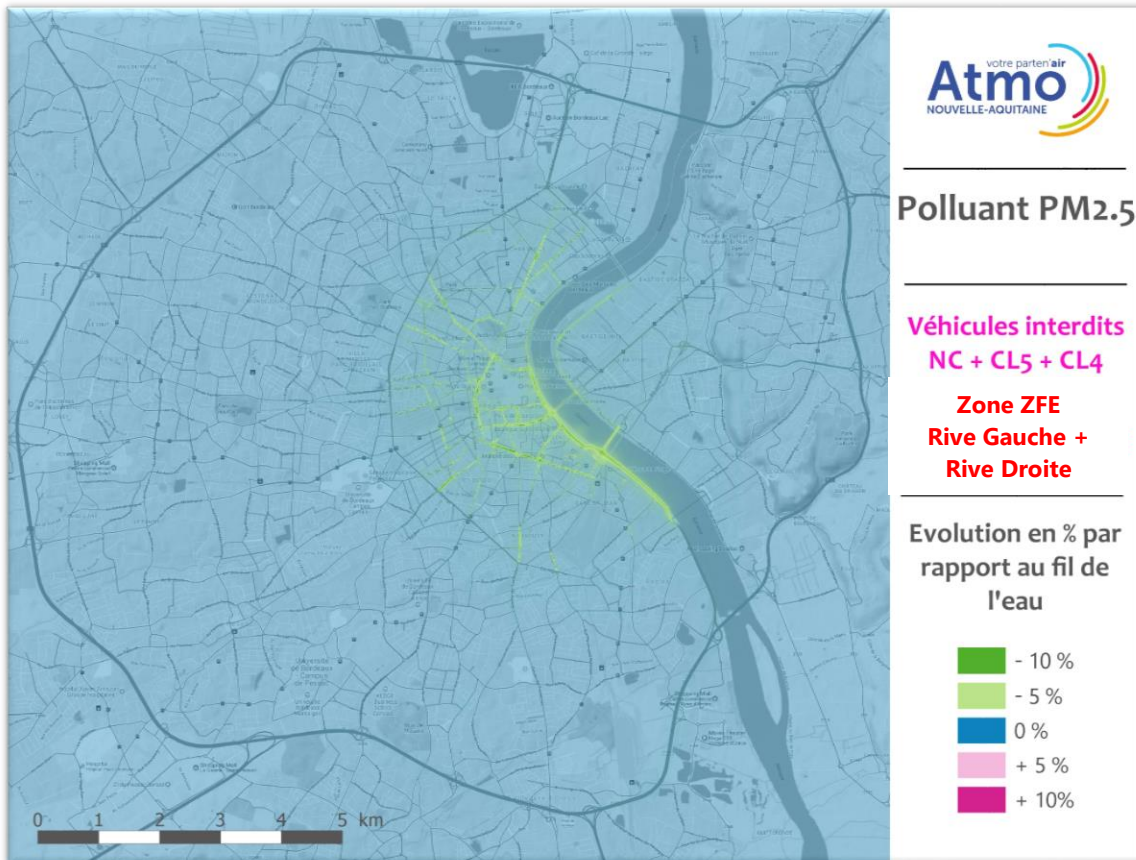


Figure 27 : gain observé en % pour les PM2.5 sur le troisième scénario (zone rive gauche + rive droite et véhicules interdits non classés + Crit'air 5 + Crit'air 4)

3.2.3. Populations et surfaces exposées

A partir des modélisations de la qualité de l'air réalisées sur le scénario « fil de l'eau » et les trois scénarios présentés dans les paragraphes précédents, un calcul d'exposition en termes de population et surface a été réalisé au regard des seuils réglementaires en particulier à partir des valeurs limites d'exposition chronique. Ces valeurs limites sont de 40 µg/m³ en moyenne annuelle pour le NO₂ et les PM10 et de 25 µg/m³ pour les PM2.5. La population considérée est issue du recensement national INSEE 2012 répartie dans les bâtiments d'habitations selon la méthodologie nationale du référent technique des AASQA, à savoir le LCSQA.

Le Tableau 2 présente les résultats en termes d'exposition de la population sur ces trois polluants et pour les trois scénarios, ainsi que les gains par rapport au scénario « fil de l'eau ».

Les observations sont les suivantes :

- les populations exposées sont plus importantes pour le NO₂ que pour les particules PM10 et PM2.5. En conséquence des hypothèses sur la mise en place de la ZFE et des résultats présentés précédemment, les gains en termes de populations exposées sont de fait plus importants sur le NO₂ que sur les particules PM10 et PM2.5. Ceci est à mettre en lien avec les émissions de ces polluants du trafic routier. Sur la zone modélisée, les populations exposées sont au nombre de 6 500 personnes environ pour le NO₂ alors qu'elles sont de l'ordre de 400 à 450 personnes environ sur les particules PM10 et PM2.5.
- les gains en termes de populations exposées sont d'autant plus importants que les hypothèses sur les scénarios sont contraignantes. En prenant l'exemple du NO₂, les gains sont de 7%, 15% et 26% pour le premier, second et troisième scénario sur l'ensemble de la zone modélisée. A l'intérieur de la zone ZFE, les gains sont plus importants encore avec des baisses respectives de 9%, 21% et 37%. Pour les particules PM10 et PM2.5, des gains sont observés avec des baisses significatives qui restent toutefois à nuancer par le faible nombre d'habitants exposés.

