

Plan de Protection de l'Atmosphère

Etat des lieux de la qualité de l'air et évaluation
prospective 2030 - Agglomération bordelaise

Département d'étude : Gironde

Référence : PLAN_EXT_21_234_PPA_Bordeaux_2019-2030

Version du : 30/03/2023

Auteur(s) : Perrine Jankowski - Cindy Vida

Contact Atmo Nouvelle-Aquitaine :

E-mail : contact@atmo-na.org

Tél. : 09 84 200 100

Avant-Propos

Titre : Plan de protection de l'Atmosphère – Etat des lieux de la qualité de l'air et évaluation prospective 2030

Reference : PLAN_EXT_21_234_PPA_Bordeaux_2019-2030

Version finale du : 30/03/2023

Délivré à : DREAL Nouvelle-Aquitaine

Nombre de pages : 79 (couverture comprise)

		Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Perrine Jankowski	Cindy Vida	Rémi Feuillade	Rémi Feuillade
Qualité	Ingénieure d'études	Ingénieure d'études	Directeur délégué Production et Exploitation	Directeur délégué Production et 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.

À 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 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'aurait pas donné d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas prises en compte lors de comparaison à un seuil réglementaire

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

Lexique

Polluants

- NO_x Oxydes d'azote
- NO₂ Dioxyde d'azote
- PM₁₀ Particules grossières
- PM_{2,5} Particules fines
- COVNM Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques
- SO₂ Dioxyde de soufre
- NH₃ Ammoniac

Unités de mesure

- µg Microgramme (= 1 millionième de gramme = 10⁻⁶ g)
- m³ Mètre cube

Abréviations et acronymes

- AASQA Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
- ADBM Aéroport de Bordeaux-Mérignac
- ADEME Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- AME Avec Mesures Existantes
- AMS Avec Mesures Supplémentaires
- CEREMA Centre d'Etudes et Expérience en Risques, Environnement, Mobilité et Urbanisme
- CITEPA Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution
- EPCI Etablissement Public de Coopération Intercommunale
- GES Gaz à Effet de Serre
- ICARE Inventaire CAdastré REgional
- LTECV Loi Transition Energétique pour la Croissance Verte
- OMS Organisation Mondiale pour la Santé
- PCAET Plan Climat-Air-Energie Territorial
- PCIT Pôle Coordination des Inventaires Territoriaux
- PDU Plan de Déplacements Urbains
- PLU Plan Local d'Urbanisme
- PNIEC Plans Nationaux Intégrés Energie Climat
- PPA Plan de Protection de l'Atmosphère
- PREPA Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques
- SCoT Schéma de Cohérence Territoriale
- SECTEN SECTeurs économiques et Energie
- SNBC Stratégie Nationale Bas Carbone
- SRADDET Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires)
- VL Valeur Limite
- ZFE-m Zone Faible Emission - mobilité

Résumé

Un Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), régi par le Code de l'Environnement, constitue un outil réglementaire et opérationnel privilégié pour piloter et coordonner, au niveau local, les politiques d'amélioration de la qualité de l'air. Mis en œuvre par l'État, en partenariat avec les collectivités et l'ensemble des acteurs territoriaux, le PPA déploie un plan d'actions, adapté au contexte local, visant à réduire les émissions de polluants atmosphériques et ainsi, à diminuer l'exposition de la population. Ces objectifs s'appuient sur la directive 2008/50/CE. Le PPA doit également contribuer au respect des plafonds d'émissions nationaux. S'appliquant aux agglomérations de plus 250 000 habitants, ou présentant des zones de dépassement des valeurs limites, le PPA de Bordeaux existe depuis 2007 et en est actuellement à sa troisième édition.

Atmo Nouvelle-Aquitaine a réalisé l'évaluation sur la qualité de l'air des scénarios suivants :

- S0 : état initial en 2019
- S1 : à échéance 2030 dit « fil de l'eau » prenant en compte un ensemble de mesures existantes
- S2 : à échéance 2030 dit « avec actions locales » prenant en compte des mesures supplémentaires

Le scénario « 2030 – fil de l'eau » ne permet pas d'atteindre les objectifs PREPA de réduction pour les oxydes d'azote (NOx) et l'ammoniac (NH₃). Grâce au scénario « 2030 - avec actions locales », les objectifs PREPA sont tous remplis.

Le scénario « 2030 – fil de l'eau » ne permet pas d'atteindre l'objectif de réduction du plan national d'actions chauffage au bois fixé pour les PM_{2,5} avec une diminution de 35% contre 50% attendus. Le scénario « avec actions locales » permet d'atteindre cet objectif.

L'atteinte de ces objectifs nécessite des actions fortes et contraignantes, comme la mise en place de la ZFE-m sur Bordeaux Métropole, l'augmentation limitée du trafic et le remplacement intégral des foyers ouverts et des appareils anciens de chauffage au bois.

Les effets les plus favorables à la qualité de l'air concernent le dioxyde d'azote avec une diminution des concentrations fortes pour les deux scénarios. Cependant, le scénario « 2030 – avec actions locales » apporte un gain supplémentaire plus important pour les polluants particuliers notamment en intra-rocade.

En termes d'exposition aux valeurs réglementaires, le scénario 2 contribue à diminuer considérablement les populations exposées. Néanmoins, il subsiste des populations exposées (environ 50 habitants) à la valeur limite annuelle en dioxyde d'azote fixée à 40 µg/m³. Il s'agit essentiellement de bâtiments situés dans l'intra-rocade ou à proximité immédiate de la rocade.

Sommaire

1. Introduction	7
1.1 Contexte.....	7
1.2 Périmètre.....	8
1.3 Contexte réglementaire.....	9
1.3.1 PREPA - Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques	9
1.3.2 Plan national d'actions chauffage au bois.....	11
1.3.3 Scénarii prospectifs.....	11
2. Outils et méthodologies.....	13
2.1 Inventaire des émissions	13
2.2 Modélisation des concentrations	15
3. Description des scénarisations.....	16
3.1 Scenario 0 - Etat initial 2019.....	16
3.2 Scenario 1 – Fil de l'eau 2030.....	17
3.3 Scenario 2 – Avec actions locales PPA 2030	18
3.3.4 GT1 - Transports terrestres	18
3.3.5 GT2 – Habitat et construction.....	19
3.3.6 GT3 – Agriculture et espaces verts	20
3.3.7 GT4 – Industrie et activités économiques.....	21
3.3.8 GT5 – Transports maritime, fluvial et aérien	21
3.4 Synthèse des scénarisations	23
4. Emissions territoriales – état initial	24
4.1 Oxydes d'azote [NO _x]	24
4.2 Particules grossières [PM ₁₀]	25
4.3 Particules fines [PM _{2,5}].....	26
4.4 Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques [COVNM]	27
4.5 Dioxyde de soufre [SO ₂]	28
4.6 Ammoniac [NH ₃]	29
5. Emissions - Résultats attendus en 2030.....	30
5.1 Oxydes d'azote [NO _x]	30
5.2 Particules grossières [PM ₁₀]	32
5.3 Particules fines [PM _{2,5}].....	34
5.4 Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques [COVNM]	36
5.5 Dioxyde de soufre [SO ₂]	38
5.6 Ammoniac [NH ₃]	40
5.7 Bilan des émissions – Synthèse	42

5.8	Plan national d'actions chauffage au bois	42
6.	Concentrations - résultats des modélisations	44
6.1	Données d'entrée.....	44
6.2	Analyse des données en sortie.....	44
6.3	Dioxyde d'azote [NO ₂]	45
6.4	Particules grossières [PM ₁₀]	49
6.5	Particules fines [PM _{2,5}].....	53
6.6	Bilan surface et population exposées	57
6.6.1	Gains par polluant – Récapitulatif.....	57
6.6.2	Exposition de la population.....	58
6.6.3	Surfaces exposées	61
7.	Conclusions	64

1. Introduction

1.1 Contexte¹

Les plans de protection de l'atmosphère (PPA) définissent les objectifs et les mesures réglementaires, volontaires ou portées par les acteurs locaux, permettant de ramener, à l'intérieur des agglomérations de plus de 250 000 habitants et des zones où les valeurs limites réglementaires sont dépassées ou risquent de l'être, les concentrations en polluants atmosphériques à un niveau inférieur aux valeurs limites réglementaires, définies dans un objectif de protection de la santé des populations.

L'intérêt du PPA réside dans sa capacité à traiter la qualité de l'air au niveau d'un périmètre d'étude et à mettre en place des mesures locales adaptées. Pour cela, le PPA s'organise autour :

- D'un état des lieux, permettant de définir le périmètre d'étude et présentant les enjeux en termes de concentrations et émissions de polluants liés aux différentes sources,
- D'objectifs à atteindre en termes de qualité de l'air et/ou de niveaux d'émissions,
- De mesures à mettre en œuvre pour que ces objectifs soient atteints. Il s'agit de mesures préventives ou correctives, d'application temporaire ou permanente, pouvant être prises en vue de réduire les émissions de sources de pollution atmosphériques, d'utiliser l'énergie de manière rationnelle, et d'atteindre les objectifs fixés par le plan, mais également des mesures d'urgence.

Les PPA sont régis par le Code de l'Environnement (article L. 222-4 à L. 222-7 et R. 222-13 à R. 222-36).

Articulation entre PPA et autres documents de planification

Le PPA fixe des objectifs de réduction des émissions de certains polluants, et de ce fait, doit assurer une certaine cohérence de ces objectifs et orientations avec les autres plans et programmes existants. Cette cohérence peut être régie d'un point de vue réglementaires, avec des règles de comptabilités ou de prise en compte, ou d'un point de vue volontaire.

De manière simplifiée,

- A l'échelle nationale, le PPA doit prendre en compte le PREPA – Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques,
- A l'échelle régionale, le PPA doit être compatible avec le SRADDET - Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires),
- A l'échelle intercommunale, les PLU, PCAET, PDU doivent être compatibles avec les objectifs fixés par le PPA.

Par ailleurs, le Gouvernement a publié un plan d'action de réduction des émissions issues du chauffage au bois en France pour le chauffage domestique au bois plus performant. Une des actions de ce plan vise l'encadrement du chauffage bois dans les zones couvertes par un PPA. Ainsi, l'article ML.222-6-1 prévoit la mise en œuvre de mesures pour la performance énergétique du parc d'appareils de chauffage bois et atteindre une réduction de 50 % des émissions de particules fines PM_{2,5} issues de la combustion du bois à l'horizon 2030 dans les zones couvertes par des PPA.

¹ Eléments issus du document « Relevé de décisions, Réunion du 30/09/2021 » rédigé par le Comité de pilotage de révision du plan de protection de l'atmosphère (PPA) de l'agglomération bordelaise.

1.2 Périmètre

Composés considérés

- **NO₂, PM₁₀** : polluants suivis dans les précédents PPA de l'agglomération bordelaise
- **PM_{2,5}, COVNM, SO₂, NH₃** : pour la compatibilité avec le PREPA – Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques, Plan d'action Chauffage au Bois

Période d'application

- **2019 à 2030**, avec objectifs intermédiaires en 2027

2019 : Année de référence, l'année 2020 est une année particulière et peu représentative en termes de qualité de l'air (Période impactée par le Covid)

2030 : Année de référence pour les objectifs PREPA, Plan d'action Chauffage au Bois, SCot² 2030

Domaine couvert

- **108 communes**, réparties sur 10 intercommunalités avec prise en compte de :
 - Agglomération bordelaise (unité urbaine) : 73 communes.
 - SCot de l'aire métropolitaine de Bordeaux : 94 communes. Il s'agit du périmètre a minima cohérent pour les actions

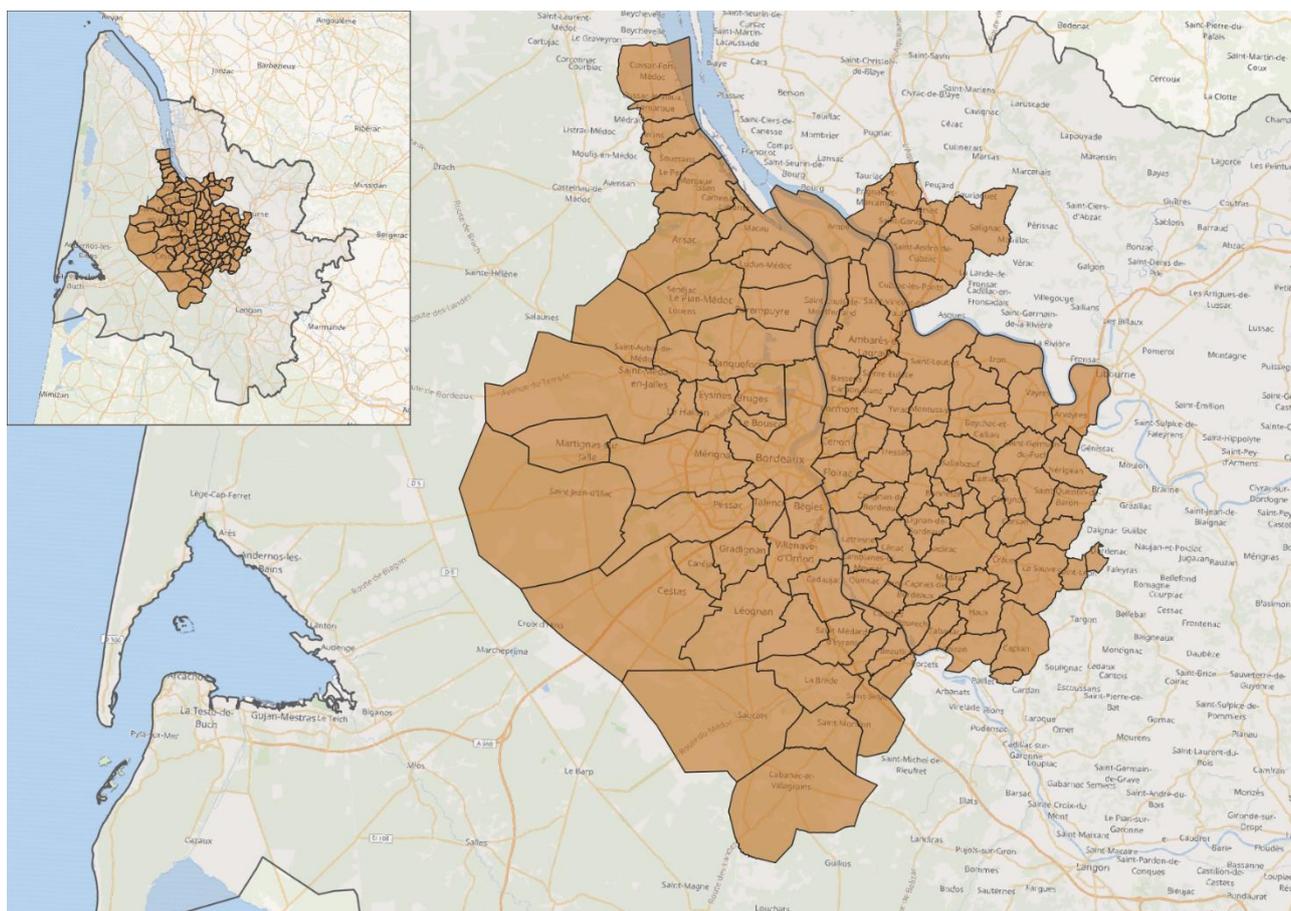


Figure 1 | PPA de l'agglomération bordelaise, les 108 communes

² Schéma de Cohérence Territoriale de l'aire métropolitaine bordelaise

1.3 Contexte réglementaire

Malgré une amélioration progressive de la qualité de l'air, les normes sanitaires fixées par la directive 2008/50/CE restent dépassées dans de très nombreuses agglomérations. La France fait l'objet de deux avis motivés de la Commission européenne pour non-respect des valeurs limites en particules fines et dioxyde d'azote, et insuffisance des plans d'action contre la pollution atmosphérique. L'agglomération bordelaise ne fait pas partie des territoires concernés.

La réduction de la pollution atmosphérique est un enjeu sanitaire majeur : la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV, article 64) prévoit l'élaboration d'un Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PRÉPA) afin de protéger la population et l'environnement.

De plus, Le Ministère de la Transition Écologique réalise des « Scénarios prospectifs énergie-climat-air » pour que la France soit en mesure de répondre à ses obligations européennes et internationales, et pour éclairer le débat et la décision publics.

- **Engagements européens** : La France doit fournir des projections à vingt ans de ses émissions de gaz à effet de serre (GES), dans le cadre du rapport d'avancement national intégré en matière d'énergie et de climat (exigence du règlement européen 2018/1999 sur la gouvernance de l'union de l'énergie et de l'action pour le climat), et ce, au 15 mars, tous les deux ans (années impaires). Ce rapport permet notamment d'évaluer les progrès réalisés par les États-Membres vers leurs objectifs climat et énergie définis dans leurs Plans Nationaux Intégrés Energie-Climat (PNIEC).
- **Engagements internationaux** : des projections de consommations d'énergie et d'émissions de GES sont à rapporter périodiquement auprès de différentes institutions.
- **Eclairer la décision publique** : Ces scénarios servent ensuite de référence pour l'élaboration de la stratégie française pour l'énergie et le climat, en particulier pour des documents programmatiques comme la Stratégie Nationale Bas Carbone ou la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie au niveau national, ou le Plan National Intégré Energie Climat au niveau européen.

1.3.1 PREPA - Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques

Le PREPA³ est composé :

- d'un décret qui fixe les objectifs de réduction à horizon 2020, 2025 et 2030, conformément aux objectifs adoptés par la directive européenne 2016/2284
 - d'un arrêté qui fixe les orientations et les actions de réduction des émissions et d'amélioration des connaissances pour la période 2022-2026
- Dans le cadre de la mise à jour du PREPA, seul l'arrêté PREPA est révisé puisque les objectifs à atteindre et fixés dans le décret ne sont pas modifiés.

Objectifs

- Réduire les émissions de polluants atmosphériques pour améliorer la qualité de l'air
- Réduire ainsi l'exposition des populations à la pollution
- Contribuer au respect des objectifs de la directive européenne 2016/2284 CE du 14 décembre 2016 concernant la réduction des émissions nationales
- Objectifs sur NO_x, PM_{2,5}, COVNM, SO₂, NH₃ pour 2025 (non contraignant) et 2030

Les objectifs du PRÉPA sont fixés à horizon 2020 et 2030, par rapport à l'année 2005, conformément à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance et à la directive 2016/2284

³ Éléments issus de la fiche de présentation du PREPA, Mai 2017, Direction générale de l'énergie et du climat

Polluant	2005-2020	2005-2030
NOx - Oxydes d'azote	-50 %	-69 %
PM ₁₀ – Particules grossières	-	-
PM _{2,5} – Particules fines	-27 %	-57 %
COVNM – Composés organiques volatils	-43 %	-52 %
SO ₂ – Dioxyde de soufre	-55%	-77 %
NH ₃ - Ammoniac	-4 %	-13 %

Résultats attendus

La mise en œuvre du PREPA permettra :

- d'atteindre les objectifs de réduction des émissions à 2020 et 2030. Les mesures du PREPA sont tout particulièrement indispensables pour atteindre les objectifs de réduction des émissions d'ammoniac,
- de limiter très fortement les dépassements des valeurs limites dans l'air
- de diminuer le nombre de décès prématurés liés à une exposition chronique aux particules fines à horizon 2030.

Actions

Le PREPA prévoit la poursuite et l'amplification des mesures de la LTECV⁴ et des mesures supplémentaires de réduction des émissions dans tous les secteurs, ainsi que des mesures de contrôle et de soutien des actions mises en œuvre :

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

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

⁴ Loi de transition énergétique pour la croissance verte

1.3.2 Plan national d'actions chauffage au bois

Dans le cadre de la loi Climat et Résilience, le parlement a voté un objectif d'une baisse de 50 % des émissions de particules fines entre 2020 et 2030 dans les territoires les plus pollués, à savoir ceux couverts par un plan de protection de l'atmosphère. Le plan d'action « chauffage au bois domestique performant » permettra de répondre à cet objectif en accélérant le renouvellement des vieux poêles et des vieilles cheminées au profit d'équipements performants, en développant l'utilisation de combustibles de qualité et en rappelant les bonnes pratiques d'utilisation des appareils.

Objectifs

Le plan d'actions vise à atteindre entre 2020 et 2030 :

- Une baisse de plus de 30 % des émissions annuelles de PM_{2,5} issues du chauffage au bois à l'échelle nationale
- Une baisse de 50 % de PM_{2,5} dans les territoires les plus pollués, dans les zones dites PPA [Plans de Protection de l'Atmosphère], en favorisant l'utilisation d'équipements performants et de combustible de qualité.

Actions

- 1) **Sensibiliser le grand public** à l'impact sur la qualité de l'air du chauffage au bois avec des appareils peu performants
- 2) **Renforcer et simplifier les dispositifs d'accompagnement** pour accélérer le renouvellement des appareils de chauffage au bois
- 3) **Améliorer la performance** des nouveaux équipements de chauffage au bois
- 4) Promouvoir **l'utilisation d'un combustible de qualité**
- 5) Encadrer le chauffage au bois dans chaque zone PPA, en prenant des mesures adaptées aux territoires pour réduire les émissions de particules fines
- 6) **Améliorer les connaissances** sur l'impact sanitaire des particules issues de la combustion du bois

1.3.3 Scénarii prospectifs

Pour répondre aux obligations internationales et européennes et éclairer le débat national, le Ministère de la Transition Écologique élabore régulièrement des scénarios prospectifs énergie-climat-air. Ces projections sont réalisées à partir d'un ensemble d'hypothèses sur les évolutions technologiques, le contexte économique (notamment les prix de l'énergie) ainsi que sur les politiques et des mesures favorables à la transition énergétique représentées dans les différents scénarios.

Certains scénarios élaborés sont « tendanciels » et ne reflètent que les mesures déjà adoptées. D'autres, supposant l'adoption de mesures supplémentaires à l'avenir, illustrent des trajectoires compatibles avec des objectifs ambitieux comme l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050 ou d'autres objectifs inscrits dans le code de l'Énergie. Leur élaboration est collective, repose sur différents modèles et vise à informer le débat public de façon transparente.

Scénario "avec mesures existantes" 2021 [AME 2021]

Le scénario AME 2021 évalue à l'horizon 2050 l'impact de l'ensemble des politiques et mesures mises en place jusqu'au 31 décembre 2019 sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre. Il constitue en cela une mise à jour du précédent scénario « avec mesures existantes » qui datait de 2018, et n'intégrait que les politiques et mesures adoptées jusqu'au 31 juillet 2017.

Ce scénario a été co-construit par des experts des ministères de la transition écologique, de l'économie, et de l'agriculture, ainsi que ceux de l'ADEME et du CITEPA.

- Scénario tendanciel et ne reflète que les mesures déjà adoptées
- Évalue à l'horizon 2050 l'impact de l'ensemble des politiques et mesures mises en place jusqu'au 31 décembre 2019

- Exclut les mesures les plus récentes, notamment Programmations Pluriannuelles de l'énergie (PPE) révisée, loi AGEC, plan de relance et loi Climat Résilience

Scénario « avec mesures supplémentaires » AMS

Le scénario « avec mesures supplémentaires », dit AMS vise à respecter les objectifs énergétiques et climatiques de la France, en particulier l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Le scénario AMS illustre un chemin d'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050. C'est le scénario de référence des projets de révision de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) et de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Il propose une combinaison de différents leviers sectoriels permettant d'être en phase avec les objectifs énergétiques et climatiques de la France aux horizons 2025, 2030 et 2050.

- Adopte des mesures supplémentaires à l'avenir
- Vise à respecter les objectifs énergétiques et climatiques de la France, en particulier l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050.

2. Outils et méthodologies

2.1 Inventaire des émissions

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).



Identifier les sources

Sur un territoire, les sources de pollution de l'air sont multiples. Les activités humaines sont à l'origine de rejets de polluants variés, et dans des proportions diverses. L'inventaire régional des émissions élaboré par Atmo Nouvelle-Aquitaine permet d'une part d'identifier les activités à l'origine des émissions et d'autre part d'estimer les contributions respectives de chacune d'entre elles. De cette façon, il devient possible de connaître le poids de chaque source dans les émissions totales afin de prioriser les plans d'actions de réduction de la pollution de l'air.