Tableau 2 : populations exposées (en nombre d'habitants) aux valeurs limites réglementaires en NO₂, PM10 et PM2.5 sur les trois scénarios et gain observés (en nombre et en %) par rapport au scénario "fil de l'eau"

Référence « Fil de l'eau » en italique		1 ^{er} scénario		2 ^{ème} scénario		3 ^{ème} scénario	
		Zone modélisée	Intra ZFE	Zone modélisée	Intra ZFE	Zone modélisée	Intra ZFE
NO ₂	Population exposée	5 980 6 400	3 640 3 980	5 460 6 400	3 160 4 020	4 740 6 400	2 550 4 020
	Gain	-420 -6,6%	-340 -8,5%	-940 -14,7%	-860 -21,4%	-1 660 -25,9%	-1 470 -36,6%
PM10	Population exposée	390 390	280 280	300 390	190 280	260 390	160 280
	Gain	-	-	-90 -23,1%	-90 -32,1%	-130 -33,3%	-120 -42,9%
PM2.5	Population exposée	440 490	300 350	350 490	210 350	280 490	160 350
	Gain	-50 -10,2%	-50 -14,3%	-140 -28,6%	-140 -40,0%	-210 -42,9%	-190 -54,3%

Le Tableau 3 présente les mêmes résultats que le tableau précédent mais cette fois-ci en termes de surfaces exposées. Les observations sont semblables par rapport aux populations exposées avec des gains en pourcentage légèrement moins importants.

Tableau 3 : surfaces exposées (en km²) aux valeurs limites réglementaires en NO₂, PM10 et PM2.5 sur les trois scénarios et gain observés (en km² et en %) par rapport au "fil de l'eau"

Référence « Fil de l'eau » en italique		1 ^{er} scénario		2 ^{ème} scénario		3 ^{ème} scénario	
		Zone modélisée	Intra ZFE	Zone modélisée	Intra ZFE	Zone modélisée	Intra ZFE
NO ₂	Surface exposée	6,79 <i>6,89</i>	0,54 <i>0,57</i>	6,73 <i>6,89</i>	0,57 <i>0,68</i>	6,56 <i>6,89</i>	0,49 <i>0,68</i>
	Gain	-0,10 -1,4%	-0,04 -6,4%	-0,16 -2,3%	-0,11 -15,8%	-0,33 -4,7%	-0,19 -28,9%
PM10	Surface exposée	1,63 <i>1,63</i>	0,07 <i>0,07</i>	1,61 <i>1,63</i>	0,06 <i>0,07</i>	1,58 <i>1,63</i>	0,05 <i>0,07</i>
	Gain	-	-	-0,02 -1,5%	-0,01 -18,6%	-0,05 -3,1%	-0,02 -27,1%
PM2.5	Surface exposée	1,84 <i>1,87</i>	0,07 <i>0,08</i>	1,84 <i>1,87</i>	0,07 <i>0,08</i>	1,80 <i>1,87</i>	0,05 <i>0,08</i>
	Gain	-0,03 -1,4%	-0,01 -9,7%	-0,03 -1,9%	-0,01 -9,7%	-0,07 -3,5%	-0,03 -36,9%

4. Conclusion

Après un diagnostic de la qualité de l'air sur Bordeaux Métropole, ce document fournit des premiers éléments d'aide à la décision dans l'étude de préfiguration d'une Zone à Faible Emissions (ZFE) sur la métropole en utilisant des outils de modélisation de la qualité de l'air pour étudier à l'horizon 2020 des scénarios visant à réduire les émissions du trafic routier et ainsi dresser des indicateurs chiffrés vis-à-vis de qualité de l'air et des populations exposées à la pollution de l'air.

Les scénarios étudiés

Par rapport à un scénario « fil de l'eau 2020 » où aucune action spécifique n'est réalisée, trois scénarios de réduction de la pollution ont été testés sur deux zones spécifiques ZFE avec des restrictions permanentes de circulation aux véhicules les plus polluants en fonction de la vignette Crit'air mise en place par le gouvernement : un premier scénario avec une ZFE délimitée par la rive gauche intra-boulevards et une interdiction de circulation pour les véhicules non classés (NC) selon la vignette Crit'air, un deuxième scénario identique au premier avec une extension de la ZFE à la rive droite et une interdiction de circulation supplémentaire aux véhicules plus récents classés Crit'air 5 (CL5), et un troisième scénario identique au second à laquelle se rajoute l'interdiction de circulation pour les véhicules classés Crit'air 4 (CL4),

Des gains plus importants à l'intérieur des zones ZFE pour le dioxyde d'azote

- ✓ En termes d'évolution des émissions par rapport au scénario « fil de l'eau », les résultats montrent que les gains moyens attendus les plus importants se situent à l'intérieur de la ZFE où une restriction de circulation a lieu, en particulier pour le dioxyde d'azote où les réductions d'émissions pour ce polluant sont respectivement de 9%, 18% et 31% pour les scénarios 1, 2 et 3. Des gains sont également observés pour les particules en suspension PM10 avec des réductions respectives de 4%, 9% et 15%, comme pour les particules fines PM2.5 où les baisses associées sont de 5%, 13% et 20%.
- ✓ Vis-à-vis des concentrations finales, les résultats montrent des gains moyens de 0,1% à 4,0% sur l'ensemble des polluants et des scénarios. A noter que les gains maximums associés sont encore plus forts à mesure que la restriction de circulation est plus importante, de l'ordre de 3%, 8% et 24% sur le dioxyde d'azote pour les scénarios 1, 2 et 3, les réductions respectives étant de 2%, 6% et 12% sur les PM10 et de 3%, 10% et 14% sur les PM2.5.
- ✓ Comme le montre le diagnostic initial, les populations exposées aux dépassements des valeurs réglementaires se situent majoritairement à l'intérieur de la zone ZFE en particulier à proximité des axes routiers. Ainsi, la mise en œuvre d'une restriction de circulation dans ces zones a pour conséquence de réduire le nombre de personnes exposées à la pollution. Le calcul d'exposition associé aux 3 scénarios montre que les gains attendus à l'intérieur de ZFE sont maximums sur le NO₂ avec une réduction du nombre de personnes exposées de l'ordre de 340 pour le 1^{er} scénario (réduction de 9%), 860 pour le 2nd scénario (21%) et de 1 470 pour le 3^{ème} scénario (37%). En ce qui concerne les particules, les gains attendus à l'intérieur de la ZFE sont respectivement de l'ordre 0, 90 et 120 personnes (0%, 32% et 43% de réduction) pour les PM10 et de 50, 140 et 190 personnes (14%, 40% et 54% de réduction) pour les PM2.5.

Des gains au-delà des zones ZFE testées

De façon générale, même si les réductions sont principalement attendues à l'intérieur des zones ZFE testées, des bénéfices sont également espérés sur l'ensemble des indicateurs (émissions, concentrations, populations exposées) à l'extérieur de la zone ZFE (report modal ...) avec des gains pouvant aller globalement jusqu'à 4% en terme de réduction de population exposée (190 personnes).

Finalement, cette étude montre un fort intérêt pour la mise en œuvre d'actions de réduction des émissions du trafic routier de type ZFE basées sur la vignette Crit'Air dans la zone intra-boulevards de Bordeaux. Toutefois, l'unique interdiction de circulation des véhicules non classés semble insuffisante pour obtenir de réels bénéfices à contrario d'une interdiction de circulation sur les véhicules moins anciens de type Crit'Air 5 et Crit'Air 4.

Table des figures

Figure 1 : bilan réglementaire 2017 pour le dioxyde d'azote NO ₂ et les oxydes d'azote NO _x	7
Figure 2 : bilan réglementaire 2017 pour l'ozone O ₃	7
Figure 3 : bilan réglementaire 2017 pour les particules en suspension PM10	8
Figure 4 : bilan réglementaire 2017 pour les particules fines PM2.5.....	8
Figure 5 : bilan réglementaire 2017 pour le dioxyde de soufre SO ₂	8
Figure 6 : bilan réglementaire 2017 pour le benzène C ₆ H ₆	8
Figure 7 : évolution pluriannuelle des concentrations moyennes annuelles.....	9
Figure 8 : répartition des émissions de polluants sur Bordeaux Métropole en 2014.....	9
Figure 9 : répartition géographique des émissions de NO _x , PM10 et PM2.5 sur le territoire de Bordeaux Métropole en 2014	11
Figure 10 : répartition des émissions de NO _x du trafic routier par catégorie (VP, PL et VUL) et motorisation (essence, diesel, électrique, GPL, GNV) des véhicules.....	12
Figure 11 : répartition des émissions de PM10 du trafic routier par catégorie (VP, PL et VUL) et motorisation (essence, diesel, électrique, GPL, GNV) des véhicules.....	12
Figure 12 : document de présentation de la CSA sur Bordeaux Métropole	13
Figure 13 : zoom sur le centre de Bordeaux Métropole et bâtiments BD TOPO IGN @GIPAtgeri.....	15
Figure 14 : cartographie de l'Indice Pollution Population sur Bordeaux Métropole	16
Figure 15 : délimitation des zones ZFE du 1er scénario (gauche) et du second et troisième scénario (droite)	17
Figure 16 : réseau routier modélisé pour l'ensemble des scénarios	18
Figure 17 : parcs technologiques sur Bordeaux Métropole par type de véhicules à l'horizon 2020	19
Figure 18 : cartographies des réductions de trafic sur Bordeaux Métropole pour les 3 scénarii d'études ZFE (EGIS/EMTIS).....	20
Figure 19 : gain d'émissions de polluants pour chaque scénario, polluant et zone, en pourcentage	21
Figure 20 : moyenne annuelle en dioxyde d'azote NO ₂ pour le scénario "fil de l'eau"	23
Figure 21 : moyenne annuelle en particules en suspension PM10 pour le scénario "fil de l'eau"	24
Figure 22 : moyenne annuelle en particules fines PM2.5 pour le scénario "fil de l'eau"	25
Figure 23 : gain observé en % pour le NO ₂ sur le 1er scénario (zone rive gauche et véhicules interdits non classés).....	27
Figure 24 : gain observé en % pour le NO ₂ sur le deuxième scénario (zone rive gauche + rive droite et véhicules interdits non classés + Crit'Air 5)	28
Figure 25 : gain observé en % pour le NO ₂ sur le troisième scénario (zone rive gauche + rive droite et véhicules interdits non classés + Crit'air 5 + Crit'air 4)	29
Figure 26 : gain observé en % pour les PM10 sur le troisième scénario (zone rive gauche + rive droite et véhicules interdits non classés + Crit'air 5 + Crit'air 4)	30
Figure 27 : gain observé en % pour les PM2.5 sur le troisième scénario (zone rive gauche + rive droite et véhicules interdits non classés + Crit'air 5 + Crit'air 4)	31
Figure 28 : gain observé en % pour les PM10 sur le premier scénario	37
Figure 29 : gain observé en % pour les PM2.5 sur le premier scénario	38
Figure 30 : gain observé en % pour les PM10 sur le deuxième scénario	39
Figure 31 : gain observé en % pour les PM2.5 sur le deuxième scénario	40