Figure 2 | Les sources d'émissions

L'inventaire est un bilan des émissions, il s'agit d'une évaluation de la quantité d'une substance polluante émise par une source donnée, pour une zone géographique déterminée et une période définie. Il consiste à quantifier le plus précisément possible les émissions de polluants dans l'atmosphère. Il a pour objectif de recenser la totalité des émissions de plusieurs dizaines de polluants issus de différentes sources, qu'elles soient anthropiques ou naturelles. Il s'agit bien d'estimations, réalisées à partir de données statistiques, et non de mesures.

Lorsque les émissions sont réparties géographiquement, on parle de cadastre des émissions. On connaît alors en tout point du territoire la quantité émise de polluants par secteur d'activité. Ces bilans d'émissions sont disponibles à l'échelle de la région, du département et de l'EPCI (Établissement Public de Coopération Intercommunale).

Outils et méthodes

L'inventaire régional des émissions de Nouvelle-Aquitaine est encadré par des méthodologies rigoureuses, partagées et reconnues au niveau national. Les émissions sont évaluées selon le guide national PCIT2⁵ (version juin 2018) : méthode d'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques (polluants de l'air et gaz à effet de serre).

Format de restitution

Les données d'émissions ont été extraites au format SECTEN 2019 (SECTeurs économiques et Energie). Le format SECTEN est défini par le CITEPA⁶ vise à restituer les émissions selon un découpage correspondant aux entités économiques traditionnelles, qui sont : l'extraction, la transformation et la distribution de l'énergie, l'industrie manufacturière, le traitement centralisé des déchets, le résidentiel-tertiaire, l'agriculture-sylviculture et aquaculture, les transports, l'UTCATF (Utilisation des Terres, le Changement d'Affectation des Terres et Foresterie).

Un regroupement par « grand secteur » a ensuite été effectué afin de simplifier la lecture et la compréhension des émissions. Les grands secteurs d'activités sont les suivants :

- Transport routier
- Autres transports (Aérien*, Ferroviaire, Maritime)
- Résidentiel, tertiaire
- Industries (Industrie manufacturière, Transformation d'énergie, Traitement des déchets)
- Agriculture (incluant la sylviculture)

* Concernant les émissions du transport aérien, seules les émissions survenant à une altitude inférieure à 1000 m (décollage, atterrissage et roulage) sont comptabilisées, conformément aux règles en vigueur sur les émissions de polluants atmosphériques. Les émissions survenant au-delà de cette altitude sont comptabilisées « hors total », et ne sont pas présentées dans ce document.

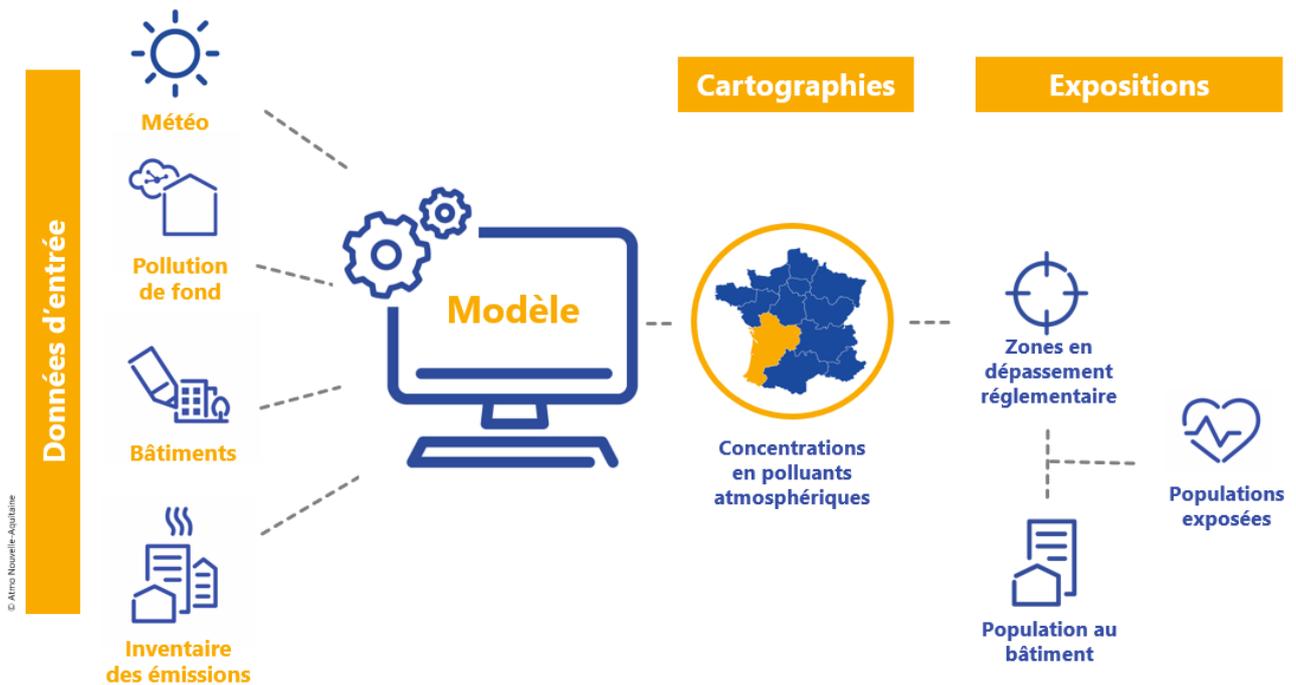
⁵ Pôle de coordination des Inventaires Territoriaux

⁶ Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

2.2 Modélisation des concentrations

Le logiciel utilisé pour la réalisation des modélisations de qualité de l'air est le logiciel SIRANE développé au sein du Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique (LMFA) de l'Ecole Centrale de Lyon (ECL). SIRANE utilise différents types d'émissions (linéiques, ponctuelles et surfaciques) afin de représenter leur répartition sur un territoire donné en se basant sur la configuration de de la zone (bâtiments, rues, relief) ainsi que les conditions météorologiques.

La figure ci-dessous décrit les principales étapes d'une modélisation de la qualité de l'air :



3. Description des scénarisations

Dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération bordelaise, Atmo Nouvelle-Aquitaine a constitué trois inventaires des émissions de polluants atmosphériques, illustrant chacun une situation différente.

3.1 Scenario 0 - Etat initial 2019

Le premier, représentant l'état initial 2019, a été construit ainsi :

Scenario 0	2019 – Etat initial
Nom de référence	Inventaire PPABDX 2019, état initial
Transport routier	<ul style="list-style-type: none">▪ Parc roulant Citepa 2019▪ Trafic Cerema 2019
Autres transports	<p>Aérien</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Emissions 2019▪ Ajouts de sources complémentaires, spécifiques à l'aéroport de Bordeaux <p>Issue de l'étude « Evaluations des émissions 2019 de l'aéroport de Bordeaux Mérignac », Atmo Nouvelle-Aquitaine, Novembre 2020</p> <p>Maritime, ferroviaire et fluvial</p> <p>Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p>
Résidentiel, tertiaire	Inventaire 2018 ICARE v3.2.3
Industrie, énergie, déchets	Inventaire 2018 ICARE v3.2.3
Agriculture	Inventaire 2018 ICARE v3.2.3

Figure 3 | Scénario 0 - 2019 état initial, Construction de l'inventaire des émissions

3.2 Scénario 1 – Fil de l’eau 2030

Le deuxième inventaire correspond à un état « Fil de l’eau » pour l’horizon 2030. Il s’agit d’un scénario, dit « tendanciel » et reflète les évolutions démographiques et technologiques prévues, ainsi que les mesures politiques déjà adoptées qui seront mis en place d’ici 2030.

Cet inventaire s’appuie sur l’inventaire des émissions 2019, ainsi que sur le scénario AME « Avec mesures existantes ». Les émissions routières 2030 ont été calculées en appliquant l’évolution démographique attendue de l’agglomération bordelaise sur le trafic 2019, et en utilisant le parc automobile prospectif 2030 du Citepa.

Celui-ci a été construit ainsi :

Scénario 1	2030 – Fil de l’eau
Nom de référence	Inventaire PPABDX 2030, Fil de l’eau
Transport routier	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parc roulant Citepa 2030 ▪ Trafic Cerema, basé sur le millésime 2019 <p>➤ Application d’une évolution trafic de +1,4% par an sur l’ensemble de la zone PPA, sur tous les véhicules et sur toutes les catégories de voies, selon les hypothèses démographiques disponibles</p> <p>➤ Augmentation trafic de 16,5 % entre 2019/2030</p>
Autres transports	<p>Aérien Idem scenario 0</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scenario AME 2021 <p>Maritime, ferroviaire et fluvial Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scenario AME 2021
Résidentiel, tertiaire	Inventaire 2018 ICARE v3.2.3 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scenario AME 2021
Industrie, énergie, déchets	Inventaire 2018 ICARE v3.2.3 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scenario AME 2021
Agriculture	Inventaire 2018 ICARE v3.2.3 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scenario AME 2021

Figure 4 | Scénario 1 – 2030 fil de l’eau, Construction de l’inventaire des émissions

3.3 Scenario 2 – Avec actions locales PPA 2030

Le troisième inventaire illustre, pour l'horizon 2030, l'effet des mesures locales prises dans le cadre du PPA de l'agglomération bordelaise. Celui-ci reflète maintenant, à la fois les évolutions démographiques et technologiques prévues ainsi que les mesures politiques déjà adoptées pour 2030 ; mais aussi les actions locales supplémentaires, permettant de réduire davantage les émissions atmosphériques.

Ce troisième inventaire s'appuie sur l'état initial 2019, sur le scénario AME « avec mesures existantes », ainsi que sur le scénario AMS « avec mesures supplémentaires ». Les actions locales du PPA ont été intégrées, en prenant en compte leur effet attendu sur les émissions atmosphériques.

3.3.4 GT1 - Transports terrestres

Les actions issues du groupe de travail « Transports terrestres » ont été intégrées comme suit :

GT1	Transports terrestres	
	Actions PPA	Hypothèses de calcul
TT-1	Mise en place d'une Zone à Faibles émissions (ZFE)	➤ Disparition des vignettes Crit'Air 3,4,5 et non classées en intra-rocade à l'horizon 2030
TT-2	Promouvoir les actions en faveur de la mobilité à faible émission en entreprise	Application d'une évolution trafic de 1 % par an sur : <ul style="list-style-type: none"> • l'ensemble de la zone PPA, • tous les véhicules, • toutes les catégories de voies, pour prendre en compte l'effet des actions locales (contre 1,4%/an dans le scénario 1) ➤ Augmentation trafic de 11,5 % entre 2019/2030
TT-3	Promotion des déplacements à vélo	
TT-4	Promotion des modes doux dans les déplacements domicile-école	
TT-5	Développement de l'offre d'autopartage	
TT-6	Accompagnement au déploiement des véhicules électriques	
TT-7	Développement de l'offre de transports en commun	
TT-8	Accompagnement des professionnels : mobilité et logistique	
TT-9	Développement du covoiturage	

Figure 5 | GT1 - Transports terrestres, Actions PPA prises en compte

3.3.5 GT2 – Habitat et construction

Les actions issues du groupe de travail « Habitat et construction » ont été intégrées comme suit :

GT2	Habitat et construction	
	Actions PPA	Hypothèses de calcul
HC-1	Suivi du parc d'installations de combustion (chauffage collectif)	Non quantifiable ➤ Non pris en compte dans les scénarisations
HC-2	Mesures réglementaires en accompagnement du Plan d'Action Chauffage au Bois visant les appareils de chauffage au bois peu performant	Remplacement des appareils peu performants par appareils performants ➤ Remplacement des foyers ouverts en poêle à bois labellisé flamme verte et remplacement des appareils anciens (< 2002) en labellisé flamme verte du même type d'ici 2030 ➤ Diminution de la consommation d'énergie sur la base du scénario AME, afin de prendre en compte l'efficacité énergétique
HC-3	Favoriser un approvisionnement en combustible de qualité pour les appareils de chauffage individuel au bois	
HC-4	Actions de communication en accompagnement du Plan d'Action Chauffage au Bois	
HC-5	Déploiement des fonds Air Bois sur le territoire du PPA	
HC-6	Communiquer sur les bonnes pratiques dans le BTP	➤ Application d'une réduction de 5 % sur les émissions de particules du secteur
HC-7	Favoriser la prise en compte des enjeux chauffage au bois et qualité de l'air dans les PTRE du territoire du PPA	Non quantifiable ➤ Non pris en compte dans les scénarisations

Figure 6 | GT2 – Habitat et constructions, Actions PPA prises en compte

3.3.6 GT3 – Agriculture et espaces verts

Les actions issues du groupe de travail « Agriculture et espaces verts » ont été intégrées comme suit :

GT3	Agriculture et espaces verts	
	Actions PPA	Hypothèses de calcul
AGR-1	Réduction des pratiques de brûlage des déchets verts	➤ Baisse de 10 % des émissions associées au brûlage
AGR-2	Gestion des déchets agricoles	Non quantifiable ➤ Non pris en compte dans les scénarisations
AGR-3	Suivi des performances des tracteurs/machines	
AGR-4	Diminution des émissions de PM associées à l'agriculture, via une évolution des pratiques lors des épisodes de gel	
AGR-5	Suivi des pratiques agricoles sur les espaces verts	Non quantifiable (pesticides) ➤ Non pris en compte dans les scénarisations
AGR-6	Suivi du risque allerge-pollinique	Non quantifiable (pollens) ➤ Non pris en compte dans les scénarisations

Figure 7 | GT3 – Agriculture et espace verts, Actions PPA prises en compte

Le scénario AMS « Avec Mesures supplémentaires », visant à respecter les objectifs énergétiques et climatiques de la France, a également été intégré dans ce scénario concernant le NH₃ du secteur agricole.

Les actions phares de ce scénario qui ont un impact direct sur les émissions de NH₃ sont résumées dans le tableau ci-dessous. L'ensemble des actions supplémentaires envisagées est disponible dans la synthèse du scénario de référence de la stratégie française pour l'énergie et le climat, de la DGEC⁷.

Actions	Impact des actions	Gain sur les émissions de NH ₃
Une alimentation plus saine et de qualité : - Baisse de la demande en protéines animales - Baisse du gaspillage alimentaire - Amélioration des rations animales	➤ Baisse du nombre de cheptels	➤ Réduction des émissions liées aux déjections animales (aux bâtiments, au stockage, à l'épandage et à la pâture)
Des pratiques agricoles plus performantes qui permettent à la production de monter en gamme : - Développement des légumineuses - Réduction de la fertilisation azotée (en privilégiant certains engrais plutôt que d'autres ou certaines pratiques)	➤ Baisse de l'épandage d'engrais azotée, ➤ Utilisation d'engrais moins émissifs, ➤ Réduction du temps de contact des engrais avec l'air.	➤ Réduction des émissions liées à l'épandage d'engrais minéraux azotés

⁷<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Synth%C3%A8se%20sc%C3%A9nario%20de%20r%C3%A9f%C3%A9rence%20NBC-PPE.pdf>

3.3.7 GT4 – Industrie et activités économiques

Les actions issues du groupe de travail « Industrie et activités économiques » ont été intégrées comme suit :

GT4	Industrie et activités économiques	
	Actions PPA	Hypothèses de calcul
IAA-1	Suivi et réduction des émissions des installations	➤ Application d'une réduction de 10 % sur les émissions de NOx et COVNM des ICPE
IAA-2	Réduction des émissions de COVNM associées aux ateliers de peinture et à l'imprimerie	➤ Application d'une réduction de 10 % sur les émissions de COVNM des secteurs concernés

Figure 8 | GT4 – Industries et activités économiques, Actions PPA prises en compte

3.3.8 GT5 – Transports maritime, fluvial et aérien

Les actions issues du groupe de travail « Transports maritime, fluvial et aérien » y ont été intégrées comme :

GT5	Transports maritime, fluvial et aérien	
	Actions PPA	Hypothèses de calcul
TMFA-1	Poursuivre les mesures de qualité de l'air sur et aux alentours de l'aéroport et du port de Bordeaux	Difficilement quantifiable ➤ Non pris en compte dans les scénarisations
TMFA-2	Poursuivre le déploiement de l'offre d'alimentation électrique pour les avions et les navires	
TMFA-3	Réduire les émissions liées au parc de véhicules d'ADBM	
TMFA-4	Augmentation de la production liées aux énergies renouvelables dans les infrastructures de transport aérien	
TMFA-5	Progresser vers un fleuve sans émissions	

Figure 9 | GT5 – Transports maritimes, fluvial et aérien, Actions PPA prises en compte

Scenario 2	2030 – Avec prise en compte des actions locales PPA
Nom de référence	Inventaire PPABDX 2030, actions locales PPA
Transport routier	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parc roulant Citepa 2030 ▪ Trafic Cerema, basé sur le millésime 2019 ▪ Actions locales : <ul style="list-style-type: none"> ▪ ZFE (TT1) ▪ TT2, TT3, TT4, TT5, TT6, TT7, TT8, TT9 <p>➤ Augmentation trafic de 11,5 % entre 2019/2030</p>
Autres transports	<p>Aérien Idem scenario 0</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scenario AME 2021 <p>Maritime, ferroviaire et fluvial Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scenario AME 2021
Résidentiel, tertiaire	<p>Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scenario AME 2021 ▪ Plan d'Action Chauffage au Bois (HC2) ▪ Actions locales : HC3, HC4, HC5, HC6
Industrie, énergie, déchets	<p>Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scenario AME 2021 ▪ Actions locales : IAA1, IAA2
Agriculture	<p>Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scenario AME 2021 ▪ Actions locales : AGR1&2 ▪ Scenario AMS sur l'ammoniac (NH₃)

Figure 10 | Scénario 2 - 2030, actions locales PPA – Construction de l'inventaire des émissions

3.4 Synthèse des scénarisations

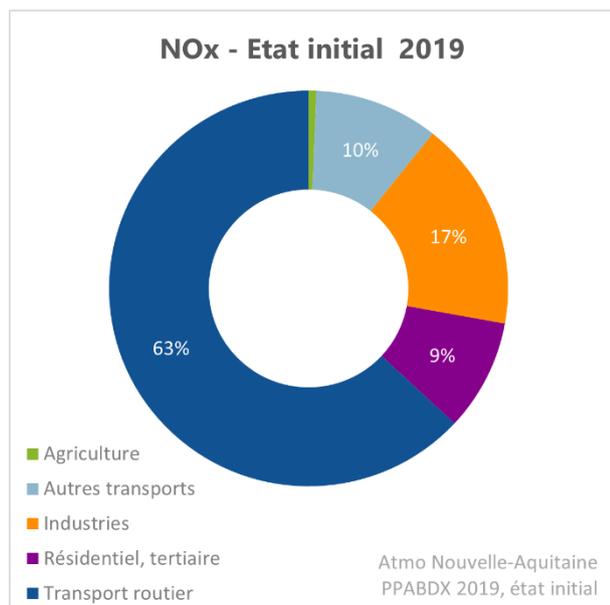
	Scenario 0 - 2019	Scenario 1 - 2030	Scenario 2 - 2030
	Etat initial	Fil de l'eau	Avec actions PPA
Nom de référence	Inventaire PPABDX 2019, état initial	Inventaire PPABDX 2030, Fil de l'eau	Inventaire PPABDX 2030, Actions locales PPA
Transport routier	<ul style="list-style-type: none"> Trafic Cerema 2019 Parc roulant Citepa 2019 	<ul style="list-style-type: none"> Trafic Cerema 2019 Parc roulant Citepa 2030 <p>➤ Augmentation trafic de 16,5 % entre 2019/2030</p>	<ul style="list-style-type: none"> Trafic Cerema 2019 Parc roulant Citepa 2030 ZFE (TT1) Actions locales (TT2 – TT9) <p>➤ Augmentation trafic de 11,5 % entre 2019/2030</p>
Autres transports	<p>Aérien</p> <ul style="list-style-type: none"> Etudes aéroport de Bordeaux (2020) <p>Maritime, ferroviaire et fluvial</p> <ul style="list-style-type: none"> Inventaire 2018 ICARE v3.2.3 	<p>Idem scenario 0</p> <ul style="list-style-type: none"> Scenario AME 2021 	<p>Idem scenario 0</p> <ul style="list-style-type: none"> Scenario AME 2021
Résidentiel, tertiaire	Inventaire 2018 ICARE v3.2.3	<p>Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> Scenario AME 2021 	<p>Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> Scenario AME 2021 Plan d'Action Chauffage au Bois (HC2) Actions locales (HC3 – HC6)
Industrie, énergie, déchets	Inventaire 2018 ICARE v3.2.3	<p>Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> Scenario AME 2021 	<p>Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> Scenario AME 2021 Actions locales : IAA1, IAA2
Agriculture	Inventaire 2018 ICARE v3.2.3	<p>Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> Scenario AME 2021 	<p>Inventaire 2018 ICARE v3.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> Scenario AME 2021 Actions locales : AGR1&2 Scenario AMS sur l'ammoniac (NH₃)

Figure 11 | Tableau de synthèse des scénarisations

4. Emissions territoriales – état initial

Les résultats présentés dans les paragraphes ci-après sont extraits de l'inventaire des émissions d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, réalisé dans le cadre du PPA de l'agglomération bordelaise PPABDX 2019, état initial (scenario 0).

4.1 Oxydes d'azote [NOx]



Les émissions d'oxydes d'azote issues de la zone couverte par le PPA de l'agglomération bordelaise s'élèvent à 9 629 tonnes en 2019, correspondant à 51 % des émissions de la Gironde et à 13 % de celles de la région.

La répartition sectorielle des émissions montre une contribution majeure du secteur des transports avec 73 % des émissions totales de NOx. Viennent ensuite les secteurs de l'énergie, de l'industrie et des déchets (17 %), enfin le secteur résidentiel/tertiaire avec 9 % des émissions totales de NOx. Les émissions provenant de l'agriculture sont marginales et représentent moins de 1 % des émissions.

Les sources d'oxydes d'azote proviennent principalement des phénomènes de combustion.

Figure 12 | NOx - Emissions 2019, état initial

Transport routier

- Les oxydes d'azote sont majoritairement émis par les moteurs diesel (96 %).
- Les voitures particulières contribuent à environ 48 % des émissions, les véhicules utilitaires légers (VUL) à 27 %, et enfin les poids lourds à 25 %.

Industrie, énergie, déchets

- 87 % des émissions sont issues de l'industrie manufacturière, et proviennent des engins du BTP, de l'industrie chimique (fabrication d'engrais), de la fabrication de matériaux et enfin de l'industrie agro-alimentaire.
- 10 % des émissions sont liées à la production d'énergie, dont 85 % proviennent de l'incinération des ordures ménagères avec valorisation d'énergie (UVE) et 15 % des réseaux de chauffage urbain.
- 2 % des émissions sont dues au traitement des déchets et proviennent de l'incinération des déchets industriels et hospitaliers.

Autres transports

- 73 % des émissions proviennent du maritime. Le port de Bassens y contribue à 60 %, Ambès à 30 %, et enfin Bordeaux à 10 %.
- 24 % des émissions proviennent de l'aérien, dont 57 % des émissions sont dues au trafic international et 43 % au trafic domestique.
- 3 % des émissions proviennent du ferroviaire, et sont liées aux locomotives diesel.

Résidentiel, tertiaire

- 57 % des émissions sont résidentielles. La quasi-totalité (96 %) est liée aux consommations énergétiques (gaz naturel 51 %, bois 33 %)
- 43 % des émissions proviennent du tertiaire et l'intégralité est issue de la combustion énergétique.

4.2 Particules grossières [PM₁₀]

Les particules en suspension dans l'air ont différentes tailles. Elles peuvent appartenir à la classe des PM₁₀ dans le cas où leur diamètre est inférieur à 10 µm, ou à la classe des PM_{2,5} dans le cas où celui-ci est inférieur à 2,5 µm. À noter que les PM_{2,5} sont comptabilisées au sein de la classe PM₁₀. Les sources de particules sont multiples et leur répartition dépend de leur granulométrie.

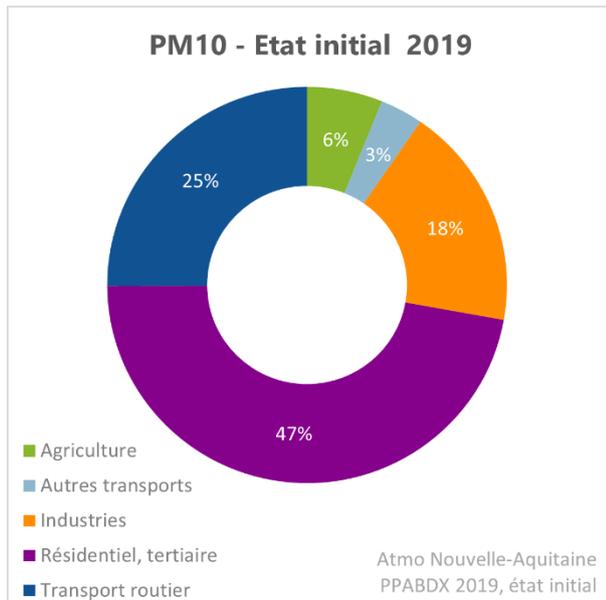


Figure 13 | PM₁₀ - Emissions 2019, état initial

Les émissions de PM₁₀ issues de la zone couverte par le PPA de l'agglomération bordelaise s'élèvent à 1 715 tonnes en 2019, correspondant à 41 % des émissions de la Gironde et à 6 % de celles de la région.

Les sources de particules étant multiples, seules celles d'origine anthropique sont présentées ici. Sur ce territoire, trois grands secteurs d'activité contribuent significativement aux émissions de particules PM₁₀ :

- Résidentiel, tertiaire (47%)
- Transport routier (25 %)
- Industrie (18%)

L'agriculture participe peu et représente environ 6 % des PM₁₀.

Résidentiel, tertiaire

- 92 % des émissions résidentielles sont issues de combustions énergétiques : chauffage des logements, cuisson et production d'eau chaude sanitaire.
- Pour ces utilisations énergétiques, la quasi-totalité des émissions est uniquement liée à la consommation de bois de chauffage.
- 7 % des émissions résidentielles sont issues des feux ouverts de déchets verts, des feux de véhicules et de la consommation de tabac.
- Les émissions tertiaires proviennent à la fois des feux d'artifice (55 %), mais aussi des consommations énergétiques (45 %).

Transport routier

Les émissions de particules du secteur routier ont des origines diverses. Les particules peuvent provenir de la « partie moteur » (essentiellement des PM_{2,5}) ou de la « partie mécanique » (essentiellement des PM₁₀). La partie moteur est liée au type de carburant tandis que la partie mécanique est due à l'usure des pneus, de la route et à l'abrasion des plaquettes de frein.

- Les phénomènes mécaniques entraînent autant d'émissions PM₁₀ dans l'atmosphère que la combustion moteur.
- Les émissions de PM₁₀ proviennent des voitures particulières (58 %), des poids lourds et des véhicules utilitaires légers (20 % chacun), et enfin des deux-roues (2 %).
- Les véhicules diesel sont responsables de 87 % des émissions de PM₁₀ ; les véhicules essence 13 %.

Industrie, énergie, déchets

- 63 % des émissions industrielles sont liées à la construction : chantiers, BTP et engins spéciaux.
- 16 % des émissions sont induites par la production de matériaux (verre creux).
- 10 % proviennent de l'exploitation de carrières.

4.3 Particules fines [PM_{2,5}]

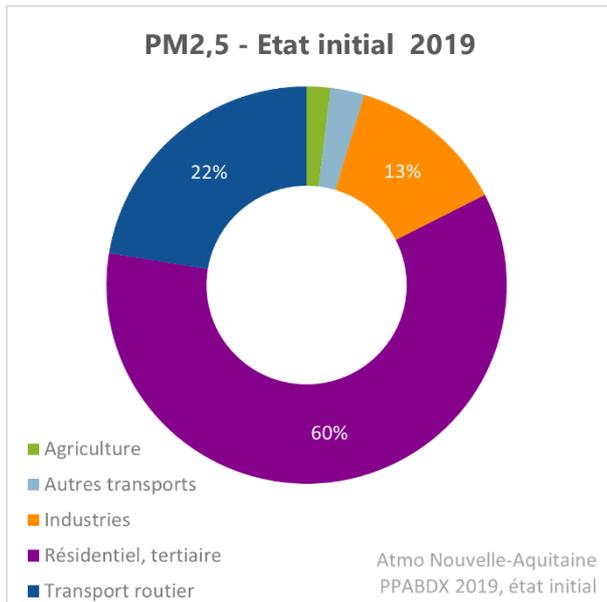


Figure 14 | PM_{2,5} - Emissions 2019, état initial

Les émissions de PM_{2,5} issues de la zone couverte par le PPA de l'agglomération bordelaise s'élèvent à 1 308 tonnes en 2019, correspondant à 42 % des émissions de la Gironde et à 8 % de celles de la région.

Seules les PM_{2,5} d'origine anthropique sont présentées ici. Sur ce territoire, les trois grands secteurs d'activité contribuant aux PM₁₀ se retrouvent, mais la distribution diffère :

- Résidentiel, tertiaire (60 %)
- Transport routier (22 %)
- Industrie (13%)

Les émissions agricoles sont marginales et représentent moins de 2 % des PM_{2,5}.

Résidentiel, tertiaire

- 92 % des émissions résidentielles de PM_{2,5} proviennent de mécanismes de combustion énergétique. La presque-totalité est associée à la combustion de bois de chauffage (91 %).
- 7 % des émissions résidentielles proviennent des feux ouverts de déchets verts, des feux de véhicules et de la consommation de tabac.
- Les émissions tertiaires proviennent des consommations énergétiques (54 %), mais aussi des feux d'artifice (46 %).

Transport routier

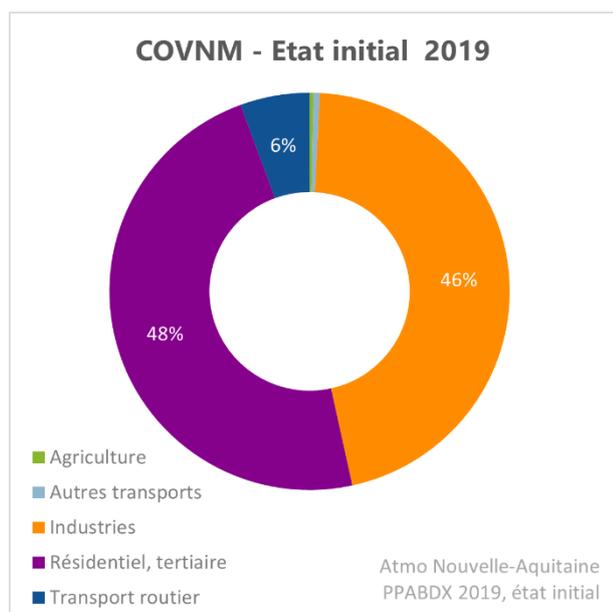
- La combustion moteur entraîne plus d'émissions PM_{2,5} dans l'atmosphère (65 %) que les phénomènes mécaniques.
- Les émissions de PM_{2,5} proviennent des voitures particulières (60 %), des véhicules utilitaires légers (20 %), des poids lourds (18 %) et enfin des deux-roues (2 %).
- Les véhicules diesel sont responsables de 91 % des émissions de PM_{2,5} ; les véhicules essence 9 %.

Industrie, énergie, déchets

- 59 % des émissions industrielles PM_{2,5} sont liées à la construction : chantiers, BTP et engins spéciaux
- 29 % des émissions sont induites par la production de matériaux (verre creux).
- 3 % sont liées à l'exploitation des carrières

4.4 Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques [COVNM]

La source principale de COVNM n'est pas comptabilisée dans ce bilan des émissions et concerne les émissions d'origine naturelle [forêts, végétation, etc..] et ce, malgré le fait que les COVNM issus des forêts exploitées puissent être considérés comme des sources anthropiques.



Les émissions de COVNM issues de la zone couverte par le PPA de l'agglomération bordelaise s'élèvent à 8 001 tonnes en 2019, correspondant à 57 % des émissions de la Gironde et à 11 % de celles de la région.

La répartition sectorielle des émissions indique une contribution importante du secteur résidentiel-tertiaire (48 %), suivi par les secteurs industriel, production de l'énergie et traitement des déchets (46 %).

Figure 15 | COVNM - Emissions 2019, état initial

Résidentiel, tertiaire

- L'application et l'utilisation domestique de peintures, de colles, de solvants ou de produits pharmaceutiques sont responsables de 58 % des émissions résidentielles.
- Les besoins en chauffage, en cuisson et en eau chaude des logements induisent 38 % des émissions. La presque-totalité de ces émissions, provient de la combustion du bois, celui-ci est uniquement utilisé pour le chauffage.
- Les engins de jardinage et de loisirs sont responsables de 2 % des émissions de COVNM du secteur résidentiel.
- Les émissions tertiaires représentent moins de 1 % des émissions de COVNM du territoire, et sont également issues de l'utilisation de solvants ou liées aux consommations énergétiques.

Industrie, énergie, déchets

- Les applications de peintures, colles et autres solvants émettent 37 % des COVNM industriels, et proviennent de secteurs variés : construction, biens d'équipements et des industries diverses.
- Les industries agro-alimentaires sont responsables de 28 % des émissions, et sont notamment liées aux processus de fermentation dans la production d'alcool et de pain, ou d'extraction d'huile.
- L'industrie chimique participe à 16 % des émissions : production de caoutchouc, fabrication de produits pharmaceutiques,
- Les imprimeries à 12 %.

4.5 Dioxyde de soufre [SO₂]

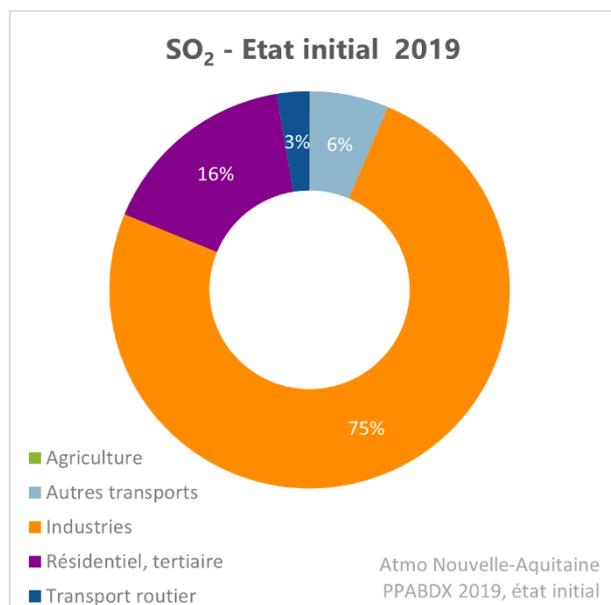


Figure 16 | SO₂ - Emissions 2019, état initial

Les émissions de SO₂ issues de la zone couverte par le PPA de l'agglomération bordelaise s'élèvent à 537 tonnes en 2019, correspondant à 71 % des émissions de la Gironde et à 7 % de celles de la région.

La répartition sectorielle des émissions indique une contribution majeure des secteurs de l'énergie, de l'industrie et des déchets (75 %), suivi par les secteurs résidentiel/tertiaire (16 %).

Industrie, énergie, déchets

- 92 % des émissions de SO₂ proviennent de l'industrie, dont 54 % sont induites par la production de matériaux (verre creux), 39 % par l'industrie chimique et 7 % par les centrales d'enrobage lors de la fabrication des produits de recouvrement des routes.
- 5 % des émissions de SO₂ sont liées à la production et à la distribution de l'énergie : incinération des ordures ménagères avec valorisation énergétique (UVE - 96 %).

Résidentiel, tertiaire

Pour les secteurs résidentiel et tertiaire, les émissions de SO₂ sont généralement liées aux processus de combustion énergétique nécessaires au chauffage des locaux et logements.

- 48 % des émissions résidentielles sont liées à la consommation de produits pétroliers (fioul domestique et GPL). L'utilisation de bois de chauffage représente 44 % des émissions de SO₂ de ce secteur, le gaz naturel 7 %.
- Ces combustibles sont utilisés essentiellement pour le chauffage des logements.
- Les émissions tertiaires représentent 30 % des émissions résidentielles et tertiaires de SO₂. 85 % des émissions tertiaires sont liées à l'utilisation de produits pétroliers, 10 % à l'utilisation de gaz naturel et 5 % au bois de chauffage.

4.6 Ammoniac [NH₃]

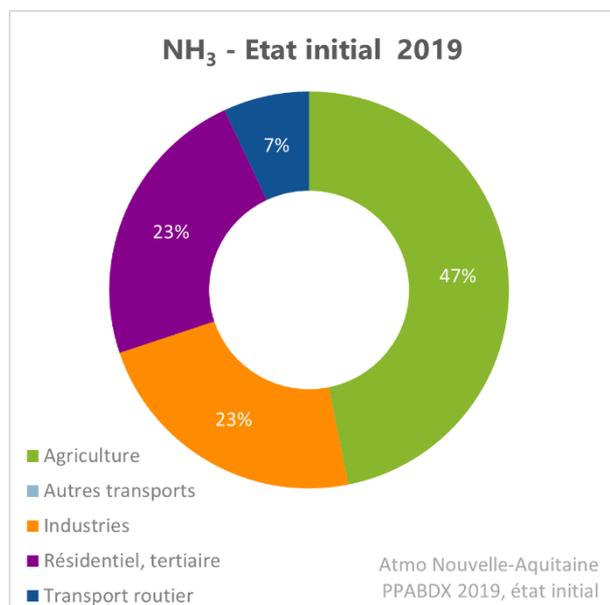


Figure 17 | NH₃ - Emissions 2019, état initial

Les émissions de NH₃ issues de la zone couverte par le PPA de l'agglomération bordelaise s'élèvent à 850 tonnes en 2019, correspondant à 26 % des émissions de la Gironde et à moins de 1 % de celles de la région.

La répartition sectorielle des émissions montre une contribution multi-source du fait d'un secteur agricole peu développé sur ce territoire, lui qui est d'ordinaire prédominant pour ce polluant. Néanmoins, le secteur agricole participe à 47 % des émissions de NH₃, suivi par les secteurs résidentiel/tertiaire (23 %), les secteurs de l'énergie, de l'industrie et des déchets (23 %), et enfin le transport routier (7 %).

Agriculture

- 67 % des émissions agricoles proviennent de l'utilisation d'engrais minéraux (synthétique) ou d'engrais organiques (déjections animales)
- 22 % sont liées à l'élevage
- 10 % proviennent des excréments à la pâture

Résidentiel, tertiaire

- L'utilisation du bois de chauffage représente 98 % des émissions résidentielles

Industrie, énergie, déchets

- 92 % des émissions industrielles proviennent de la production de compost
- 6 % sont issues de la production d'engrais

5. Emissions - Résultats attendus en 2030

Dans cette partie sont présentées les émissions de NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, COVNM, SO₂ et NH₃, calculées pour les trois inventaires d'émissions de cette étude : état initial 2019, « 2030 Fil de l'eau » et « 2030 avec actions locales PPA ». Afin de comparer aux objectifs de réduction du PREPA, les émissions 2005 de la zone PPA ont également été évaluées. Celles-ci ont été estimées à partir des émissions 2010 de l'inventaire régional des émissions Icare v3.2.3 et des évolutions nationales du Citepa 2005-2010, par secteurs d'activités et par polluants.

Les graphiques suivants présentent les émissions en polluant, pour la zone couverte par le PPA de l'agglomération bordelaise pour :

- **2005 - Etat de référence nationale** : permet une comparaison directe aux objectifs fixés par le PREPA
- **2019 - Etat initial** : année de référence pour le PPA de Bordeaux. Elle correspond à l'état initial du PPA
- **2030 - Fil de l'eau** : présente les émissions tendancielles pour l'horizon 2030, c'est-à-dire reflétant des évolutions d'activités et technologiques, estimées à partir des données économiques, réglementaires et techniques qui ne sont pas susceptibles d'évoluer d'ici 2030
- **2030 - avec actions locales PPA** : présente les émissions à l'horizon 2030, prenant en compte les actions locales supplémentaires qui seront mises en place dans le cadre du PPA de l'agglomération bordelaise

5.1 Oxydes d'azote [NO_x]

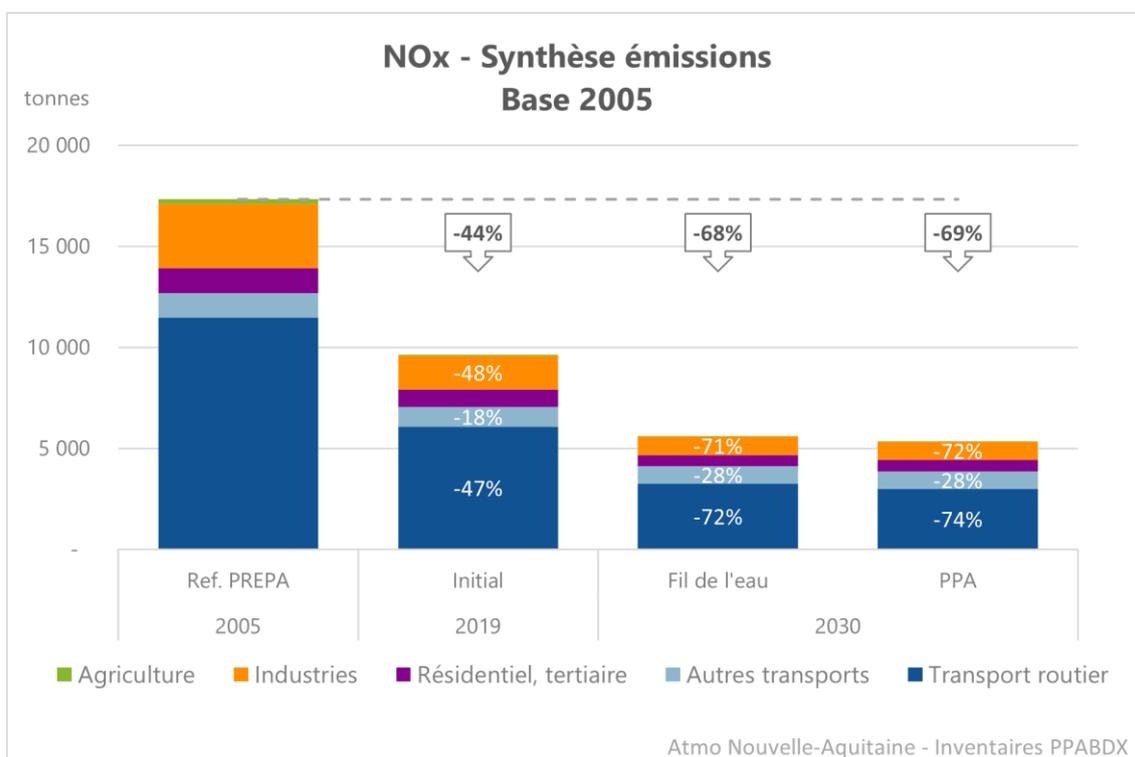


Figure 18 | NO_x – Emissions, résultats attendus par scénarisation

Evolution temporelle

Dans un premier temps, seules les émissions 2005, 2019 et « 2030 Fil de l'eau » sont étudiées. Plusieurs observations sont à noter :

- Les émissions de NOx diminuent entre 2005 et 2030. Entre 2005 et 2019, les émissions ont été réduites de 44 %. Entre 2005 et 2030, selon le scénario « 2030 Fil de l'eau », la réduction s'annonce à 68 %.
- La répartition des émissions par secteur d'activité reste similaire dans le temps.
- Le transport routier reste le secteur dominant des émissions de NOx et représente, pour chacun des inventaires, environ 60 % des émissions.
- Tous les secteurs participent à la réduction des émissions de NOx, mais plus particulièrement le transport routier. Ceci s'explique d'une part par la forte baisse des émissions du secteur, mais aussi par le poids important du trafic par rapport aux autres secteurs.

Comparaison entre les scénarisations 2030

- Par rapport aux émissions 2005, les émissions estimées pour le scénario « 2030 Fil de l'eau » entraînerait une réduction de 68 % des émissions, le scénario « 2030 avec actions locales PPA », permettrait, quant à lui, une réduction de 69 % des émissions de NOx.
- Pour le scénario « 2030 Fil de l'eau », les émissions routières diminueraient de 72 % entre 2005 et 2030. La mise en place des actions locales PPA favoriserait un gain supplémentaire de 2 % sur les émissions routières et permettrait d'atteindre une réduction de 74 % des émissions trafic de NOx.

Comparaison aux objectifs du PREPA

Le tableau suivant présente pour l'ensemble des scénarisations, les tonnages de NOx, ainsi que le gain induit par les actions locales mises en place dans le cadre du PPA.

NOx	Référence PREPA	Scénario 0	Scénario 1	Scénario 2	Gains	
		Etat initial	Fil de l'eau	Actions PPA	S2-S1	(S2-S1)/S1
Horizon	2005	2019	2030	2030		
Emissions (tonnes)	17 312	9 628	5 600	5 321	- 279	- 5 %

- L'ensemble des actions locales du PPA entraînerait une réduction de 279 tonnes d'oxydes d'azote, ce qui représente un gain de 5 % entre les scénarii « 2030 Fil de l'eau » et « 2030 avec actions locales PPA ».

NOx	Objectif	Scénario 1	Scénario 2
	2005-2030	Fil de l'eau	Actions PPA
Evolution des émissions	- 69 %	- 68 %	- 69 %
Atteinte de l'objectif	-	NON	OUI

- Concernant les oxydes d'azote, la mise en place du PPA sur l'agglomération bordelaise permet d'atteindre l'objectif de réduction défini par le PREPA, plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques, en 2030. Cet objectif n'est pas atteint par le scénario tendanciel « 2030 Fil de l'eau ».
- L'atteinte de cet objectif est contrainte par la mise en place des actions, notamment celles concernant le trafic routier, secteur majeur des émissions pour ce polluant. En effet, les hypothèses de calculs prises pour évaluer les émissions « 2030 – actions PPA », limitent l'augmentation trafic sur le territoire, de +16,5 % sur le scénario fil de l'eau à +11,5 % pour le scénario avec actions PPA.
- L'objectif de réduction des émissions de NOx du PREPA sera atteint, si et seulement si l'augmentation du trafic routier est contenue d'ici 2030, sur la zone du PPA de l'agglomération bordelaise.