Table des tableaux











Tableau 1 : gains (minimum, moyenne, maximum) observés en % sur chaque scénario et chaque polluant... ..	26
Tableau 2 : populations exposées (en nombre d'habitants) aux valeurs limites réglementaires en NO ₂ , PM10 et PM2.5 sur les trois scénarios et gain observés (en nombre et en %) par rapport au scénario "fil de l'eau" .	32
Tableau 3 : surfaces exposées (en km ²) aux valeurs limites réglementaires en NO ₂ , PM10 et PM2.5 sur les trois scénarios et gain observés (en km ² et en %) par rapport au "fil de l'eau"	33

Annexes

Annexe 1 : classement certificat qualité de l'air sur les voitures particulières


Classement Certificat qualité de l'air
Voitures particulières

NORME EURO (inscrite sur la carte grise)
ou, à défaut, date de 1^{re} immatriculation

	Tous les véhicules 100% électriques et hydrogènes	
	Tous les véhicules gaz et les véhicules hybrides rechargeables	
Essence et autres 	Diesel 	
	Euro 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2011	
	Euro 4 Entre le 1 ^{er} janvier 2006 et le 31 décembre 2010 inclus	Euro 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2011
	Euro 2 et 3 Entre le 1 ^{er} janvier 1997 et le 31 décembre 2005 inclus	Euro 4 Entre le 1 ^{er} janvier 2006 et le 31 décembre 2010 inclus
		Euro 3 Entre le 1 ^{er} janvier 2001 et le 31 décembre 2005 inclus
		Euro 2 Entre le 1 ^{er} janvier 1997 et le 31 décembre 2000 inclus
	Euro 1 et avant	Jusqu'au 31 décembre 1996

Pour obtenir son certificat qualité de l'air
www.certificat-air.gouv.fr

Pour en savoir plus, consultez l'arrêté du 21/06/2017 établissant la nomenclature des véhicules :
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032749723&categorieLien=id>



Annexe 2 : carte de gains en pourcentage pour le 1^{er} scénario sur les PM10 et PM2.5