5.2 Particules grossières [PM₁₀]

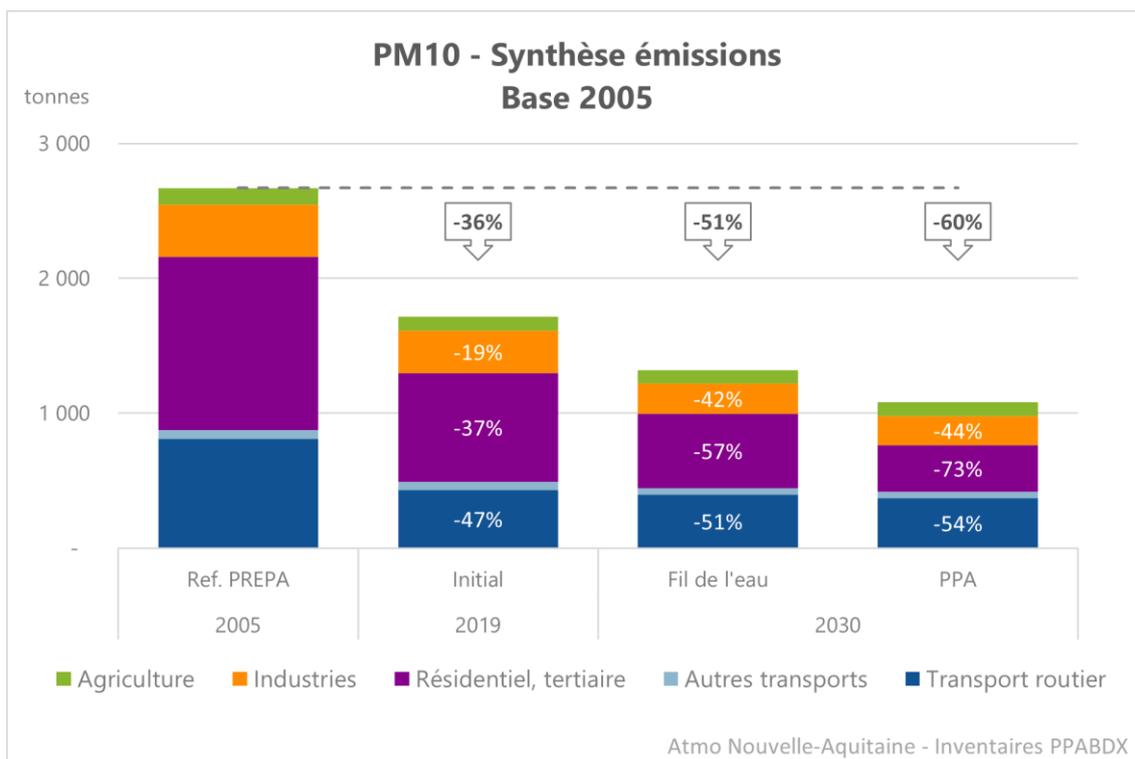


Figure 19 | PM₁₀ – Emissions, résultats attendus par scénarisation

Evolution temporelle

Dans un premier temps, seules les émissions 2005, 2019 et « 2030 Fil de l'eau » sont étudiées. Plusieurs observations sont à noter :

- Les émissions de PM₁₀ diminuent entre 2005 et 2030. Entre 2005 et 2019, les émissions ont été réduites de 36 %. Entre 2005 et « 2030 Fil de l'eau », la réduction se chiffre à 51 %.
- La répartition des émissions par secteur d'activité reste similaire dans le temps, pour les scénarii 2005, 2019 et « 2030 Fil de l'eau ».
- Le secteur résidentiel et tertiaire y représente près de 50 % des émissions, le transport routier environ 30 %, les secteurs industries, énergie et déchets 15 à 18 % et enfin l'agricole 5 à 8 %.
- Tous les secteurs participent à la réduction des émissions de PM₁₀, et particulièrement le résidentiel-tertiaire. Ceci s'explique par la part importante des émissions PM₁₀ issues de la consommation énergétique du secteur.

Comparaison entre les scénarisations 2030

- Par rapport aux émissions 2005, les émissions estimées pour le scénario « 2030 Fil de l'eau » entrainerait une réduction de 51 % des émissions, le scénario « 2030 avec actions locales PPA », permettrait, quant à lui, une réduction de 60 % des émissions de PM₁₀.
- Pour le scénario « 2030 Fil de l'eau », entre 2005 et 2030, les émissions résidentielles et tertiaires diminueraient de 57 %. La mise en place des actions locales PPA favoriserait un gain supplémentaire et permettrait d'atteindre une réduction de 73 % des émissions PM₁₀ du secteur.
- La mise en place des actions locales PPA sur les transports routiers et sur les secteurs de l'industrie participe également à la réduction des émissions de PM₁₀. Celles-ci engendreraient des gains supplémentaires de 3 % pour le trafic routier et 2 % pour les secteurs de l'industrie, l'énergie et le traitement des déchets.
- Par les effets différents de chacune des actions sur les secteurs d'activités, la répartition des émissions évolue : le transport routier deviendrait le secteur d'émissions majoritaire (34 %), le résidentiel-tertiaire (32 %), les industries (20 %), les autres transports (9 %) et enfin l'agricole (5 %).

Comparaison aux objectifs du PREPA

Le tableau suivant présente pour l'ensemble des scénarisations, les tonnages de PM₁₀, ainsi que le gain induit par les actions locales mises en place dans le cadre du PPA.

PM ₁₀	Référence PREPA	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2	Gains	
		Etat initial	Fil de l'eau	Actions PPA	S2-S1	(S2-S1)/S1
Horizon	2005	2019	2030	2030		
Emissions (tonnes)	2 668	1 715	1 320	1 080	- 240	- 18 %

- L'ensemble des actions locales du PPA entrainerait une réduction de 240 tonnes de particules grossières PM₁₀, ce qui représente un gain de 18 % entre les scénarii « 2030 Fil de l'eau » et « 2030 avec actions locales PPA ».

PM ₁₀	Objectif	Scenario 1	Scenario 2
	2005-2030	Fil de l'eau	Actions PPA
Evolution des émissions	-	- 51 %	- 60 %
Atteinte de l'objectif	-	-	-

- Il n'y a pas d'objectif de réduction défini par le PREPA, plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques concernant les particules grossières PM₁₀.

5.3 Particules fines [PM_{2,5}]

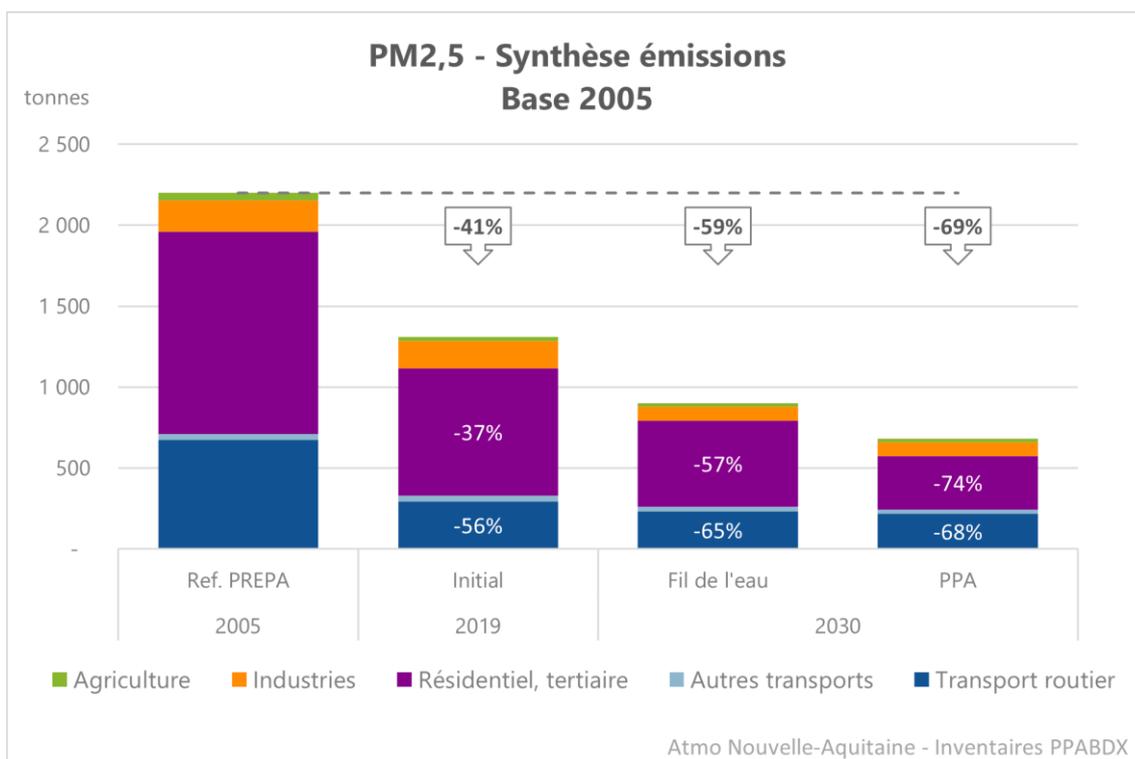


Figure 20 | PM_{2,5} – Emissions, résultats attendus par scénarisation

Evolution temporelle

Dans un premier temps, seules les émissions 2005, 2019 et « 2030 Fil de l'eau » sont étudiées. Plusieurs observations sont à noter :

- Les émissions de PM_{2,5} diminuent entre 2005 et 2030. Entre 2005 et 2019, les émissions ont été réduites de 41 %. Entre 2005 et « 2030 Fil de l'eau », la réduction se chiffre à 59 %.
- La répartition des émissions par secteur d'activité reste similaire dans le temps, pour les scénarii 2005, 2019 et « 2030 Fil de l'eau ».
- Le secteur résidentiel et tertiaire y représente près de 60 % des émissions, le transport routier entre 20 et 30 %, les secteurs industries, énergie et déchets 10 à 13 %. L'agricole et les autres transports contribuent à moins de 3% des émissions chacun.
- Tous les secteurs participent à la réduction des émissions de PM_{2,5}, et tout particulièrement le résidentiel-tertiaire. Ceci s'explique par la part importante des émissions PM_{2,5} issues de la consommation énergétique du secteur.

Comparaison entre les scénarisations 2030

- Par rapport aux émissions 2005, les émissions estimées pour le scénario « 2030 Fil de l'eau » entraînerait une réduction de 59 % des émissions, le scénario « 2030 avec actions locales PPA », permettrait, quant à lui, une réduction de 69 % des émissions de PM_{2,5}.
- Pour le scénario « 2030 Fil de l'eau », entre 2005 et 2030, les émissions résidentielles et tertiaires diminueraient de 57 %. La mise en place des actions locales PPA favoriserait un gain supplémentaire de 17 % et permettrait d'atteindre une réduction de 74 % des émissions PM_{2,5} du secteur.
- La mise en place des actions locales PPA sur le trafic routier participe également à la réduction des émissions de PM_{2,5}. Celles-ci engendreraient des gains supplémentaires de 3 % sur les émissions routières.
- Par les impacts différents de chacune des actions sur les secteurs d'activités, la répartition des émissions évolue : le secteur résidentiel-tertiaire reste le secteur majoritaire, mais sa part décroît (49 %), ensuite le transport routier (32 %), les industries (12 %), et enfin les autres transports (4 %) et l'agricole (3 %).

Comparaison aux objectifs du PREPA

Le tableau suivant présente pour l'ensemble des scénarisations, les tonnages de PM_{2,5}, ainsi que le gain induit par les actions locales mises en place dans le cadre du PPA.

PM _{2,5}	Référence PREPA	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2	Gains	
		Etat initial	Fil de l'eau	Actions PPA	S2-S1	(S2-S1)/S1
Horizon	2005	2019	2030	2030		
Emissions (tonnes)	2 200	1 308	901	680	- 221	- 25 %

- L'ensemble des actions locales du PPA entrainerait une réduction de 221 tonnes de particules fines PM_{2,5}, ce qui représente un gain de 25 % entre les scénarii « 2030 Fil de l'eau » et « 2030 avec actions locales PPA ».

PM _{2,5}	Objectif	Scenario 1	Scenario 2
	2005-2030	Fil de l'eau	Actions PPA
Evolution des émissions	- 57 %	- 59 %	- 69 %
Atteinte de l'objectif	-	OUI	OUI

- Concernant les particules fines, la mise en place du PPA sur l'agglomération bordelaise permet d'atteindre l'objectif de réduction défini par le PREPA, plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques, en 2030. Cet objectif est également atteint par le scénario tendanciel « 2030 Fil de l'eau ».

5.4 Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques [COVNM]

La source principale de COVNM n'est pas comptabilisée dans ce bilan des émissions et concerne les émissions d'origine naturelle [forêts, végétation, etc..] et ce, malgré le fait que les COVNM issus des forêts exploitées puissent être considérés comme des sources anthropiques.

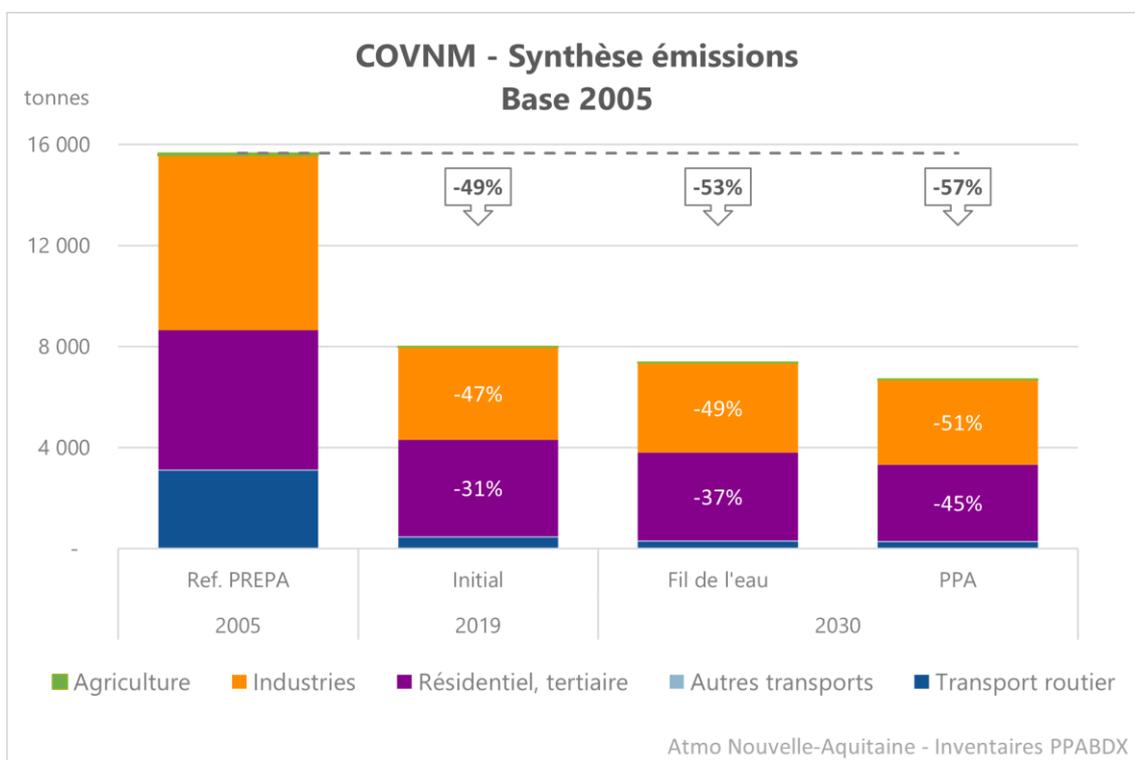


Figure 21 | COVNM – Emissions, résultats attendus par scénarisation

Evolution temporelle

Dans un premier temps, seules les émissions 2005, 2019 et « 2030 Fil de l'eau » sont étudiées. Plusieurs observations sont à noter :

- Les émissions de COVNM diminuent entre 2005 et 2030. Entre 2005 et 2019, les émissions ont été réduites de 49 %. Entre 2005 et « 2030 Fil de l'eau », la réduction atteindrait 53 %.
- La répartition des émissions par secteur d'activité reste semblable dans le temps, pour les scénarii 2005, 2019 et « 2030 Fil de l'eau ». Notons tout de même, la part fortement décroissante du trafic routier entre 2005 et 2019.
- Selon les années, les secteurs industries, énergie et déchets représentent 45 à 50 % des émissions de COVNM, ensuite le résidentiel-tertiaire (35 à 47 %). La part du secteur routier tend à disparaître : représentant 20 % en 2005, elle n'est plus que de 6 % en 2019.
- Tous les secteurs participent à la réduction des émissions de COVNM. Entre 2005 et 2030, nous observons pour les industries une baisse de 49 % des émissions, pour le résidentiel-tertiaire 37% et pour le trafic routier 91 %.

Comparaison entre les scénarisations 2030

- Par rapport aux émissions 2005, les émissions estimées pour le scénario « 2030 Fil de l'eau » entraînerait une réduction de 53 % des émissions, le scénario « 2030 avec actions locales PPA », permettrait, quant à lui, une réduction de 57 % des émissions de PM_{2,5}.
- Pour le scénario « 2030 Fil de l'eau », entre 2005 et 2030, les émissions résidentielles et tertiaires diminueraient de 37 %. La mise en place des actions locales PPA favoriserait un gain supplémentaire de 8 % et permettrait d'atteindre une réduction de 45 % des émissions de COVNM du secteur.

- La mise en place des actions locales sur les industries accentue également la réduction des émissions de COVNM. Celles-ci engendreraient des gains supplémentaires de 2 % sur les émissions industrielles.

Comparaison aux objectifs du PREPA

Le tableau suivant présente pour l'ensemble des scénarisations, les tonnages de COVNM, ainsi que le gain induit par les actions locales mises en place dans le cadre du PPA.

COVNM	Référence PREPA	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2	Gains	
		Etat initial	Fil de l'eau	Actions PPA	S2-S1	(S2-S1)/S1
Horizon	2005	2019	2030	2030		
Emissions (tonnes)	15 647	8 001	7 350	6 698	- 651	- 9 %

- L'ensemble des actions locales du PPA entraînerait une réduction de 651 tonnes de composés organiques volatiles non méthaniques COVNM, ce qui représente un gain de 9 % entre les scénarii « 2030 Fil de l'eau » et « 2030 avec actions locales PPA ».

COVNM	Objectif	Scenario 1	Scenario 2
	2005-2030	Fil de l'eau	Actions PPA
Evolution des émissions	- 52 %	- 53 %	- 57 %
Atteinte de l'objectif	-	OUI	OUI

- Concernant les COVNM, la mise en place du PPA sur l'agglomération bordelaise permet d'atteindre l'objectif de réduction défini par le PREPA, plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques, en 2030. Cet objectif est également atteint par le scénario tendanciel « 2030 Fil de l'eau ».

5.5 Dioxyde de soufre [SO₂]

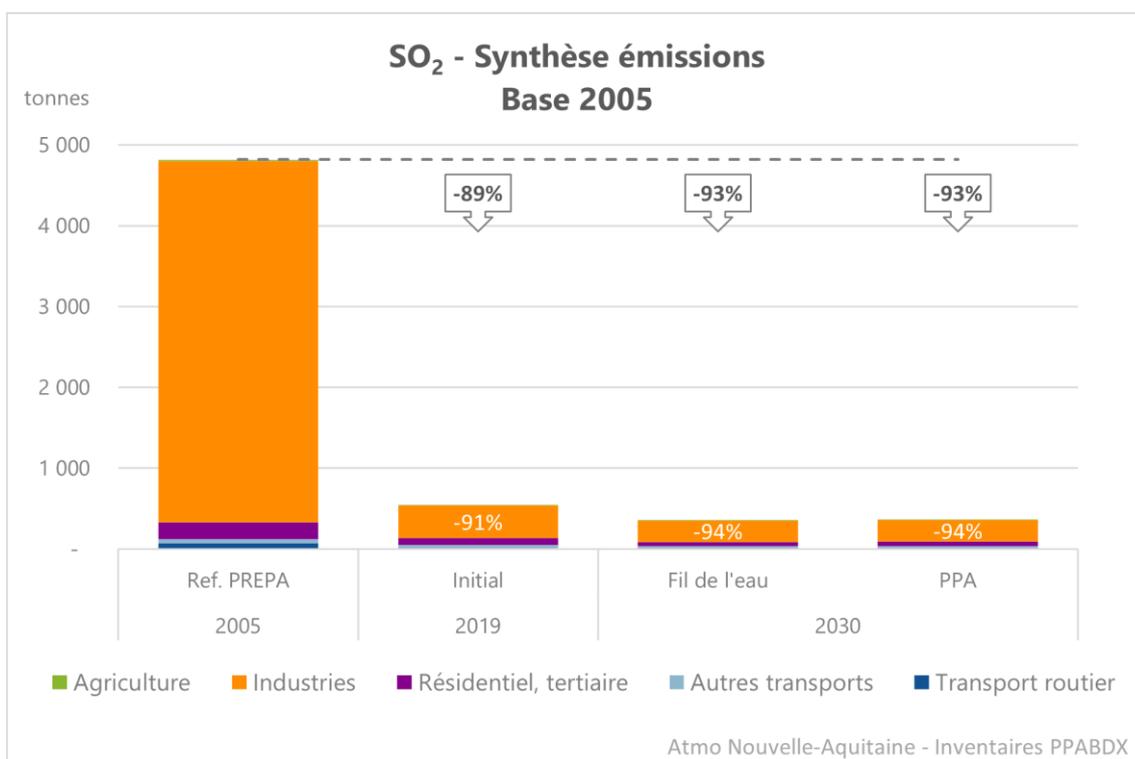


Figure 22 | SO₂ – Emissions, résultats attendus par scénarisation

Evolution temporelle

Dans un premier temps, seules les émissions 2005, 2019 et « 2030 Fil de l'eau » sont étudiées. Plusieurs observations sont à noter :

- Les émissions de SO₂ diminuent entre 2005 et 2030. Entre 2005 et 2019, les émissions ont été réduites de 89 %. Entre 2005 et « 2030 Fil de l'eau », la réduction atteindrait 93 %.
- Malgré une forte réduction des émissions industrielles entre 2005 et 2019 (-91 %), ce secteur reste majeur dans les émissions du PPA et représente encore 75 % des émissions de SO₂ en 2019.
- Tous les secteurs participent à la réduction des émissions de SO₂, mais au vu du poids très important des industries, les autres secteurs ne jouent qu'un rôle secondaire dans la diminution des émissions.

Comparaison entre les scénarisations 2030

- Par rapport aux émissions 2005, les émissions estimées pour les scénarii « 2030 Fil de l'eau » et « 2030 avec actions locales PPA », entraineraient tous les deux, une baisse drastique (93 %) des émissions de SO₂.

Comparaison aux objectifs du PREPA

Le tableau suivant présente pour l'ensemble des scénarisations, les tonnages de SO₂, ainsi que les effets induits par les actions locales mises en place dans le cadre du PPA.

SO ₂	Référence PREPA	Scénario 0	Scénario 1	Scénario 2	Gains	
		Etat initial	Fil de l'eau	Actions PPA	S2-S1	(S2-S1)/S1
Horizon	2005	2019	2030	2030		
Emissions (tonnes)	4 816	537	354	358	+ 4	+ 1 %

- L'ensemble des actions locales du PPA entraînerait une hausse de 4 tonnes de dioxyde de soufre SO₂, ce qui représente une hausse de 1 % des émissions entre les scénarii « 2030 Fil de l'eau » et « 2030 avec actions locales PPA ».
- Cette hausse s'explique par la mise en place du plan national d'actions chauffage au bois. Les facteurs d'émissions des nouveaux appareils sont légèrement plus émissifs en SO₂ que le serait le parc « fil de l'eau ». Toutefois, au regard des émissions SO₂ de la zone PPA et des objectifs à atteindre, cette augmentation n'est pas problématique.

SO ₂	Objectif	Scenario 1	Scenario 2
	2005-2030	Fil de l'eau	Actions PPA
Evolution des émissions	- 77 %	- 93 %	- 93 %
Atteinte de l'objectif	-	OUI	OUI

- Concernant le SO₂, la mise en place du PPA sur l'agglomération bordelaise permet d'atteindre l'objectif de réduction défini par le PREPA, plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques, en 2030. Cet objectif serait également atteint par le scénario tendanciel « 2030 Fil de l'eau ».

5.6 Ammoniac [NH₃]

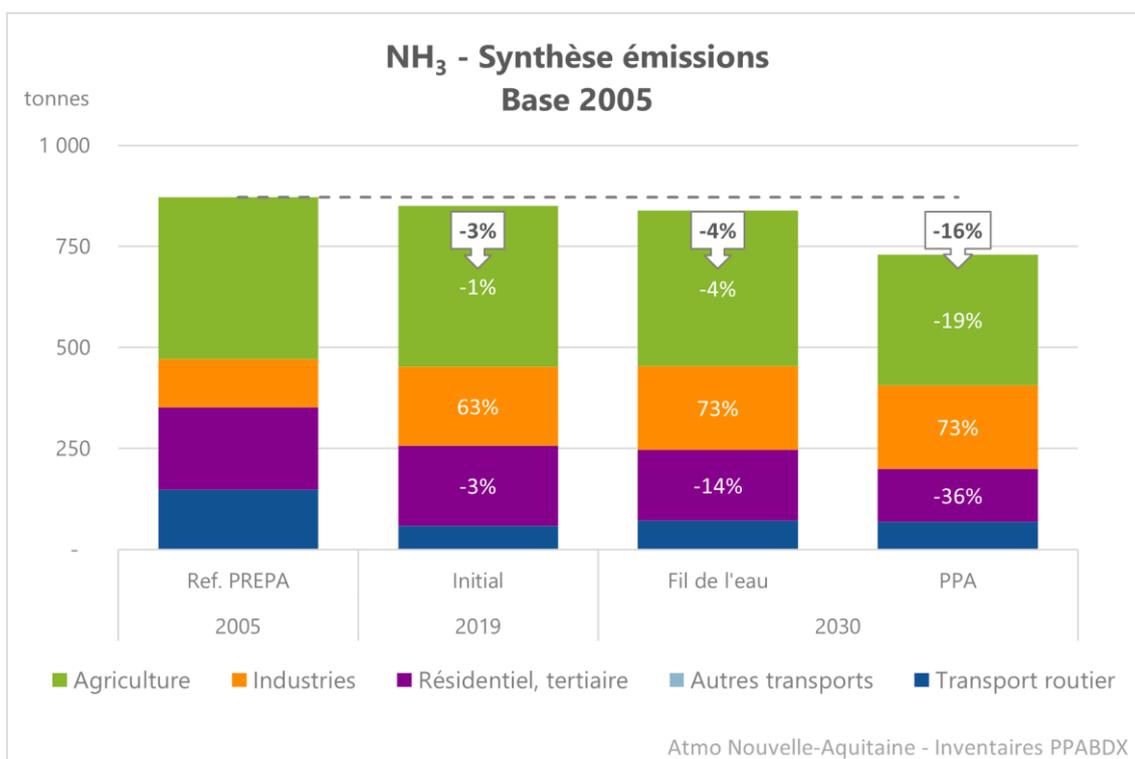


Figure 23 | NH₃ – Emissions, résultats attendus par scénarisation

Evolution temporelle

Dans un premier temps, seules les émissions 2005, 2019 et « 2030 Fil de l'eau » sont étudiées. Plusieurs observations sont à noter :

- Les émissions de NH₃ diminuent entre 2005 et 2030. Entre 2005 et 2019, les émissions ont été réduites de 3 %. Entre 2005 et « 2030 Fil de l'eau », la réduction est de 4 %.
- La répartition des émissions par secteur d'activité reste similaire dans le temps, pour les scénarii 2005, 2019 et « 2030 Fil de l'eau ». Le secteur agricole représente près de 50 % des émissions, le résidentiel-tertiaire environ 20 %, les industries 15 à 25 %. Notons tout de même la baisse de la part du secteur routier ; de 17 % en 2005, elle n'est plus que de 7 % en 2019.
- Le résidentiel-tertiaire, le routier et l'agricole permettent la baisse globale des émissions de NH₃.
- Tous les secteurs ne participent pas à la réduction des émissions de NH₃. L'industrie présente une hausse de 63 % des émissions entre 2005 à 2019.

Comparaison entre les scénarisations 2030

- Par rapport aux émissions 2005, les émissions estimées pour le scénario « 2030 Fil de l'eau » entrainerait une réduction de 4 % des émissions, le scénario « 2030 avec actions locales PPA », permettrait, quant à lui, une réduction de 16 % des émissions de NH₃.
- La mise en place des actions locales du PPA vis-à-vis du chauffage au bois participe à la réduction des émissions de NH₃ pour le secteur résidentiel-tertiaire. Celles-ci engendreraient des gains de 22 %.
- La mise en place des actions supplémentaires (scénario AMS – NH₃ agricole) sur le secteur agricole, prises en compte dans le scénario « 2030 avec actions locales PPA » favoriserait un gain supplémentaire et permettrait d'atteindre une réduction de 19 % des émissions NH₃ du secteur agricole.

Comparaison aux objectifs du PREPA

Le tableau suivant présente pour l'ensemble des scénarisations, les tonnages de NH₃, ainsi que le gain induit par les actions locales prises en compte dans le cadre du PPA.

NH ₃	Référence PREPA	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2	Gains	
		Etat initial	Fil de l'eau	Actions PPA	S2-S1	(S2-S1)/S1
Horizon	2005	2019	2030	2030		
Emissions (tonnes)	872	850	838	730	- 108	- 13 %

- L'ensemble des actions prises en compte dans le cadre du PPA (actions locales + scénario AMS) entraînerait une réduction de 108 tonnes d'ammoniac NH₃, ce qui représente une réduction de 13 % des émissions entre les scénarii « 2030 Fil de l'eau » et « 2030 avec actions locales PPA ».

NH ₃	Objectif	Scenario 1	Scenario 2
		2005-2030	Fil de l'eau
Evolution des émissions	- 13 %	- 4 %	- 16 %
Atteinte de l'objectif	-	NON	OUI

- Concernant l'ammoniac, les actions prises en compte dans le cadre du PPA de l'agglomération bordelaise permettent d'atteindre l'objectif de réduction défini par le PREPA, plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques, en 2030. Cet objectif n'est pas atteint par le scénario tendanciel « 2030 Fil de l'eau ».

5.7 Bilan des émissions – Synthèse

	Emissions (tonnes)				Evolutions (%)		PREPA		
	Référence PREPA	S0	S1	S2	S1	S2	Objectif	S1	S2
		Etat initial	Fil de l'eau	Actions PPA	Fil de l'eau	Actions PPA		Atteinte de l'objectif	
Horizon	2005	2019	2030	2030	2005-2030		2005 - 2030		
NO _x	17 312	9 628	5 600	5 321	- 68 %	- 69 %	- 69 %	NON	OUI
PM ₁₀	2 668	1 715	1 320	1 080	- 51 %	- 60 %	-	-	-
PM _{2,5}	2 200	1 308	901	680	- 59 %	- 69 %	- 57 %	OUI	OUI
COVNM	15 647	8 001	7 350	6 698	- 53 %	- 57 %	- 52 %	OUI	OUI
SO ₂	4 816	537	354	358	- 93 %	- 93 %	- 77 %	OUI	OUI
NH ₃	872	850	838	730	- 4 %	- 16 %	- 13 %	NON	OUI

Figure 24 | Synthèse PREPA - Bilan des émissions et atteinte des objectifs

5.8 Plan national d'actions chauffage au bois

Le tableau suivant présente pour l'ensemble des scénarisations, pour les 6 polluants étudiés, les tonnages et les évolutions induits par le PPA au regard des objectifs du plan national d'actions chauffage au bois. A noter que seules les émissions associées au chauffage domestique individuel au bois sont présentées dans ce tableau.

	Emissions (tonnes)			Evolutions (%)		PNCB		
	S0	S1	S2	S1	S2	Objectif	S1	S2
	Etat initial	Fil de l'eau	Actions PPA	Fil de l'eau	Actions PPA		Atteinte de l'objectif	
Horizon	2019	2030	2030	2019 - 2030		2020 - 2030		
NO _x	165	118	148	- 28 %	- 10 %	-	-	-
PM ₁₀	704	454	251	- 35 %	- 64 %	-	-	-
PM _{2,5}	689	444	246	- 35 %	- 64 %	- 50 %	NON	OUI
COVNM	27	18	24	- 33 %	- 11 %	-	-	-
SO ₂	1 426	995	553	- 30 %	- 61 %	-	-	-
NH ₃	188	166	122	- 11 %	- 35 %	-	-	-

Figure 25 | Synthèse Plan national d'actions chauffage au bois - Bilan des émissions issues du chauffage domestique individuel et atteinte des objectifs

- Seules les PM_{2,5} sont visés par le plan national d'actions chauffage au bois.
- Concernant celles-ci, la mise en place du PPA sur l'agglomération bordelaise permet d'atteindre l'objectif de réduction défini par le plan national d'actions chauffage au bois, en 2030. Cet objectif n'est pas atteint par le scénario tendanciel « 2030 Fil de l'eau » (scénario AME 2021).

- Toutefois, l'atteinte de cet objectif est contrainte par des hypothèses fortes concernant le renouvellement du parc des appareils « chauffage au bois ». En effet, l'objectif de réduction serait atteint, si et seulement si, il y a :
- remplacement intégral des foyers ouverts par des poêles à bois labellisé flamme verte
 - remplacement intégral des appareils anciens (antérieurs à 2002) par des appareils labellisé flamme verte du même type.

6. Concentrations - résultats des modélisations

6.1 Données d'entrée

Les **données intégrées** dans le modèle pour les différents scénarios sont :

	Source	Etat initial (S0)	Fil de l'eau (S1)	Avec actions (S2)
Météorologie	Météo-France Aéroport de Mérignac	2019	2019	2019
Pollution de fond*	Atmo Nouvelle-Aquitaine Réseau fixe	2019	2019	2019
Emissions cadastrées (Maille 1 x 1km)	Atmo Nouvelle-Aquitaine Inventaire PPABDX	2019, état initial	2030, Fil de l'eau	2030, Actions locales PPA
Emissions ponctuelles				
Emissions linéaires				

*La relation émissions/concentrations n'étant pas linéaire, la projection de la pollution de fond à échéance 2030 reste délicate. C'est pourquoi une hypothèse de conservation est appliquée pour les deux scénarios prospectifs. Cependant, la pollution de fond devrait diminuer à échéance 2030 au regard de la baisse des émissions attendue au niveau national et local.

Une carte de la répartition spatiale des données d'entrée est présentée en **annexe 4**.

Il convient de se référer à la figure 11 pour connaître le détail des émissions intégrées dans chaque inventaire.

6.2 Analyse des données en sortie

Les données issues du modèle sont exprimées en concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) et comparées à des seuils spécifiques : 3 seuils sont utilisés afin de calculer l'exposition de la population :

- Le premier est la valeur limite annuelle qui est actuellement appliquée par la réglementation et découle de la directive européenne 2008/50/CE.
- Le deuxième correspond à une nouvelle valeur limite annuelle qui appartient à un projet de révision de la directive qualité de l'air
- Le troisième correspond à la recommandation OMS publiée en 2021 et dont la Commission Européenne envisage une application à l'horizon 2050

	Valeur limite annuelle (en application)	Valeur limite annuelle (projet de révision non acté)	Valeur guide OMS
NO₂	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM₁₀	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM_{2,5}	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figure 26 | Seuils utilisés pour l'analyse des concentrations en sortie de modèle

6.3 Dioxyde d'azote [NO₂]

Les oxydes d'azote étant émis à **63%** par le secteur des **transports routiers** (cf. 4.1) et plus particulièrement par les moteurs, c'est un polluant dont les concentrations varient en fonction de la proximité des sources.

Au sein d'un territoire, les zones les plus sujettes à des concentrations élevées en ce polluant se situent à proximité d'axes routiers particulièrement empruntés.

Sur le périmètre du PPA ces zones sont donc : la rocade, les boulevards, l'autoroute et les rues dites canyons (qui concentrent la pollution du fait de leur configuration = rue étroite entourée de bâtiments hauts).

Les cartographies suivantes présentent la moyenne annuelle en dioxyde d'azote des 108 communes pour les trois modélisations :

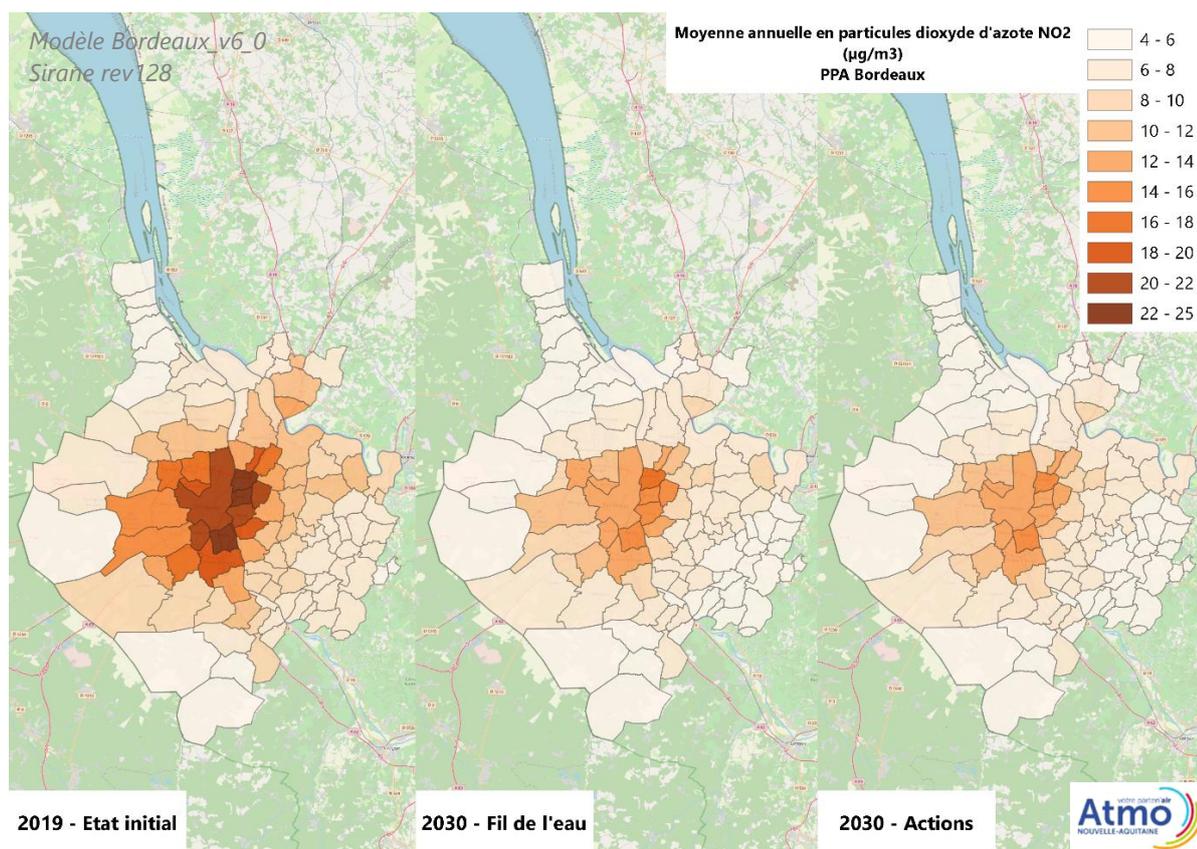


Figure 27 | Concentrations moyennes en NO₂ (µg/m³) pour les 108 communes de la zone du PPA – 3 scénarios

L'état initial montre que les concentrations les plus élevées se situent au niveau du cœur de l'agglomération bordelaise, siège d'un trafic routier intense.

Le scénario **fil de l'eau**, apporte une diminution de la concentration moyenne sur l'ensemble du territoire notamment au niveau des communes présentant les concentrations les plus élevées pour l'état initial.

Le scénario avec **actions** apporte une diminution supplémentaire bien que moins perceptible en première lecture.

Les cartographies suivantes présentent la concentration moyenne annuelle en chaque point du territoire de la zone du PPA ainsi que les gains pour chaque scénario en comparaison à l'état initial :

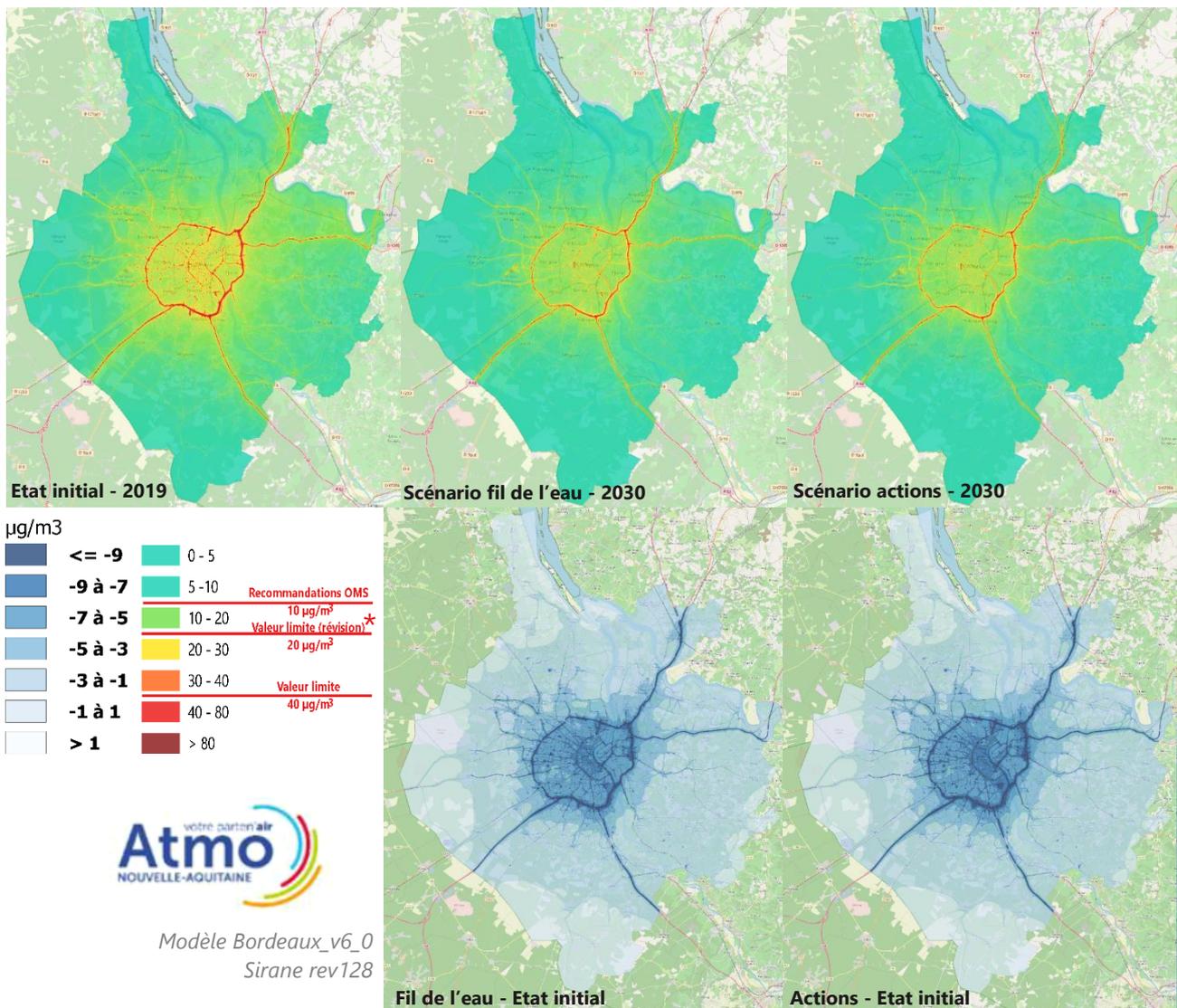


Figure 28 | Concentrations moyennes en NO₂ (µg/m³) en tout point du territoire + gains – 3 scénarios

Les cartographies nous permettent d'observer une diminution généralisée des concentrations sur toute la zone du PPA et plus particulièrement au niveau des axes routiers les plus empruntés. Cette diminution est perceptible dans les deux scénarios.

Les cartographies des gains visent à faire ressortir les évolutions. Elles sont établies avec la même échelle de couleurs pour rester comparables.

Entre **l'état initial et le scénario fil de l'eau**, la diminution des concentrations est visible contrairement à la diminution entre le scénario fil de l'eau et le scénario avec actions qui est moins marquée.

Les cartes de gains montrent que la diminution la plus forte se situe bien au niveau des axes importants : rocade et autoroutes. Entre les **scénarios fil de l'eau et actions**, la diminution se situe surtout dans le centre de Bordeaux.

Des superficies en dépassement de la valeur limite fixée à 40 µg/m³ subsistent sur les trois simulations notamment au niveau de la rocade, des grands boulevards, des quais et certaines rues « canyons ».

Les cartes ci-dessous zooment sur la zone intra-rocade, la plus impactée par les scénarios :

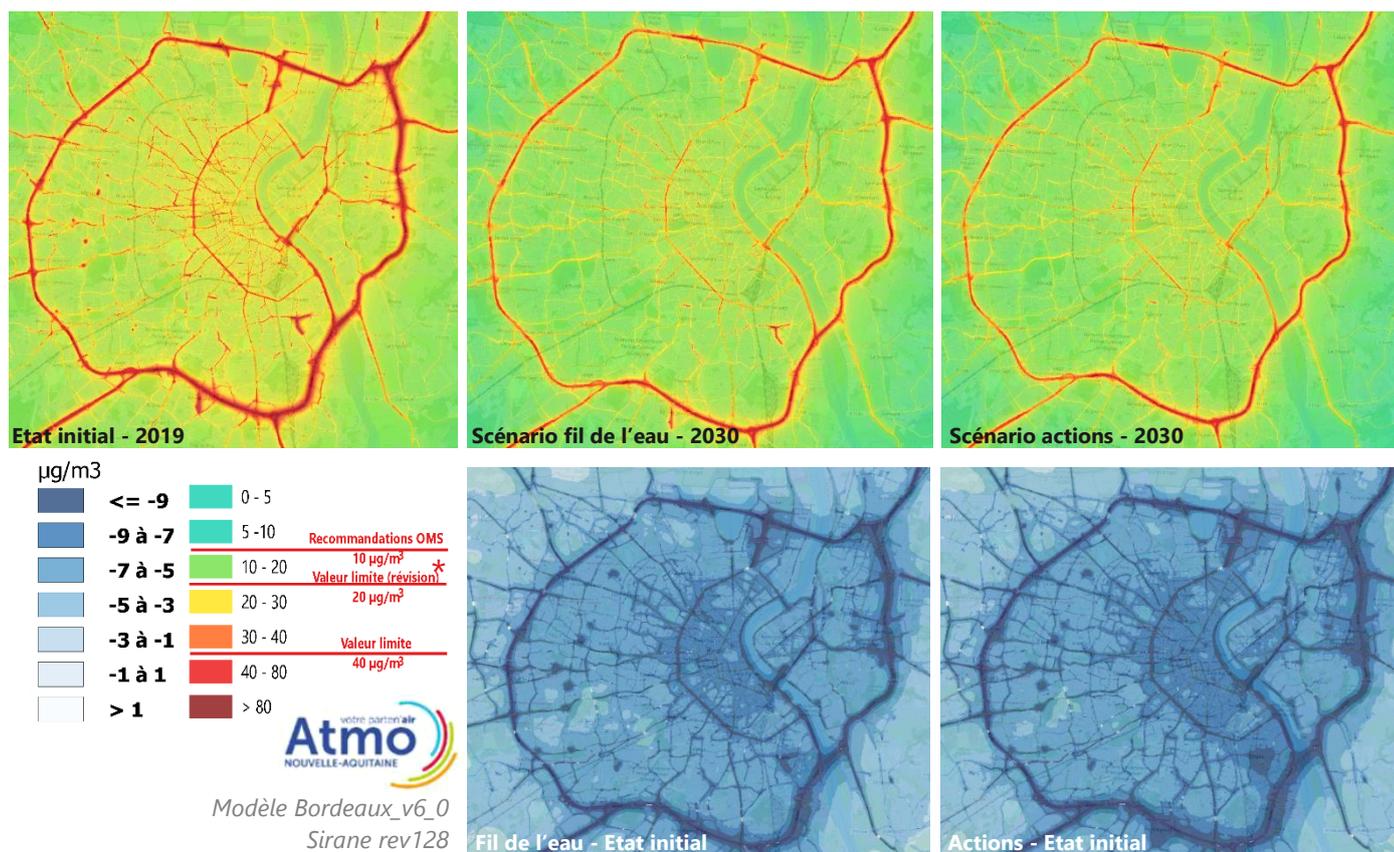


Figure 29 | Concentrations moyennes en NO₂ (µg/m³) zoom intra-rocade + gains – 3 scénarios

Evolution entre le scénario fil de l'eau et l'état initial

Pour rappel, les oxydes d'azote étant issus des phénomènes de combustion dans les moteurs, la diminution des concentrations entre l'état initial et le scénario fil de l'eau s'explique par la bonification en partie (ou en grande partie) du parc roulant au profit de véhicules moins émetteurs malgré une augmentation de 16,5% du trafic routier entre 2019 et 2030.