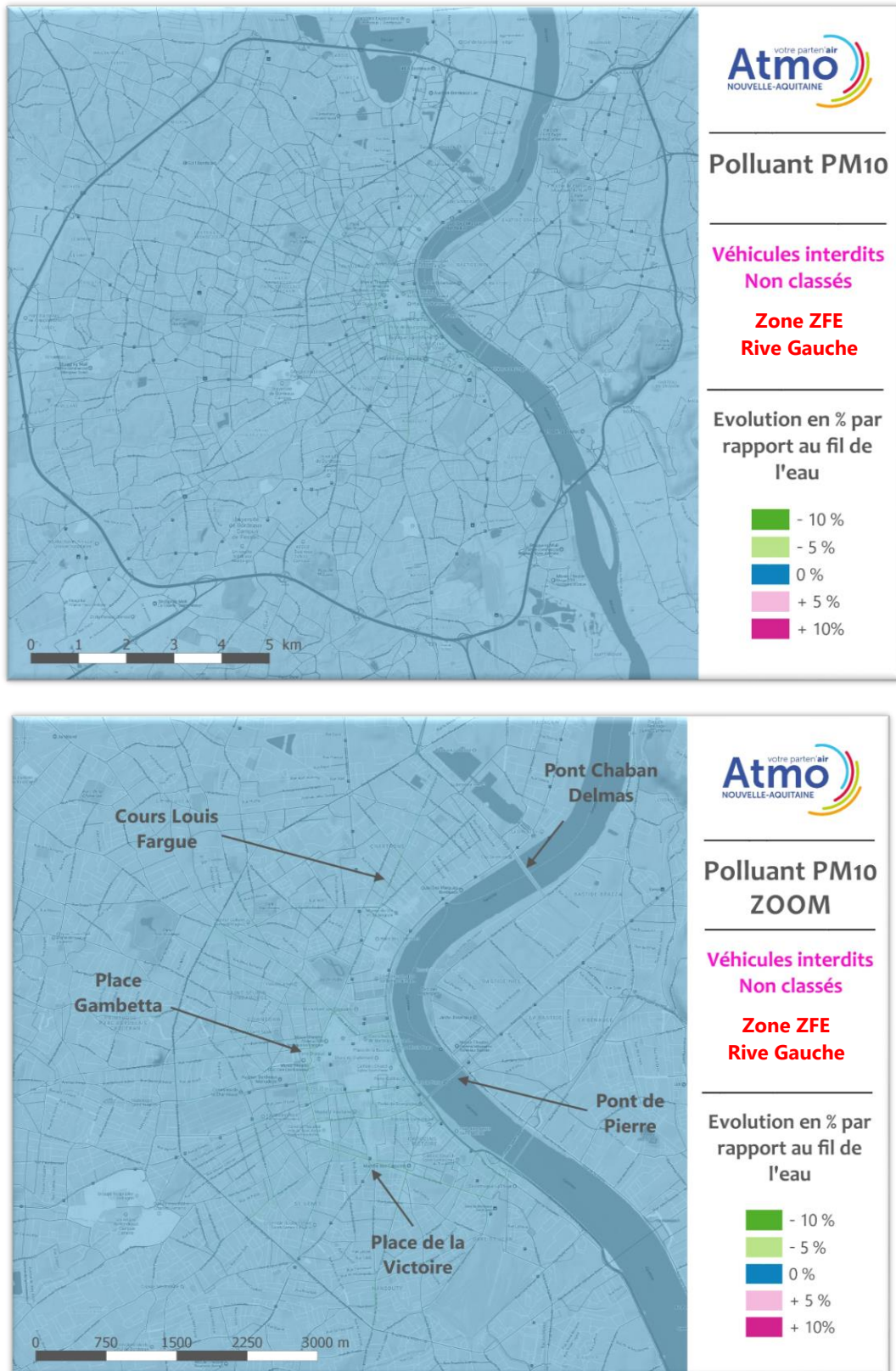


Figure 28 : gain observé en % pour les PM10 sur le premier scénario

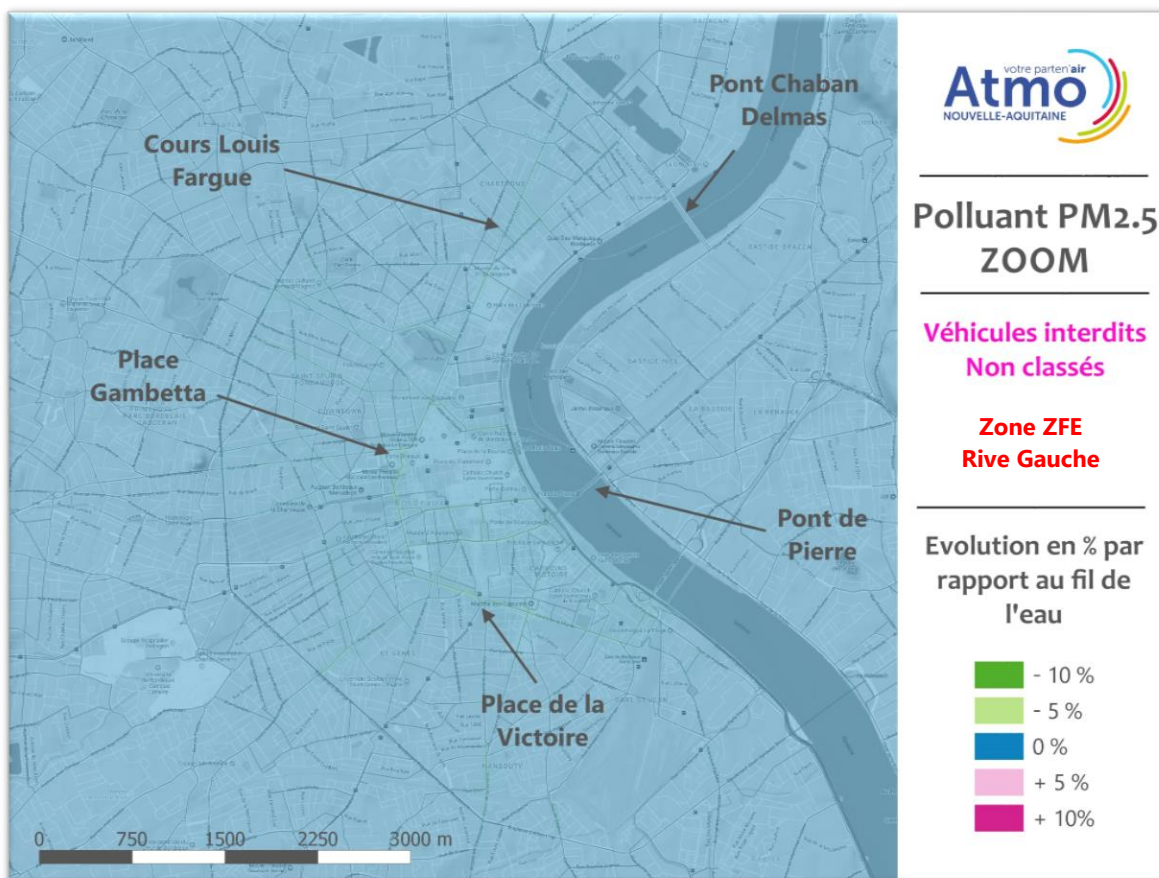
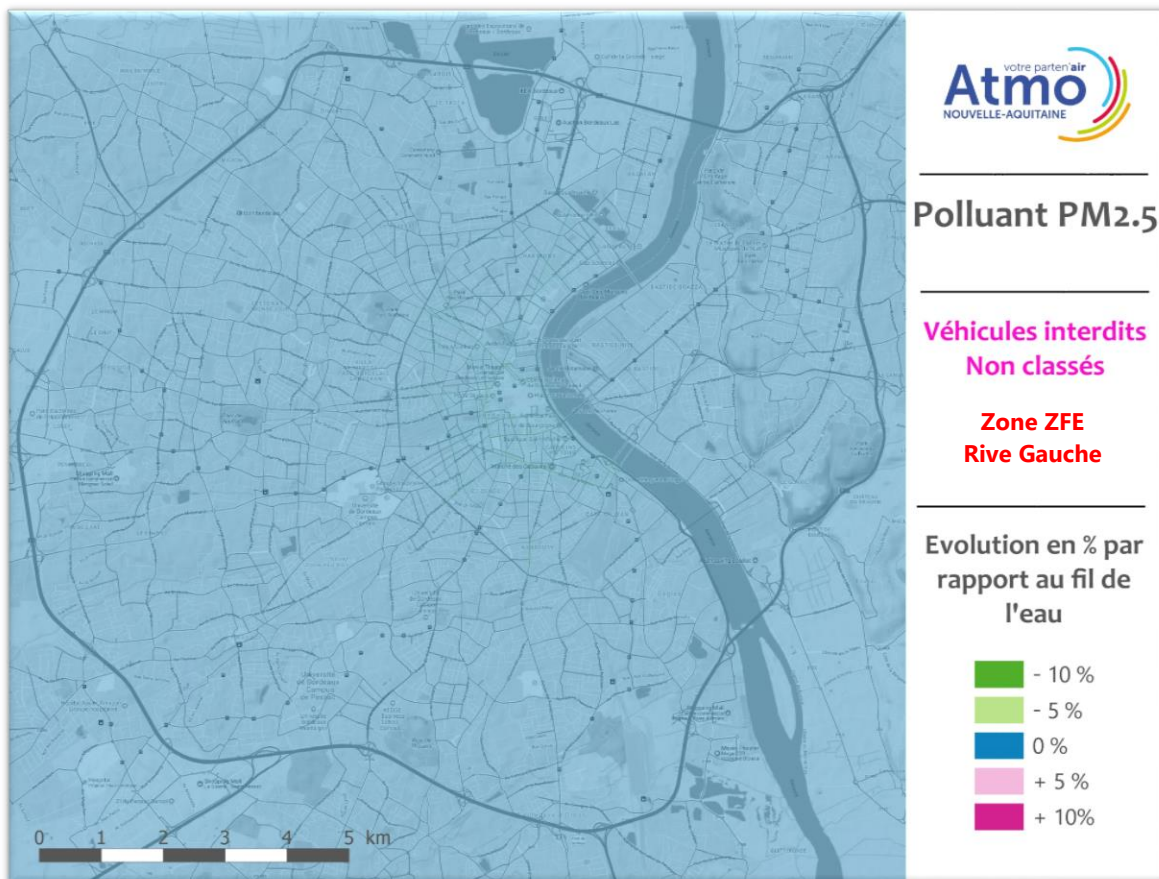


Figure 29 : gain observé en % pour les PM2.5 sur le premier scénario

Annexe 3 : carte de gains en pourcentage pour le 2^{ème} scénario sur les PM10 et PM2.5