Evolution entre le scénario avec actions supplémentaires et le fil de l'eau

La diminution supplémentaire des concentrations entre le scénario fil de l'eau et le scénario avec actions repose sur une augmentation moindre en trafic routier : +11,5% entre 2019 et 2030 pour le scénario avec actions contre +16,5% pour le scénario fil de l'eau, soit une diminution de 30%.

Également, le scénario avec actions prend en compte le projet de ZFE impliquant la disparition des vignettes Crit'Air 3,4,5 et non classées en intra-rocade à l'horizon 2030. La vignette se basant sur les caractéristiques moteur, la ZFE a beaucoup d'influence sur les oxydes d'azote.

Le tableau ci-dessous récapitule les gains pour chaque scénario en comparaison avec l'état initial pour différentes zones d'intérêt :

	Zone PPA	Intra-rocade	Intra-boulevards	Rocade
Gain S1-2019	-26% (-2.4 µg/m ³)	-35% (-7.3 µg/m ³)	-34% (-6.3 µg/m ³)	-33% (-16 µg/m ³)
Gain S2 -2019	-28% (-2.6 µg/m ³)	-37% (-7.8 µg/m ³)	-36% (-6.8 µg/m ³)	-38% (-18 µg/m ³)

Figure 30 | Gains en NO₂ par scénario (% et µg/m³) par zone d'intérêt

L'impact relatif du scénario fil de l'eau est équivalent pour les trois sous-zones étudiées et plus important en absolu pour la rocade. A horizon 2030, les concentrations diminueraient en moyenne de 26% sur l'ensemble de la zone du PPA et plus fortement en intra-rocade.

L'impact relatif du scénario avec actions est équivalent pour les trois sous-zones étudiées et plus important que pour le scénario fil de l'eau. A horizon 2030, les concentrations diminueraient en moyenne de 28% sur l'ensemble de la zone du PPA et plus fortement sur la rocade.

La rocade et l'intra-rocade étant deux zones à fort trafic routier, les scénarios auront plus d'impact en absolu à leur niveau.

6.4 Particules grossières [PM₁₀]

Les particules grossières PM₁₀ sont émises par différentes sources, anthropiques (résidentiel, transports, industries, agriculture) ou naturelles (embruns marins, poussières désertiques).

Le **secteur des transports routiers** sur le territoire du PPA en est l'un des contributeurs à hauteur de **25%** sur l'année 2019 contre **47%** pour le **secteur résidentiel** (cf. 4.2).

C'est un polluant dont la longévité dans l'air peut affecter des zones proches comme éloignées de sa source d'émissions. Ces différents éléments impliquent que les leviers d'action pour les polluants particulaires ne se situent pas uniquement sur les transports routiers, ni strictement dans les frontières administratives du territoire, pour limiter les concentrations moyennes annuelles au sein de ce dernier.

Les zones les plus sujettes à des concentrations élevées sur le périmètre du PPA sont donc : les axes routiers comme évoqués dans la partie précédente (cf. 3.2.1) mais également les zones très urbanisées comme le centre de Bordeaux.

Les cartographies suivantes présentent la moyenne annuelle en PM₁₀ des 108 communes pour les trois modélisations :

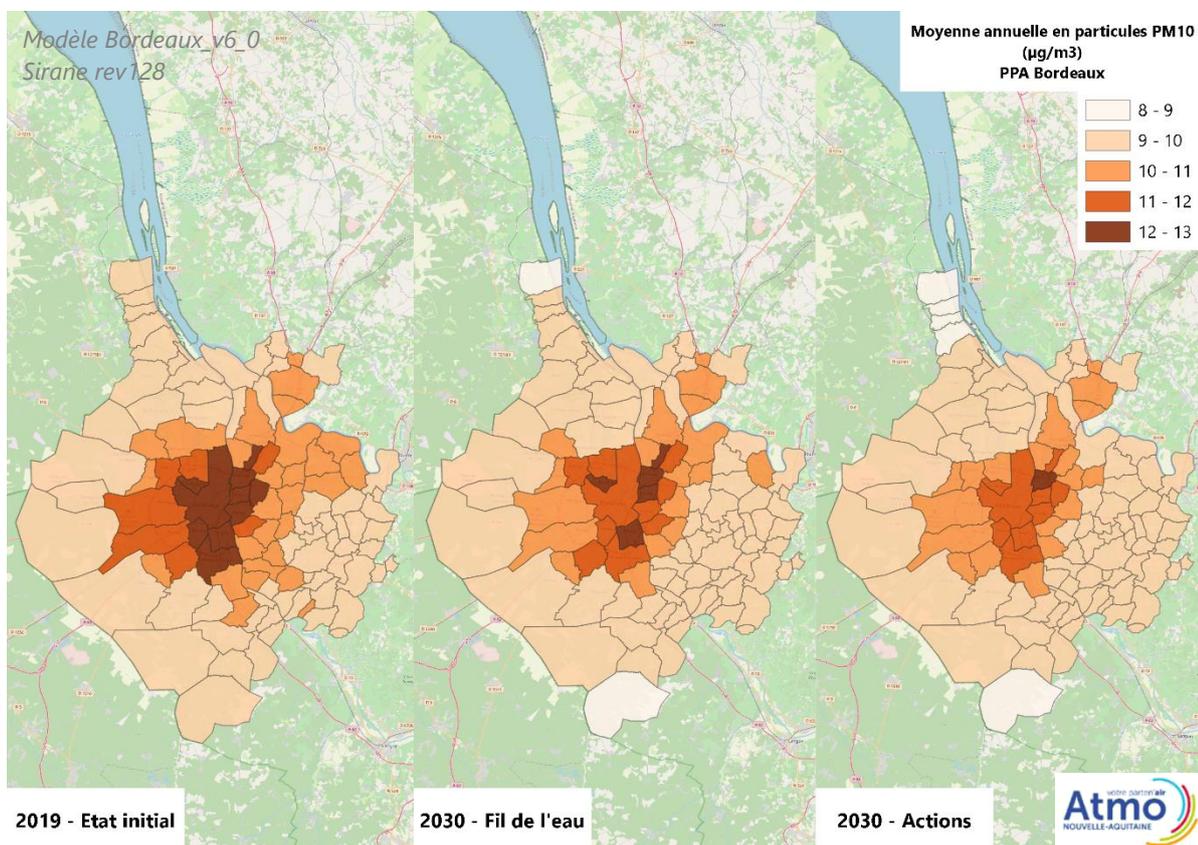


Figure 31 | Concentrations moyennes en PM₁₀ (µg/m³) pour les 108 communes de la zone du PPA – 3 scénarios

L'état initial montre que les concentrations les plus élevées se situent au niveau de communes de Bordeaux Métropole où se concentre 46% de la population.

Le scénario **fil de l'eau** apporte une diminution de la concentration moyenne sur l'ensemble du territoire notamment au niveau des communes particulièrement impactées de l'état initial. 11% de la population se situe dans les communes dans la classe de concentration présentant les valeurs les plus élevées (12-13 µg/m³).

Le scénario avec **actions** apporte une diminution supplémentaire mais moins marquée. 2% de la population se situe toujours dans la classe de concentration présentant les valeurs les plus élevées (12-13 µg/m³).

Les cartographies suivantes présentent la concentration moyenne annuelle en chaque point du territoire de la zone du PPA ainsi que les gains pour chaque scénario en comparaison à l'état initial :

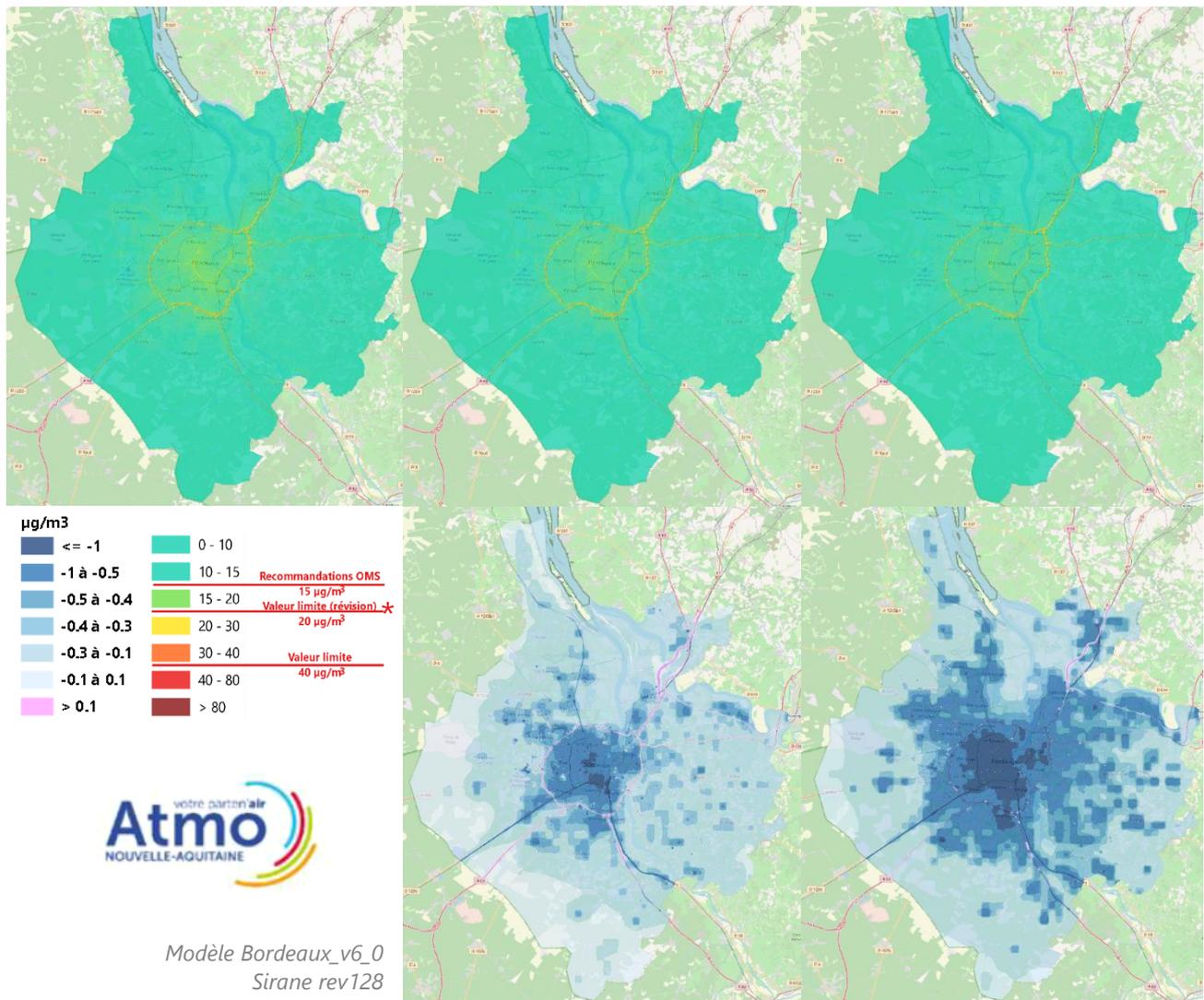


Figure 32 | Concentrations moyennes en PM₁₀ (µg/m³) en tout point du territoire + gains – 3 scénarios

La cartographie des concentrations permet d'observer une diminution généralisée sur toute la zone du PPA notamment en intra-rocade pour les deux scénarios.

Entre **l'état initial et le scénario fil de l'eau**, la diminution globale des concentrations est visible contrairement à la diminution entre le scénario fil de l'eau et le scénario avec actions qui est moins marquée.

L'analyse des gains permettent de montrer que la diminution la plus forte se situe en intra-rocade.

Entre les **scénarios fil de l'eau et avec actions**, la diminution se situe surtout dans le centre de Bordeaux.

Au niveau des axes important tels que la rocade et l'autoroute, la concentration tend à augmenter pour le scénario fil de l'eau. Quelques axes persistent dans le sens d'une augmentation avec le scénario avec actions mais dans une moindre mesure.

Des superficies en dépassement de la valeur limite fixée à 40 µg/m³ subsistent sur l'état initial et le scénario fil de l'eau sur certains axes routiers mais cela reste à la marge.

Les cartes ci-dessous zooment sur la zone intra-rocade, la plus impactée par les scénarios :

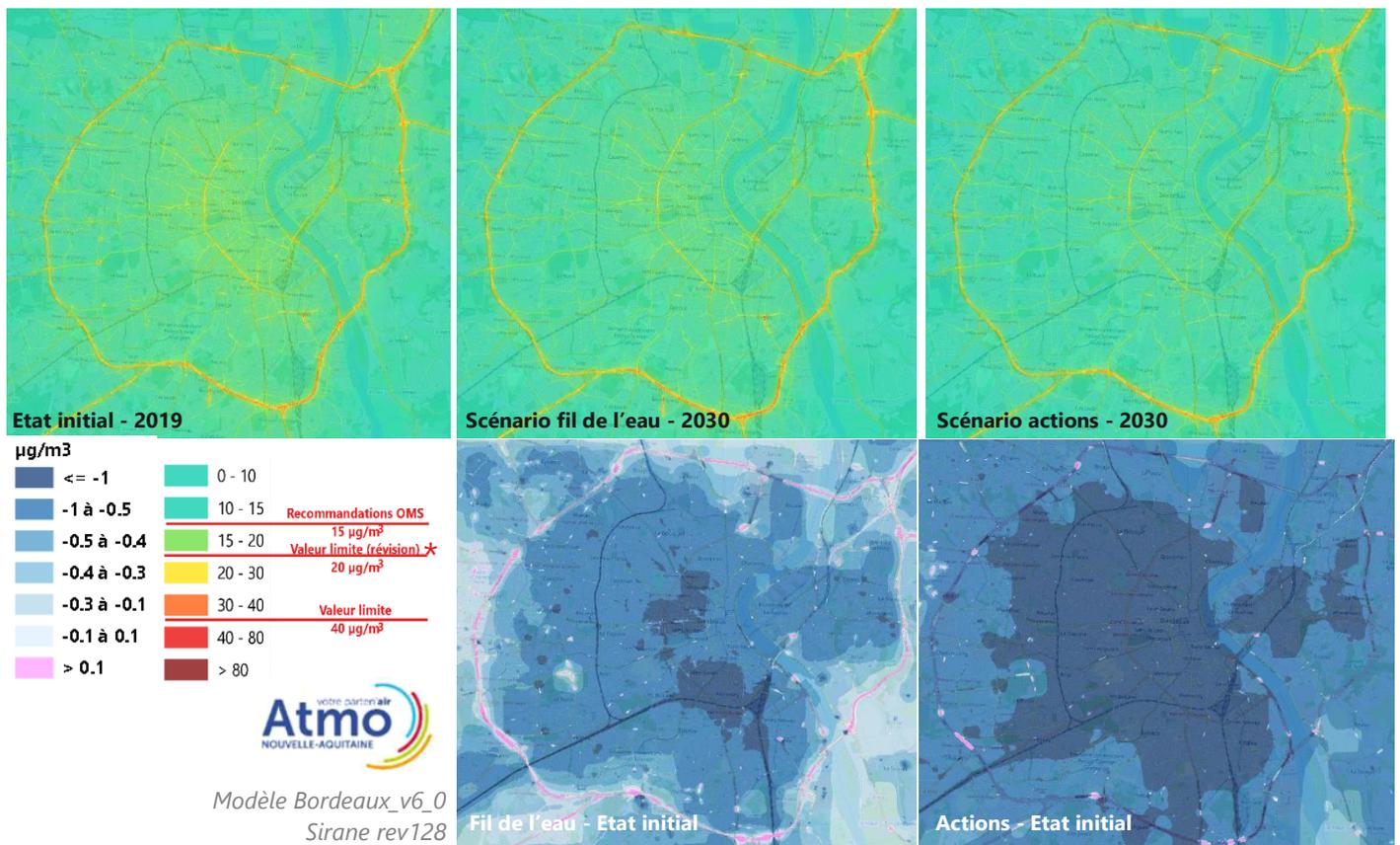


Figure 33 | Concentrations moyennes en PM₁₀ (µg/m³) zoom intra-rocade + gains – 3 scénarios

Evolution entre le scénario fil de l'eau et l'état initial

Pour rappel, les PM₁₀ sont majoritairement émises par les combustions énergétiques telles que le chauffage des logements, la cuisson et la production d'eau chaude sanitaire dans le secteur résidentiel.

Pour rappel, les PM₁₀ sont majoritairement émises par la partie mécanique du roulage notamment l'usure des pneus, de la route ainsi que l'abrasion des plaquettes de frein pour le secteur routier.

La diminution des concentrations entre l'état initial et le scénario fil de l'eau s'explique par la prise en compte du scénario AME pour le secteur résidentiel intégrant une meilleure isolation des logements et permettant des consommations énergétiques moins intenses donc moins émettrices.

L'augmentation des concentrations sur les principaux axes routiers du scénario fil de l'eau tient du fait de l'augmentation du trafic entraînant des remises en suspension et des usures plus nombreuses

Evolution entre le scénario fil de l'eau et le scénario avec actions

La diminution des concentrations entre le scénario fil de l'eau et le scénario avec actions repose sur une augmentation contenue du trafic par rapport au scénario fil de l'eau comme évoqué dans la partie précédente. Cette diminution va donc entraîner un apport de PM₁₀ par usure mécanique moindre.

Bien que le scénario avec actions prenne en compte le projet de ZFE impliquant la disparition des vignettes Crit'Air 3,4,5 et non classées en intra-rocade à l'horizon 2030, les critères sont basés sur les caractéristiques moteur. Le projet de ZFE n'a donc pas d'influence sur les PM₁₀ « mécaniques ».

La diminution est plus importante au centre de Bordeaux pour le scénario avec actions du fait de la prise en compte d'actions locales supplémentaires notamment sur le chauffage.

Le tableau ci-dessous récapitule les gains pour chaque scénario en comparaison avec l'état initial pour différentes zones d'intérêt :

	Zone PPA	Intra-rocade	Intra-boulevards	Rocade
Gain Fil de l'eau 2030 (S1)	-2% (-0.2 µg/m ³)	-5% (-0.6 µg/m ³)	-6% (-1.1 µg/m ³)	+2% (+1.2 µg/m ³)
Gain Actions 2030 (S2)	-4% (-0.4 µg/m ³)	-9% (-1.1 µg/m ³)	-12% (-1.4 µg/m ³)	-4% (-0.9 µg/m ³)

Figure 34 | Gains en PM₁₀ par scénario (% et µg/m³) par zone d'intérêt

L'impact du scénario fil de l'eau est plus important au niveau du centre de Bordeaux. A horizon 2030, les concentrations diminueraient en moyenne de 2% sur l'ensemble de la zone du PPA et plus fortement en intra-rocade. L'augmentation du trafic entre 2019 et 2030 entrainerait une augmentation de 2% des concentrations sur la rocade.

L'impact du scénario avec actions supplémentaires est toujours plus marqué au centre de Bordeaux et plus important que pour le scénario fil de l'eau. A horizon 2030, les concentrations diminueraient en moyenne de 4% sur l'ensemble de la zone du PPA et plus fortement en intra-rocade.

L'intra-rocade comprenant le centre de Bordeaux est une zone à forte densité de population et donc à forte consommation énergétique et à fort trafic. C'est pourquoi à échéance 2030, l'impact positif du PPA est amplifié au niveau de cette zone.

En comparaison au dioxyde d'azote, les diminutions relatives et absolues observées pour les PM₁₀ sont plus faibles que pour le NO₂. Cependant, le scénario avec actions supplémentaires apporte une diminution plus importante pour les particules : -4% en plus en intra-rocade pour les particules contre -2% pour le dioxyde d'azote.

6.5 Particules fines [PM_{2,5}]

Au même titre que les particules grossières PM₁₀, les particules fines PM_{2,5} sont émises par différentes sources, anthropiques ou naturelles, directement (particules primaires) ou indirectement à l'issue de réactions physico-chimiques (particules secondaires) et avec une longévité dans l'air non négligeable.

Le **secteur des transports routiers** sur le territoire du PPA en est l'un des contributeurs à hauteur de **22%** sur l'année 2019 contre **60%** pour le **secteur résidentiel** (cf. 4.3). Ainsi, les leviers d'action pour les polluants particuliers ne se situent pas uniquement sur les transports routiers pour limiter les concentrations moyennes annuelles du territoire.

Les zones de fortes concentrations seront alors les mêmes que pour les PM₁₀ mais dans des proportions différentes.

Les cartographies suivantes présentent la moyenne annuelle en PM₁₀ des 108 communes pour les trois modélisations :

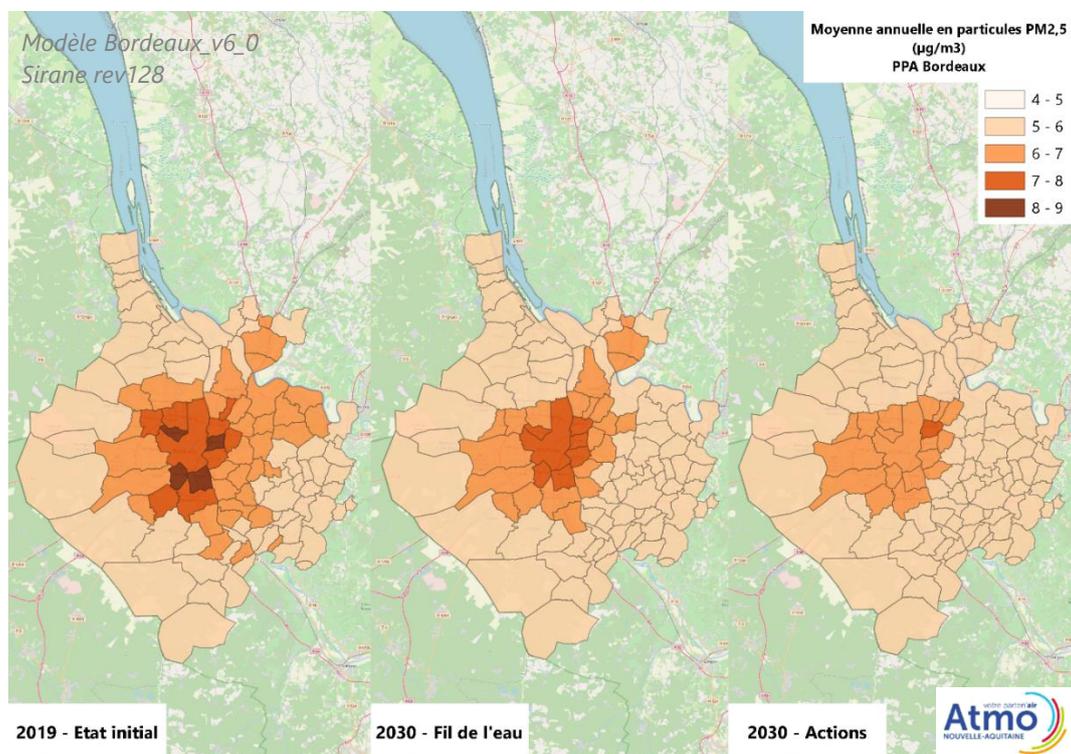


Figure 35 | Concentrations moyennes en PM_{2,5} (µg/m³) pour les 108 communes de la zone du PPA – 3 scénarios

L'état initial montre que les concentrations les plus élevées se situent au niveau de communes de Bordeaux Métropole et impacte environ 12% de la population (répartie dans ces 4 communes).

Le scénario **fil de l'eau** à échéance 2030 apporte une diminution de la concentration moyenne sur l'ensemble du territoire notamment au niveau des communes particulièrement impactées de l'état initial.

Le scénario avec **actions** à échéance 2030 apporte une diminution supplémentaire mais moins marquée.

Les cartographies suivantes présentent la concentration moyenne annuelle en chaque point du territoire de la zone du PPA ainsi que les gains pour chaque scénario en comparaison à l'état initial :

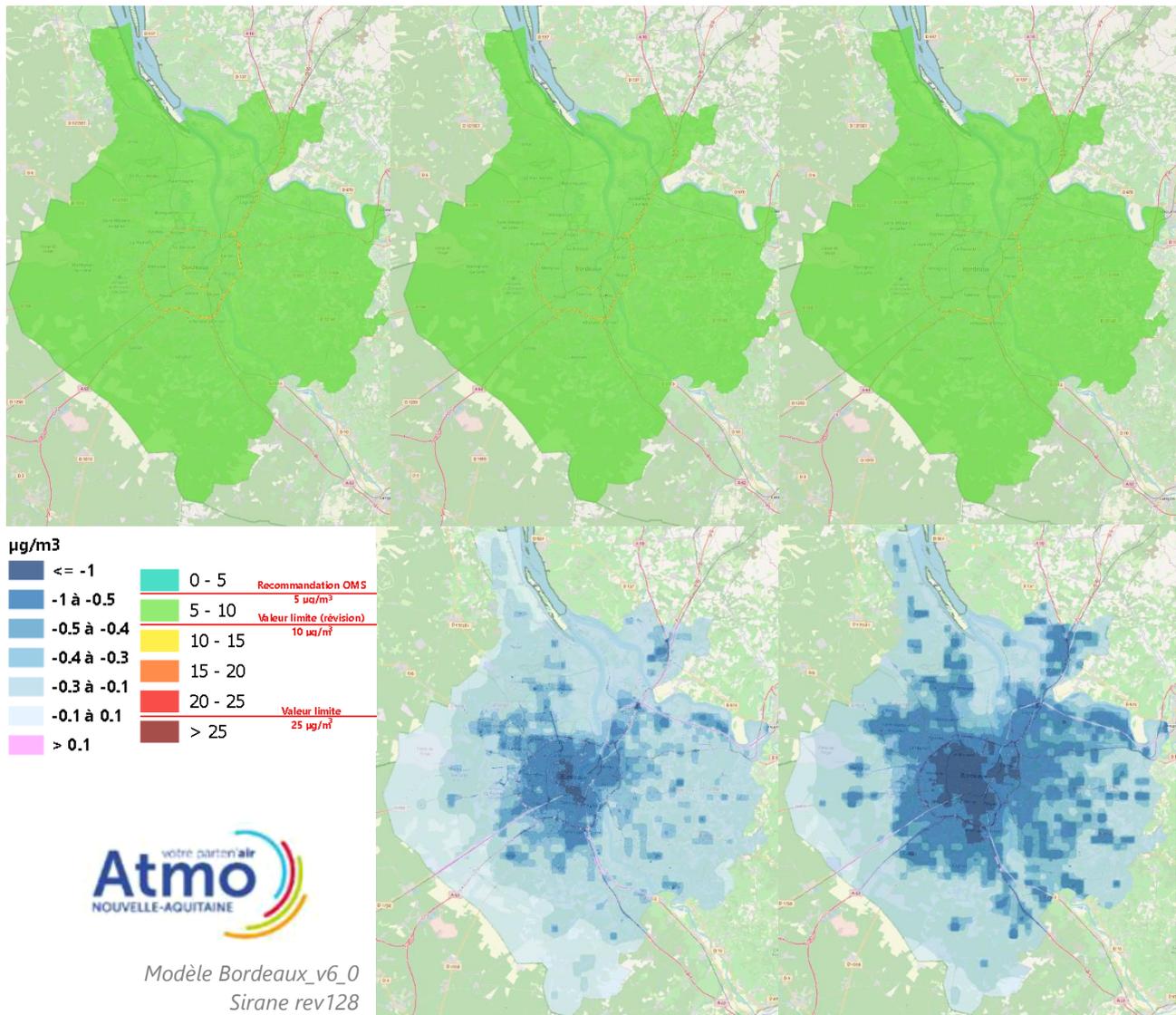


Figure 36 | Concentrations moyennes en PM_{2.5} (µg/m³) en tout point du territoire + gains – 3 scénarios

La cartographie des concentrations permet d'observer une diminution généralisée des concentrations sur toute la zone du PPA notamment en intra-rocade pour les deux scénarios.

Entre **l'état initial et le scénario fil de l'eau**, la diminution globale des concentrations est visible contrairement à la diminution entre le scénario fil de l'eau et le scénario avec actions qui est moins marquée. L'analyse des gains permettent de montrer que la diminution la plus forte se situe en intra-rocade.

Entre les **scénarios fil de l'eau et actions**, la diminution se situe surtout dans le centre de Bordeaux avec une extension de la surface présentant une diminution absolue supérieure à 1%.

Des superficies en dépassement de la valeur limite fixée à 25 µg/m³ subsistent pour l'état initial.

Les cartes ci-dessous zooment sur la zone intra-rocade, la plus impactée :



Figure 37 | Concentrations moyennes en $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) zoom intra-rocade + gains – 3 scénarios

Evolution entre le scénario fil de l'eau et l'état initial

Pour rappel, les $PM_{2.5}$ sont majoritairement émises par les combustions énergétiques telles que le chauffage des logements, la cuisson et la production d'eau chaude sanitaire dans le secteur résidentiel.

Pour rappel, les $PM_{2.5}$ sont majoritairement émises par la partie moteur du roulage notamment la combustion pour le secteur routier.

La diminution des concentrations entre l'état initial et le scénario fil de l'eau s'explique par la prise en compte du scénario AME dans le secteur résidentiel intégrant une meilleure isolation des logements permettant des consommations énergétiques moins intenses donc moins émettrices.

Contrairement aux PM_{10} , la concentration sur la rocade diminue. La part d'émission liée à la combustion est plus importante pour les particules fines et l'usure est moindre contrairement aux particules grossières. La bonification des moteurs prime donc sur l'usure.

Evolution entre le scénario fil de l'eau et le scénario avec actions

La diminution des concentrations entre le scénario fil de l'eau et le scénario avec actions repose sur la diminution de 30% de l'augmentation du trafic routier par rapport au scénario fil de l'eau comme évoqué dans la partie précédente.

Le scénario avec actions prenant en compte le projet de ZFE impliquant la disparition des vignettes Crit'Air 3,4,5 et non classées en intra-rocade à l'horizon 2030, les critères sont basés sur les caractéristiques moteur. Le projet de ZFE a donc une influence plus importante sur les $PM_{2.5}$ que sur les PM_{10} .

La diminution est plus importante au centre de Bordeaux pour le scénario avec actions du fait de la mise en place d'un plan de réduction des émissions en particules associées au chauffage plus intense que le scénario AME.

Le tableau ci-dessous récapitule les gains pour chaque scénario en comparaison avec l'état initial :

	Zone PPA	Intra-rocade	Intra-boulevards	Rocade
Gain Fil de l'eau 2030 (S1)	-3% (-0.2 µg/m ³)	-10% (-0.8 µg/m ³)	-10% (-1.1 µg/m ³)	-6% -0.7 µg/m ³
Gain Actions 2030 (S2)	-7% (-0.4 µg/m ³)	-17% (-1.2 µg/m ³)	-18% (-1.4 µg/m ³)	-10% -1.2 µg/m ³

Figure 38 | Gains en PM_{2.5} par scénario (% et µg/m³) par zone d'intérêt

L'impact du scénario fil de l'eau est plus important au niveau du centre de Bordeaux. A horizon 2030, les concentrations diminueraient en moyenne de 4% sur l'ensemble de la zone du PPA et plus fortement au centre de Bordeaux.

L'impact du scénario avec actions supplémentaires est toujours plus important au centre de Bordeaux et plus important que pour le scénario fil de l'eau. A horizon 2030, les concentrations diminueraient en moyenne de 7% sur l'ensemble de la zone du PPA et plus fortement au centre de Bordeaux.

L'intra-rocade comprenant le centre de Bordeaux est une zone à forte densité de population et donc à forte consommation énergétique et à fort trafic. C'est pourquoi à échéance 2030, cette zone sera plus particulièrement impactée.

En comparaison au dioxyde d'azote, les diminutions relatives et absolues observées pour les particules fines sont plus faibles à horizon 2030 mais le scénario avec actions supplémentaires apporte une diminution plus importante pour ces dernières : -7% en plus en intra-rocade pour les particules contre -2% pour le dioxyde d'azote

En comparaison des particules grossières, les diminutions relatives et absolues sont plus élevées pour les particules fines à horizon 2030 et le scénario avec actions supplémentaires apporterait une diminution plus importante pour les particules fines : -7% en plus en intra-rocade pour les particules fines contre -4% pour les particules grossières.

6.6 Bilan surface et population exposées

6.6.1 Gains par polluant – Récapitulatif

Le tableau ci-dessous synthétise les concentrations moyennes modélisées sur la zone du PPA pour les trois scénarios et les compare avec les concentrations modélisées au niveau de la zone intra-rocade (zone concernée par le projet de ZFE) :

	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	
	Zone PPA	Intra-rocade	Zone PPA	Intra-rocade	Zone PPA	Intra-rocade
Etat initial 2019	9.4 µg/m ³	20.9 µg/m ³	10.2 µg/m ³	12.6 µg/m ³	6.1 µg/m ³	8.0 µg/m ³
Fil de l'eau 2030 (S1)	7.0 µg/m ³ -26%	13.6 µg/m ³ -35%	10.0 µg/m ³ -2%	12.0 µg/m ³ -5%	5.9 µg/m ³ -3%	7.2 µg/m ³ -10%
Actions 2030 (S2)	6.8 µg/m ³ -28%	13.1 µg/m ³ -37%	9.8 µg/m ³ -4%	11.5 µg/m ³ -9%	5.7 µg/m ³ -7%	6.8 µg/m ³ -17%

Figure 39 | Gains par scénarios et par polluant (% et µg/m³) – Zone complète et intra-rocade

Le scénario fil de l'eau apporte une nette diminution des concentrations notamment pour le dioxyde d'azote. Le scénario avec actions consolide ces valeurs avec une diminution supplémentaire variant de 2% à 4% selon le polluant sur la zone du PPA.

Pour les deux scénarios, la diminution est plus forte en intra-rocade.

Le scénario avec actions induit une diminution relative supplémentaire plus forte pour les particules fines PM_{2,5} (7% contre 2% pour le NO₂ et 3% pour les PM₁₀ en intra-rocade).

6.6.2 Exposition de la population

Pour rappel, la zone du PPA comprend 1 030 000 habitants. Aucune évolution démographique n'est prise en compte au niveau de l'exposition de la population, en l'absence d'information fiable sur la répartition géographique des potentiels habitants supplémentaires.

	VL Actuelle			VL Révision 2030 (non actée)			Recommandation OMS horizon 2050		
	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
	40 µg/m ³	25 µg/m ³	20 µg/m ³	20 µg/m ³	10 µg/m ³	10 µg/m ³	15 µg/m ³	5 µg/m ³	
Etat initial 2019	4 500 hab.	30 hab.	30 hab.	241 000 hab.	500 hab.	5 100 hab.	820 000 hab.	9 000 hab.	1 030 000 hab.
Fil de l'eau 2030	200 hab.	10 hab.	-	13 000 hab.	200 hab.	1 600 hab.	622 000 hab.	5 200 hab.	1 012 300 hab.
Actions 2030	50 hab.	-	-	9 500 hab.	40 hab.	500 hab.	595 000 hab.	2 900 hab.	974 500 hab.

Figure 40 | Récapitulatif de la population exposée par scénario et par polluant – 3 seuils

Le tableau ci-dessus présente des valeurs qui peuvent différer de la dernière évaluation. L'annexe 5 présente les différentes intégrées dans modèle et utilisées pour le calcul d'exposition de la population et discute des sources possibles de différence par rapport au dernier calcul.

Analyse NO₂

Le tableau suivant fournit une analyse plus fine de la répartition de la population pour le dioxyde d'azote :

		0-10 µg/m ³	10-20 µg/m ³	20-40 µg/m ³	> 40 µg/m ³
Etat initial	Population	210 000 hab.	579 000 hab.	236 500 hab.	4 500 hab.
	%pop. PPA	20.4%	56.2%	23.0%	<1%
Fil de l'eau	Population	408 000 hab.	609 000 hab.	12 800 hab.	200 hab.
	Gain	+198 000	+30 000	-223 700	-4 300
	%pop. PPA	39.6%	59.1%	1.24%	<0.1%
Actions	Population	435 000 hab.	585 500 hab.	9 450 hab.	50 hab.
	Gain	+225 000	+6 500	-227 050	-4 450
	%pop. PPA	42.2%	56.8%	0.92%	<0.1%

Figure 41 | Répartition et évolution des populations par classe de concentration par scénario pour le NO₂ – 4 classes de concentrations

La population se trouve majoritairement exposée à un niveau de pollution en dioxyde d'azote allant de **10 à 20 µg/m³** pour les trois scénarios. La modélisation fil de l'eau permet d'augmenter de 3% la proportion de personne dans la classe citée atteignant ainsi environ 60 %.

Le scénario avec actions permet également, dans une moindre mesure, un gain de quasi 1%, soit 2% de moins que le scénario fil de l'eau.

Ce chiffre s'explique par un report plus conséquent de la population dans la classe **0 à 10 µg/m³** avec un pourcentage de 42% pour ce scénario contre 40% environ pour le scénario fil de l'eau.

Ainsi **le scénario avec actions permet d'augmenter la part de population qui se situe sous les 3 seuils étudiés** faisant que la majorité resterait **entre la recommandation OMS et le seuil révisé en projet**.

Les cartes ci-dessous présentent la répartition spatiale de la population exposée à la valeur limite annuelle fixée à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les trois modélisations. Un zoom est fait sur la zone intra-rocade où se concentre la plus grande partie de la population exposée :



Figure 42 | Carte des bâtiments exposés à la valeur limite pour le NO_2 – 3 scénarios

Modèle Bordeaux_v6_0 Sirane rev128

La population exposée à la valeur limite actuelle se situe majoritairement en intra-rocade et plus précisément à proximité des boulevards pour l'état initial.

Les cartes sur toute la zone du PPA sont présentées en **annexe 6**.

Également, les cartes de dépassement pour la valeur limite en projet (non actée) sont présentées en **annexe 7**.

Analyse PM_{10}

Le tableau suivant fournit une analyse plus fine de la répartition de la population pour les particules grossières :

		$0-15 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$15-20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$20-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Etat initial	Population	1 021 000 hab.	8 500 hab.	470 hab.	30 hab.
	%pop. PPA	99.1%	<1%	<0.1%	<0.1%
Fil de l'eau	Population	1 024 800 hab.	5 000 hab.	190 hab.	10 hab.
	Gain	+3 000	+3 500	-280	-20
	%pop. PPA	99.5%	<1%	<0.1%	<0.1%
Actions	Population	1 027 100 hab.	2 860 hab.	40 hab.	-
	Gain	+6 000	-5 640	-430	-
	%pop. PPA	99.7%	<1%	<0.1%	0%

Figure 43 | Répartition et évolution des populations par classe de concentration par scénario pour les PM_{10} – 4 classes de concentrations

La population est majoritairement exposée à un niveau de pollution en dioxyde d'azote allant de **0 à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$** pour les trois scénarios. Les deux scénarios permettent d'augmenter la part de la population présente dans la classe citée bien que le pourcentage soit déjà proche de la totalité de la population du PPA.

Avec le scénario avec actions, plus aucune population ne serait exposée à la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ faisant que la quasi-totalité (plus de 99%) serait **sous la recommandation OMS**.

Les cartes des répartitions spatiales de la population exposée à la valeur limite annuelle fixée à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les trois modélisations ne sont pas présentées car peu pertinentes (surface trop faible pour être bien lue).

Les cartes de dépassement pour la valeur limite en projet (non actée) sont présentées en **annexe 7**.

Analyse PM_{2,5}

Le tableau suivant fournit une analyse plus fine de la répartition de la population pour les particules fines :

		0-5 µg/m ³	5-10 µg/m ³	10-25 µg/m ³	> 25 µg/m ³
Etat initial	Population	-	1 024 900 hab.	5 070 hab.	30 hab.
	%pop. PPA	0%	99.5%	<1%	<0.01%
Fil de l'eau	Population	17 700 hab.	1 010 700 hab.	1 600 hab.	-
	Gain	+3 000	-3 500	-3 470	-
	%pop. PPA	1.7%	98.1%	0.2%	0%
Actions	Population	55 500 hab.	974 000 hab.	500 hab.	-
	Gain	+6 000	-5 640	-4 570	-
	%pop. PPA	5.4%	94.6%	<0.1%	0%

Figure 44 | Répartition et évolution des populations par classe de concentration par scénario pour les PM_{2,5} – 4 classes de concentrations

Une majorité de la population se situe dans la classe **5 à 10 µg/m³**. Au fil des scénarios, ce pourcentage diminue. Cette redistribution se fait dans le sens d'une amélioration avec **une augmentation progressive de la part de population dans la classe 0 à 5 µg/m³**.

A partir du scénario fil de l'eau, plus aucune population ne serait exposée à la valeur limite de 25 µg/m³ faisant que la quasi-totalité (au moins 95%) de la population serait **entre la recommandation OMS et le seuil révisé en projet**.

Les cartes des répartitions spatiales de la population exposée à la valeur limite annuelle fixée à 25 µg/m³ pour les trois modélisations ne sont pas présentées car peu pertinentes (surface trop faible pour être bien lue). Les cartes de dépassement pour la valeur limite en projet (non actée) sont présentées en **annexe 7**.

6.6.3 Surfaces exposées

Pour rappel, la zone du PPA couvre une surface de 1850 km².

	VL Actuelle			VL Révision 2030 (non actée)			Recommandation OMS horizon 2050		
	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
	40 µg/m ³		25 µg/m ³	20 µg/m ³		10 µg/m ³	10 µg/m ³	15 µg/m ³	5 µg/m ³
Etat initial 2019	11	0.01	0.01	100	1.79	6.1	550	10.5	1850
Fil de l'eau 2030	2	0.003	-	22	1.76	4	256	9.8	1050
Actions 2030	2	-	-	20	1.37	2.8	240	7.8	790

Figure 45 | Récapitulatif de la surface en dépassement par scénario et par polluant – 3 seuils

Analyse NO₂

		0-10 µg/m ³	10-20 µg/m ³	20-40 µg/m ³	> 40 µg/m ³
Etat initial	%surf. PPA	70%	24%	5%	<1%
Fil de l'eau	%surf. PPA	86%	13%	1%	<1%
Actions	%surf. PPA	87%	12%	< 1%	<1%

Figure 46 | Répartition des surfaces par classe de concentration par scénario pour le NO₂ – 4 classes de concentrations

Les concentrations modélisées sur le territoire du PPA sont majoritairement entre **0 et 10 µg/m³** pour les trois scénarios. La modélisation fil de l'eau permet d'augmenter de 16% la surface dans la classe citée atteignant ainsi 86 % de la surface du PPA.

Le scénario avec actions permet également, dans une moindre mesure, un gain de 17% de la surface inférieure à 10µg/m³, soit 1% de plus que le scénario fil de l'eau. Le scénario avec actions apporte une amélioration mais à la marge.

Le scénario fil de l'eau permet de diminuer de presque 50% la surface exposée à la classe **10 à 20 µg/m³**. **La zone du PPA reste majoritairement exposée à une pollution dont les concentrations sont inférieures à la recommandation OMS.**

Les cartes ci-dessous présentent la répartition spatiale de la surface exposée à la valeur limite annuelle fixée à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les trois modélisations. Un zoom est fait sur la zone intra-rocade où se concentre la plus grande partie de la population exposée :



Figure 47 | Carte des surfaces exposées à la valeur limite pour le NO_2 – 3 scénarios

Sur l'état initial, nous retrouvons les zones en dépassement marqueurs du trafic routier avec notamment les axes importants comme la rocade et les boulevards.

Avec les scénarios, la surface diminue beaucoup et reste majoritairement au niveau de la rocade.

Les cartes sur toute la zone du PPA sont présentées en **annexe 6**.

Les cartes de dépassement pour la valeur limite en projet (non actée) sont présentées en **annexe 7**.

Analyse PM_{10}

		0-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Etat initial	%surf. PPA	99.4%	<1%	<0.1%	<0.1%
Fil de l'eau	%surf. PPA	99.5%	<1%	<0.1%	<0.1%
Actions	%surf. PPA	99.6%	<1%	<0.1%	0 %

Figure 48 | Répartition des surfaces par classe de concentration par scénario pour les PM_{10} – 4 classes de concentrations

Les concentrations modélisées sur le territoire du PPA sont majoritairement entre **0 et 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour les trois scénarios.

Les deux scénarios permettent une amélioration mais très à la marge car déjà proche de 100%.

La zone du PPA reste majoritairement exposée à une pollution dont les concentrations sont inférieures à la recommandation OMS.

Les cartes des surfaces en dépassement de la valeur limite pour les particules ne sont pas présentées car peu pertinentes (surface trop faible pour être bien lue).

Les cartes de dépassement pour la valeur limite en projet (non actée) sont présentées en **annexe 7**.

Analyse PM_{2,5}

		0-5 µg/m ³	5-10 µg/m ³	10-25 µg/m ³	> 25 µg/m ³
Etat initial	%surf. PPA	0 %	99.7%	<1%	<0.1%
Fil de l'eau	%surf. PPA	43%	57%	<0.1%	0 %
Actions	%surf. PPA	57%	43%	<0.1%	0 %

Figure 49 | Répartition des surfaces par classe de concentration par scénario pour les PM_{2,5} – 4 classes de concentrations

Les concentrations modélisées sur le territoire du PPA sont majoritairement entre **5 et 10 µg/m³** pour le scénario fil de l'eau, c'est -à-dire à un niveau se situant entre **la recommandation OMS et le seuil révisé en projet**.

Le scénario avec actions permet de faire passer **14%** de la surface en dépassement de la classe **5 à 10 µg/m³** dans la classe allant de **0 à 5 µg/m³**.

La zone du PPA reste majoritairement exposée à une pollution dont les concentrations sont inférieures aux valeurs limites.

Les cartes des surfaces en dépassement de la valeur limite pour les particules ne sont pas présentées car peu pertinentes (surface trop faible pour être bien lue).

Les cartes de dépassement pour la valeur limite en projet (non actée) sont présentées en **annexe 7**.

7. Conclusions

Les plans de protection de l'atmosphère (PPA) définissent les objectifs et les mesures réglementaires, permettant de ramener ou de maintenir les concentrations en polluants atmosphériques à un niveau inférieur aux valeurs limites réglementaires, ces dernières sont définies dans un objectif de protection de la santé des populations. De ce fait, les PPA doivent être cohérents avec les objectifs et les orientations des autres plans et programmes existants, tant à l'échelle nationale, régionale ou inter-communale. Ici, le PPA de l'agglomération de Bordeaux se doit donc, d'être compatible aux objectifs de réduction des émissions du PREPA - Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques, ainsi qu'au Plan national d'actions chauffage au bois.

Dans ce cadre, Atmo Nouvelle-Aquitaine a constitué trois inventaires des émissions de polluants atmosphériques, illustrant chacun une situation différente : l'état initial 2019 ; un fil de l'eau 2030 correspondant à un scénario dit « tendanciel » ; et enfin un scénario, pour l'horizon 2030, prenant en compte les actions locales qui seront mises en place par le PPA. Afin de comparer aux objectifs de réduction du PREPA, les émissions 2005 de la zone PPA ont également été estimées.