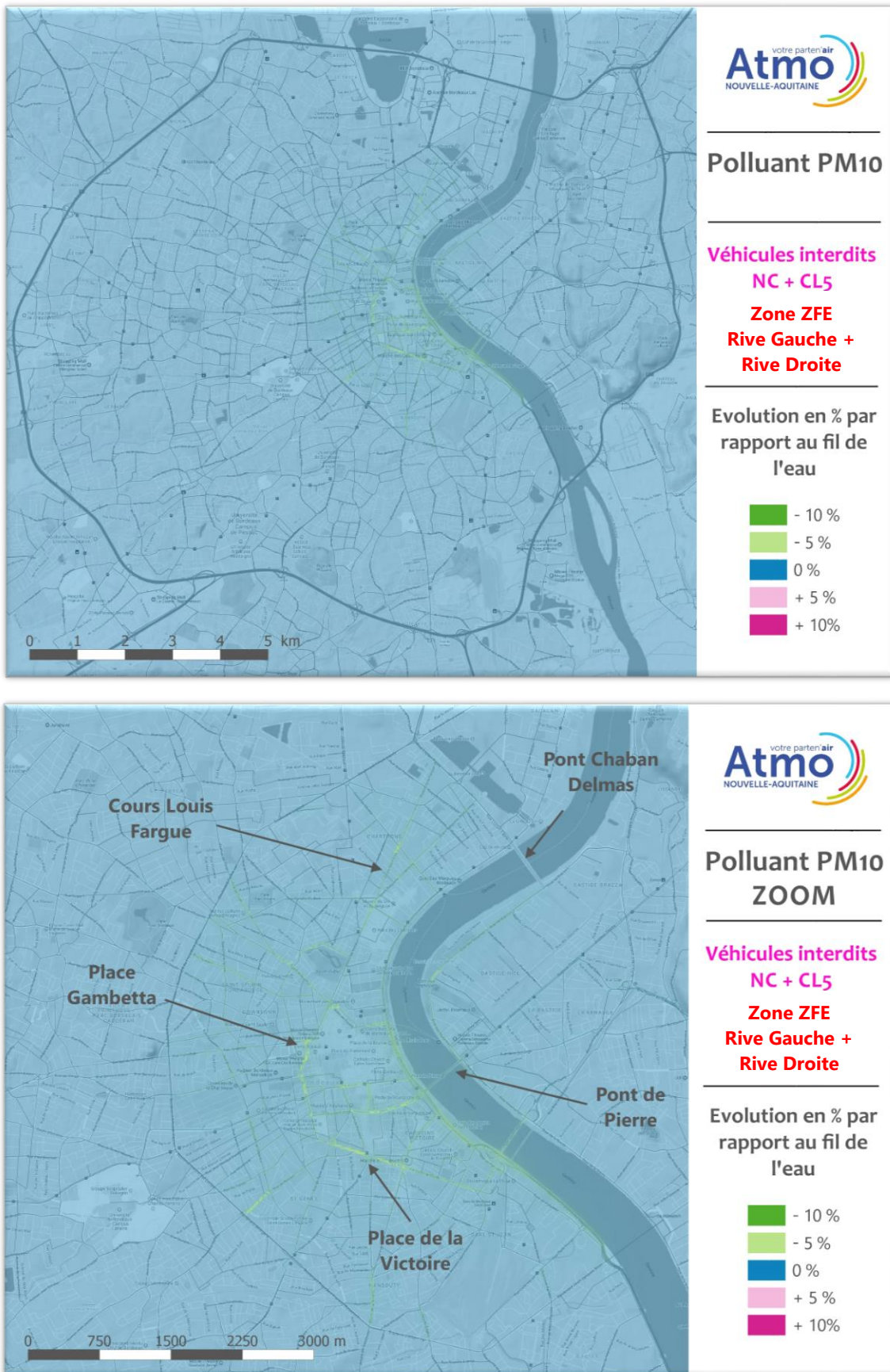


Figure 30 : gain observé en % pour les PM10 sur le deuxième scénario

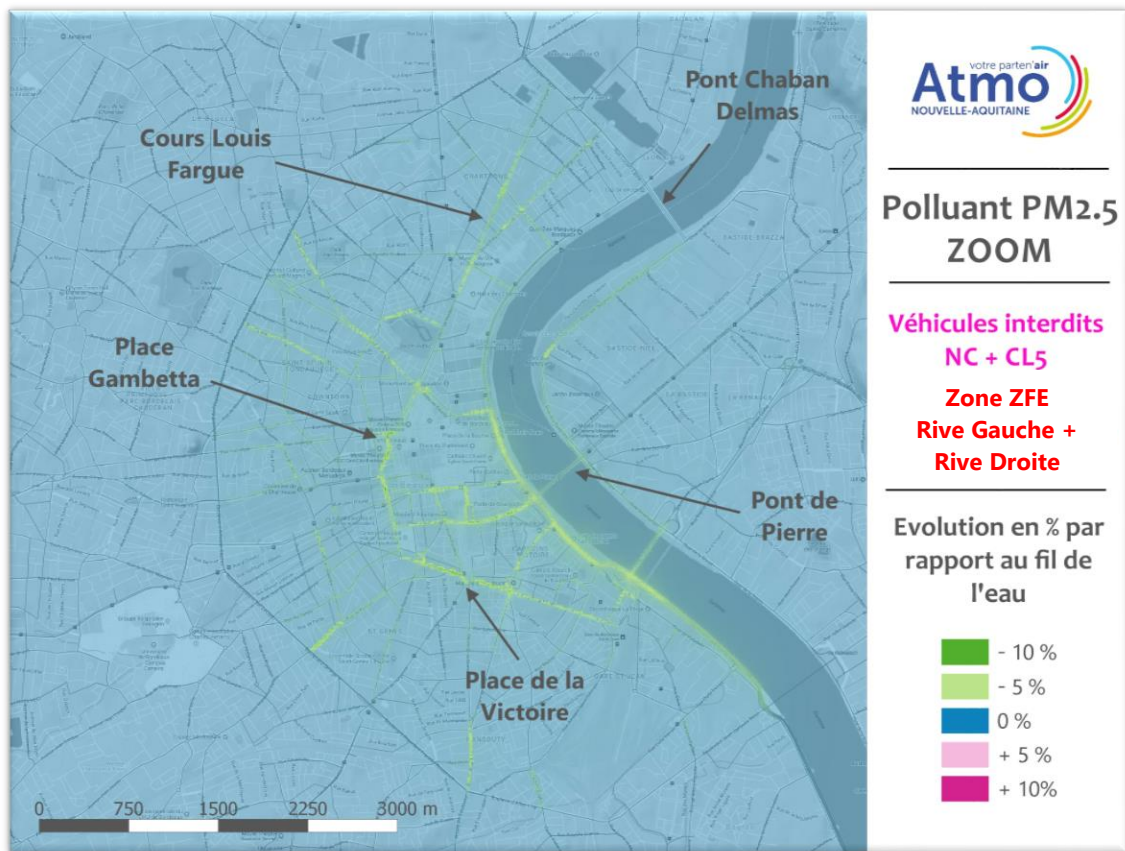
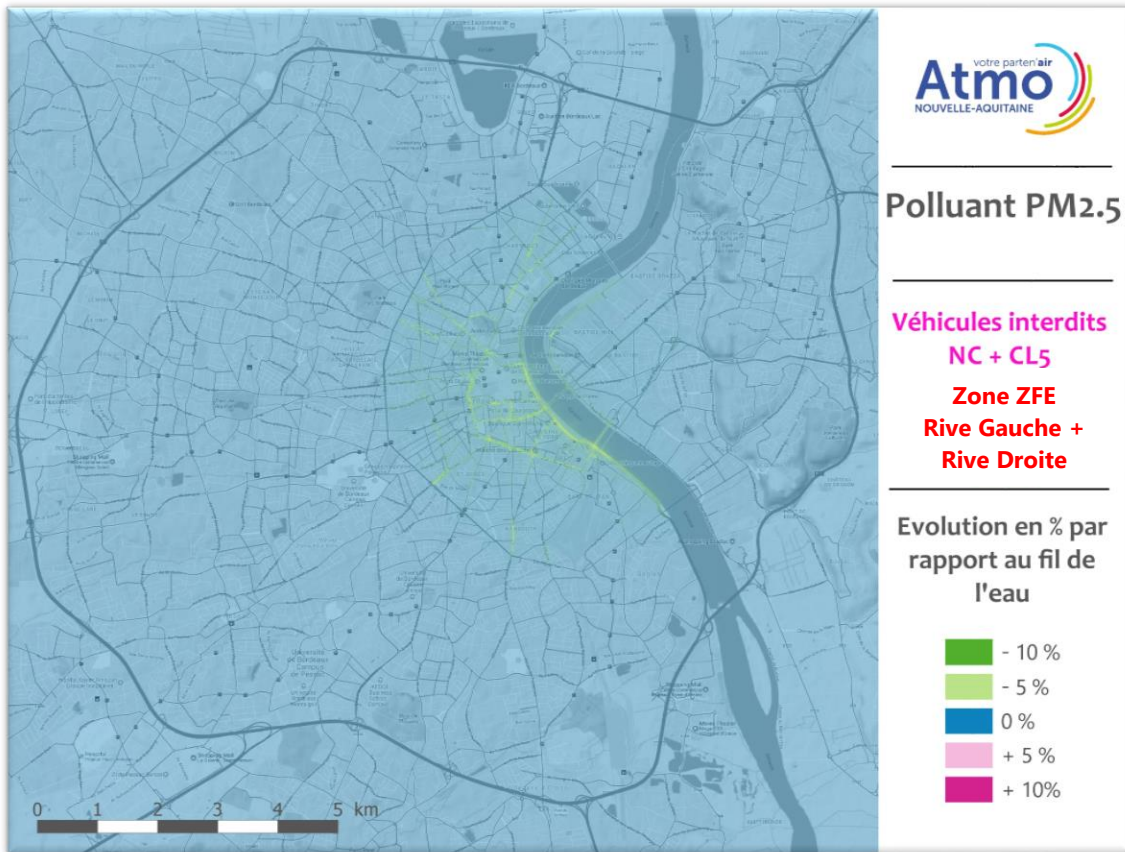


Figure 31 : gain observé en % pour les PM2.5 sur le deuxième scénario



RETROUVEZ TOUTES
NOS PUBLICATIONS SUR :
www.atmo-nouvelleaquitaine.org

Contacts

contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège social) - ZA Chemin Long
13 allée James Watt - 33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale-facturation)
ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Augustin Fresnel
17 180 Périgny

Pôle Limoges
Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz
87 068 Limoges Cedex