Concernant les émissions, les principaux résultats qui ressortent de cette étude sont les suivants :

- ➔ Pour les 6 polluants étudiés (NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, COVNM, SO₂ et NH₃), entre 2019 et 2030, peu importe le scénario, les émissions diminuent.
- ➔ Concernant les objectifs du PREPA :
 - Le scénario « 2030 – fil de l'eau » ne permet pas d'atteindre les objectifs de réduction pour tous les polluants. En effet, les objectifs ne sont pas atteints pour les oxydes d'azote (NO_x) et l'ammoniac (NH₃).
 - Le Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération bordelaise, avec la mise en place d'actions locales de réduction des émissions atmosphériques, permet, quant à lui d'atteindre les objectifs de réduction pour les 5 polluants concernés (NO_x, PM_{2,5}, COVNM, SO₂ et NH₃).
- ➔ Concernant le plan national d'actions chauffage au bois, les zones couvertes par un PPA doivent réduire de 50 % des émissions PM_{2,5} provenant du chauffage domestique au bois entre 2020 et 2030.
 - Le scénario « 2030 – fil de l'eau » ne permet pas d'atteindre l'objectif. Seules 35 % des émissions PM_{2,5} provenant du chauffage bois sont réduites.
 - La mise en place du PPA sur l'agglomération bordelaise réduit de 64 % les émissions de PM_{2,5}, issues du chauffage au bois. L'objectif de réduction est atteint.
- ➔ Toutefois, afin d'atteindre ces objectifs, notamment pour les NO_x et les PM_{2,5}, des hypothèses fortes et des actions contraignantes doivent être mises en place.
 - Sur le trafic routier, secteur majeur des émissions de NO_x, les mesures mises en place doivent garantir la limitation de l'augmentation du trafic sur le territoire (+16,5 % sur le scénario fil de l'eau à +11,5 % pour le scénario avec actions locales PPA). L'objectif de réduction des émissions de NO_x du PREPA sera atteint, si et seulement si l'augmentation du trafic routier est contenue d'ici 2030.
 - Sur le résidentiel-tertiaire, l'objectif de réduction ne pourra être atteint pour les PM_{2,5} issues du chauffage au bois, que s'il y a :
 - remplacement intégral des foyers ouverts par des poêles à bois labellisé flamme verte
 - remplacement intégral des appareils anciens (antérieurs à 2002) par des appareils labellisé flamme verte du même type.

Concernant les concentrations modélisées, les principaux résultats qui ressortent de cette étude sont :

- Le scénario fil de l'eau permet de diminuer les concentrations sur la zone du PPA pour les 3 polluants et plus fortement pour le NO₂ :
 - -26% pour le NO₂
 - -2% pour les PM₁₀
 - -3% pour les PM_{2,5}
- Le scénario avec actions apporte une diminution supplémentaire en moyenne de 1 µg/m³ pour chaque polluant sur la zone complète :
 - -28% pour le NO₂ (soit un gain de 2% par rapport au scénario fil de l'eau)
 - -4% pour les PM₁₀ (soit un gain de 2% par rapport au scénario fil de l'eau)
 - -6% pour les PM_{2,5} (soit un gain de 3% par rapport au scénario fil de l'eau)
- Les diminutions les plus importantes se situent en intra-rocade et plus précisément dans le centre de Bordeaux, lieu d'un trafic routier intense et d'une forte densité de population :
 - -37% en intra-rocade pour le NO₂ pour le scénario avec actions (soit un gain de 2% par rapport au scénario fil de l'eau)
 - -9% en intra-rocade pour les PM₁₀ pour le scénario avec actions (soit un gain de 4% par rapport au scénario fil de l'eau)
 - -17% en intra-rocade pour les PM_{2,5} pour le scénario avec actions (soit un gain de 7% par rapport au scénario fil de l'eau)
- Le dioxyde d'azote est le polluant dont les concentrations diminuent le plus pour les deux scénarios mais le scénario avec actions apporte une amélioration relative plus forte pour les PM_{2,5} et les PM₁₀ par rapport au scénario fil de l'eau.
- Le dépassement des valeurs limites n'est observé que très ponctuellement pour les particules et impacte plus pour le dioxyde d'azote. La révision des valeurs limites impliquerait une augmentation des surfaces et de la part de population impactées par un dépassement. Cependant, les scénarios permettraient une diminution marquée notamment pour le dioxyde d'azote.

Annexes

Annexe 1 : Définitions

Scénario tendanciel : situation future qui reflète des évolutions d'activités, structurelles ou technologiques pouvant être estimées à partir de données économiques, réglementaires et techniques disponibles à ce jour et qui ne sont pas susceptibles d'évoluer à l'échéance visée pour la mise en œuvre du scénario. Ainsi on intégrera dans un scénario tendanciel :

- Toutes les mesures de gestion ou les objectifs de réduction des émissions de polluants et de gaz à effet de serre résultant des législations adoptées à ce jour, qu'elles soient communautaires ou nationales (plus rarement régionale et locale) ;
- Les projections de la demande d'énergie et de l'offre d'énergie elles-mêmes dépendantes d'hypothèse macro-économiques telles que l'évolution du PIB, l'évolution du prix des énergies, et le taux de parité dollar/euro, la croissance économique supposée des secteurs industriels ou encore la démographie, et autres évolutions structurelles de la société.

Scénario mesures additionnelles peut être qualifié par différentes caractéristiques. Il peut être défini à partir de différentes approches appliquées ensemble ou séparément :

- Intégration d'un certain nombre d'hypothèses sur les évolutions de la réglementation ou encore sur l'évolution des technologies (moyens de dépollution avant émission, taux de pénétration accrue des énergies renouvelables ou de moyen énergétique moins polluants...) qui sont considérées comme une interprétation « ambitieuse » de la réglementation ou qui ont fait l'objet d'une réglementation adoptée à une date postérieure à celle fixée pour le scénario tendanciel ;
- Evolution des habitudes de la société ou des hypothèses économiques qui ne sont pas actuellement identifiées : nouvelles taxes et autres instruments économiques par exemple, capacité de la société à se mobiliser tout entière sur des procédés plus verts ;
- Intégration des dispositifs ou instruments de maîtrises des émissions appliqués localement et/ou temporairement (typiquement les ZFE ou les péages urbains).

Annexe 2 : Les polluants

Les oxydes d'azote : NOx (NO et NO₂)

Le terme « oxyde d'azote » désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Le NO₂ est issu de l'oxydation du NO. Ils proviennent essentiellement de la combustion : des véhicules et installations de combustion. Ils sont considérés comme indicateur du trafic automobile.

Le NO₂ est un gaz irritant pour les yeux et les voies respiratoires. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires. A forte concentration, le NO₂ est un gaz toxique.

Les oxydes d'azote ont un rôle de précurseurs dans la formation de l'ozone troposphérique (basse atmosphère). Ils contribuent aux pluies acides, affectant les sols et les végétaux, et à l'augmentation de la concentration des nitrates dans le sol.

Les particules : TSP, PM₁₀ et PM_{2,5}

Les particules en suspension ou « poussières » constituent un ensemble vaste et hétérogène de substances organiques, inorganiques et minérales. Elles sont dites primaires lorsqu'elles sont émises directement dans l'atmosphère, et sont dites secondaires lorsqu'elles se forment dans l'air à partir de polluants gazeux par transformation chimique. Les particules sont classées selon leur taille :

- ➔ Les particules totales – TSP : représentent toutes les particules quel que soit leur diamètre. Les PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont également comprises dans cette catégorie.
- ➔ Les particules grossières– PM_{10} - de diamètre inférieur à $10\ \mu m$: les émissions de PM_{10} ont des sources très variées, comme la combustion de combustibles, fossiles ou biomasse, les transports routiers, l'agriculture (élevage et culture), certains procédés industriels, les chantiers en construction, ou enfin l'usure des matériaux (routes, pneus, plaquettes de freins) ...
- ➔ Les particules fines – $PM_{2,5}$ - de diamètre inférieur à $2,5\ \mu m$: elles sont issues de toutes les combustions, routières, industrielles ou domestiques (transports, installations de chauffage, industries, usines d'incinération, chauffage domestique au bois).

Selon leur granulométrie, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines, inférieures à $2,5\ \mu m$, peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes. Elles contribuent aux salissures des bâtiments et monuments.

Les composés organiques volatils : COVNM

Les COV constituent une famille de produits très larges et regroupent toutes les molécules formées d'atomes d'hydrogène et de carbone (hydrocarbure) comme le benzène (C_6H_6) et le toluène (C_7H_8). Ils sont émis lors de la combustion de carburants ou par évaporation de solvants lors de la fabrication, du stockage et de l'utilisation de peintures, encres, colles et vernis. Des COV biotiques sont également émis par les végétaux (agriculture et milieux naturels).

Les effets sanitaires sont très variables selon la nature du composé. Ils vont d'une simple gêne olfactive à des effets mutagènes et cancérogènes (benzène), en passant par des irritations diverses et une diminution de la capacité respiratoire.

Les COV sont des précurseurs à la formation de l'ozone dans la basse atmosphère. Les composés les plus stables chimiquement participent à l'effet de serre et à l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique (haute atmosphère).

Le dioxyde de soufre : SO_2

Le dioxyde de soufre est un polluant essentiellement industriel et provient de la combustion de carburants fossiles contenant du soufre (fioul lourd, charbon, gazole).

Le SO_2 est un gaz irritant pour les muqueuses, la peau et les voies respiratoires supérieures (toux, gênes respiratoires). Il agit en synergie avec d'autres substances, notamment les particules. Comme tous les polluants, ses effets sont amplifiés par le tabagisme.

Le SO_2 se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène des pluies acides. Il contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.

L'ammoniac : NH_3

L'ammoniac est un polluant d'origine essentiellement agricole, produits lors épandages d'engrais azotés ou émis par les rejets organiques de l'élevage. Il se forme également lors de la fabrication d'engrais ammoniacés.

Le NH_3 est un gaz incolore et odorant, très irritant pour le système respiratoire, pour la peau et pour les yeux. Son contact direct avec la peau peut provoquer des brûlures graves. À forte concentration, ce gaz peut entraîner des œdèmes pulmonaires. À très forte dose, l'ammoniac est un gaz mortel.

Le NH_3 est un précurseur de particules secondaires. Il réagit avec les composés acides tels que les oxydes d'azote ou de soufre (NO_x et SO_2) pour former des particules très fines de nitrate ou de sulfate d'ammonium. L'ammoniac participe au phénomène d'acidification des pluies, des eaux et des sols, entraînant l'eutrophisation

des milieux aquatiques. Par son acidité, l'ammoniac, sous forme NH_4^+ dans les pluies, dégrade les monuments et le patrimoine historique par altération des roches.

Annexe 3 : Les secteurs d'activités

Résidentiel / Tertiaire : Résidentiel, tertiaire, commercial, institutionnel

Il s'agit des activités liées à l'usage des bâtiments : pour le secteur résidentiel, logements des ménages et occupations associées ; pour le tertiaire, les activités de service comme les commerces, les bureaux et les établissements publics (hôpitaux, écoles...). Les émissions sont liées aux consommations énergétiques comme le chauffage, la production d'eau chaude et les cuissons, aux utilisations de solvants, ainsi qu'aux utilisations d'engins de jardinage.

Transport routier

Le secteur des transports routiers correspond aux véhicules particuliers, aux véhicules utilitaires légers, aux poids-lourds et aux deux-roues. Les sources prises en compte sont les échappements à chaud et les démarrages à froid, les évaporations de carburant, les abrasions et usures de routes et des équipements (plaquettes de freins, pneus).

Agriculture : Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCATF⁸

Les émissions de ce secteur sont liées à l'élevage (déjections animales, fermentation entérique), aux terres cultivées (travail des sols, utilisation d'engrais et pesticides, épandage de boues) et enfin aux consommations d'énergie (tracteurs et chaudières utilisés sur les exploitations).

Industrie : Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction

Les secteurs de l'industrie regroupent les activités suivantes : l'industrie extractive, la construction, l'industrie manufacturière (agro-alimentaire, chimie, métallurgie et sidérurgie, papier-carton, production de matériaux de construction) et le traitement des déchets.

- * Les émissions industrielles sont liées aux procédés de production, aux consommations d'énergie (chaudières et engins industriels, chauffage des bâtiments), ainsi qu'aux utilisations industrielles de solvants (application de peinture ou de colle, dégraissage, nettoyage à sec, imprimeries...).
- * Le secteur de la construction comprend les activités de chantiers et de travaux publics, les engins non routiers et les applications de peinture, colle et solvants.
- * Le traitement des déchets intègre les installations d'incinération de déchets ménagers ou industriels, les centres de stockage, les stations d'épurations ainsi que les crématoriums.

Production et distribution de l'énergie : Extraction, transformation et distribution d'énergie

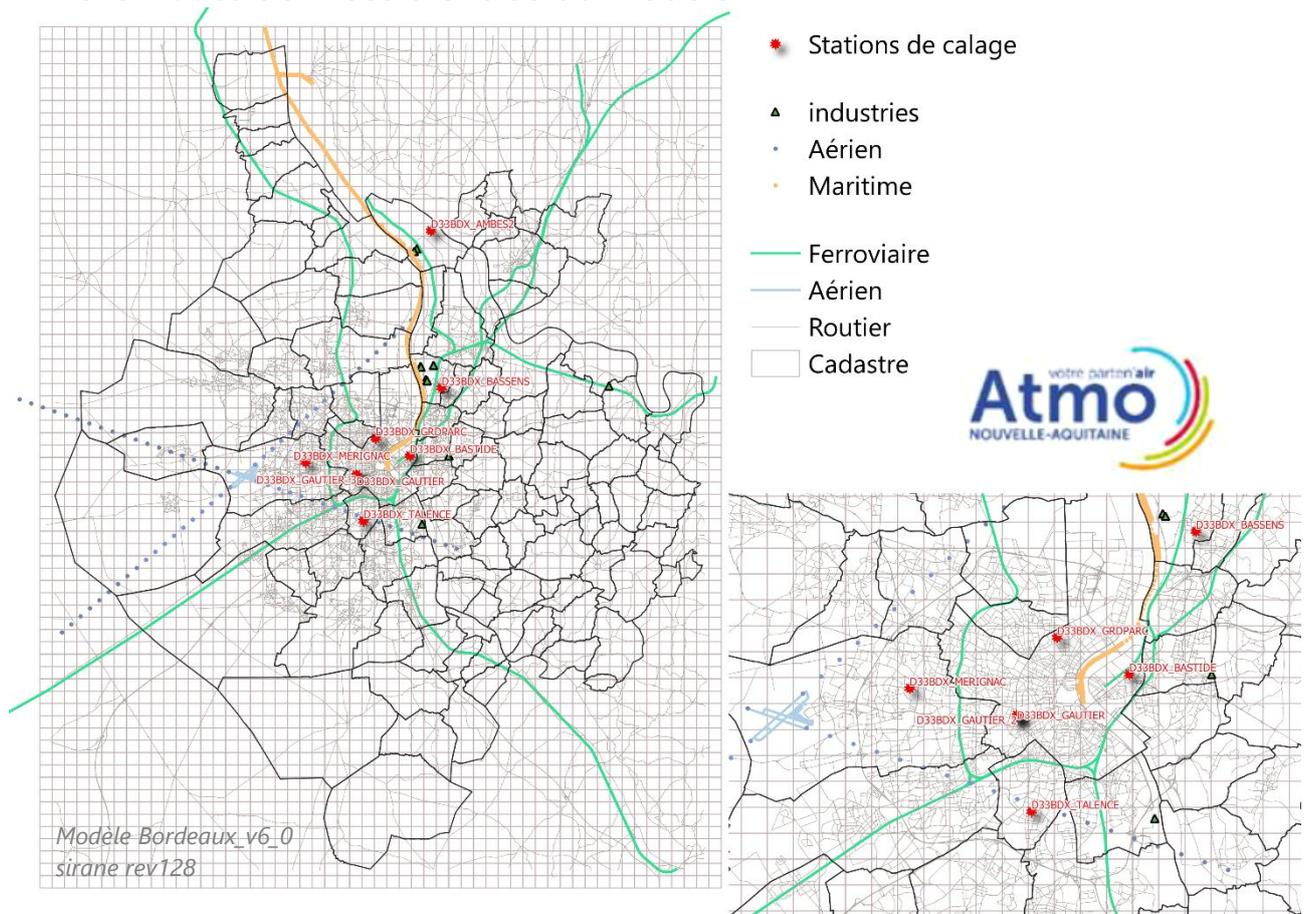
Ce secteur recense les émissions liées à la production d'électricité, au chauffage urbain, au raffinage du pétrole, ainsi que l'extraction, la transformation et la distribution des combustibles.

Autres transports : Modes de transports autres que routier

Les émissions de ce secteur proviennent des transports ferroviaires, maritimes et aériens.

⁸ Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Forêt

Annexe 4 : Les données d'entrée du modèle



	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
Ambès	X	-	-
Bassens	X	X	X
Bastide	X	X	
Gautier	X	X	X
Grand-Parc	X	X	-
Mérignac	X	X	-
Talence	X	X	X

Annexe 5 : Evaluation des outils et impact sur les calculs d'exposition

Zone d'étude modélisée

Atmo Nouvelle-Aquitaine veille au suivi de ses modèles de qualité de l'air et les fait évoluer dès lors que les travaux à mener le requièrent.

La précédente version du PPA s'appuyait sur une zone comprenant 53 communes dont l'agglomération de Bordeaux. Le modèle de qualité de l'air alors existant se bornait aux contours de l'agglomération (modèle bordeaux v5-0).

Avec la révision du PPA et l'agrandissement du domaine, passant de 53 à 108 communes, Atmo Nouvelle-Aquitaine a entrepris, entre 2021 et 2022, de faire évoluer les contours de son modèle (bordeaux v6-0).

L'extension du domaine inclus l'ajout de sources d'émissions et une population totale plus importante pouvant entraîner une part de la population/surface plus exposées aux différents seuils.

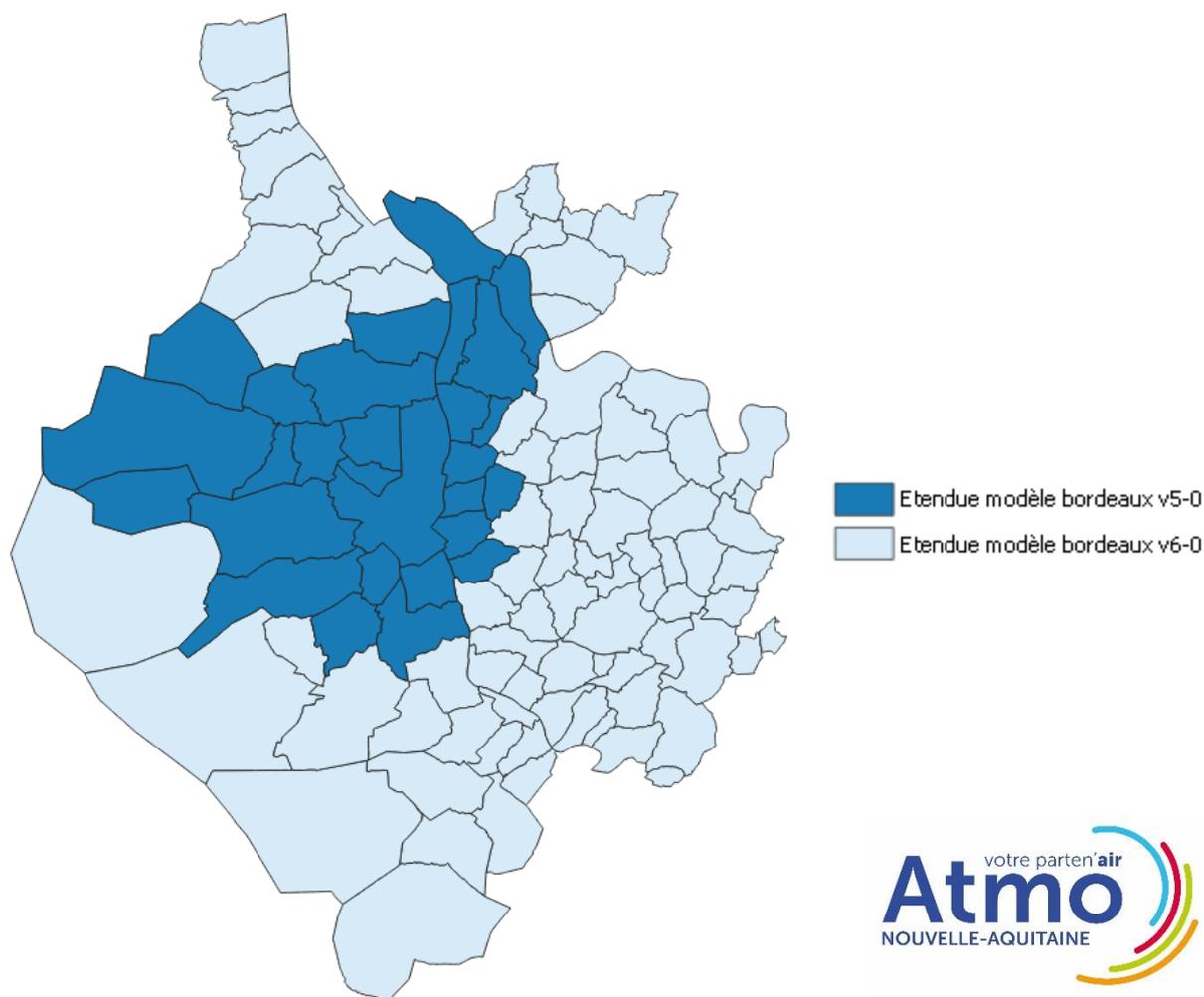


Figure 50 | Domaine modélisé – Avant/Après révision PPA

Version du modèle

Atmo Nouvelle-Aquitaine utilise le modèle SIRANE développé par l'Ecole Centrale de Lyon et veille au suivi des versions utilisées.

Dès réception d'une nouvelle version, cette dernière suit un processus de validation permettant de comparer la dernière version qui sera amenée à être utilisée en interne avec la version en cours d'utilisation.

Chaque version implique des évolutions pouvant impacter plus ou moins les résultats obtenus dans nos modèles.

Dans le cas de la révision du PPA, un nouveau modèle a été construit (bordeaux v6-0) mais a utilisé la même version de SIRANE (version128) que celle employée dans la v5-0 du modèle.

Inventaire des émissions

Atmo Nouvelle-Aquitaine assure la production d'un inventaire régional spatialisé contenant des données (les plus récentes possibles) d'émissions issues de multiples sources.

Ces données sont par la suite intégrées dans nos modèles de qualité de l'air.

Dans le cas de la version précédente du PPA, les données d'émissions utilisées dans le modèle étaient issues de l'inventaire de 2014. La nouvelle version du modèle a utilisé les données d'émissions issues de l'inventaire régional de 2018 (le plus récent).

L'utilisation d'une version différente d'inventaire peut entraîner des différences en sortie de modèle ainsi que pour les calculs d'exposition.

Données trafic

Afin de compléter les données d'émissions comprises dans l'inventaire régional, Atmo Nouvelle-Aquitaine utilise les données du trafic routier du CEREMA et notamment le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA). Ces données trafic sont réparties sur un réseau routier le plus à jour possible.

Précédemment, l'ancienne version du modèle de qualité de l'air utilisait les données trafic pour l'année 2014, ajustées avec des comptages issus de Bordeaux Métropole pour l'année 2017. Les calculs d'émissions réalisés par Atmo Nouvelle-Aquitaine à partir des données trafic utilisaient le parc roulant pour l'année 2016. Le nouveau modèle contient des émissions routières issues des données trafic pour l'année 2019 sur la base du parc roulant 2019.

L'utilisation de données trafic différentes peut influencer les résultats des calculs d'exposition. Entre 2019 et 2014, le trafic moyen journalier annuel sur l'agglomération de Bordeaux a augmenté de 33%.

Spatialisation de la population

A partir des travaux réalisés par le Laboratoire Central de la Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), une méthodologie nationale harmonisée de spatialisation de la population, appelé méthodologie MAJIC, a été développée. Les données de population spatialisée ont été fournies aux AASQA. Ces données sont régulièrement mises à jour afin de suivre l'évolution de la population sur le territoire.

Afin de réaliser les calculs d'exposition de la population, ces données de population sont nécessaires afin de la recouper avec nos cartes de modélisation.

Dans la précédente version du PPA, les données de population utilisées pour le calcul d'exposition dataient de 2018. Avec la révision du PPA et le nouveau modèle, les données de population datent de 2020. Ces données sont les plus récentes.

L'utilisation de données spatialisées de différentes années peut entraîner des résultats de calculs d'exposition différents. En effet, les données de spatialisation intègrent l'évolution de la population ainsi que les projets urbains (nouvelles constructions, destruction de bâtiments)

Annexe 6 : Cartes population et surface exposées – valeur limite NO₂ – 3 scénarios

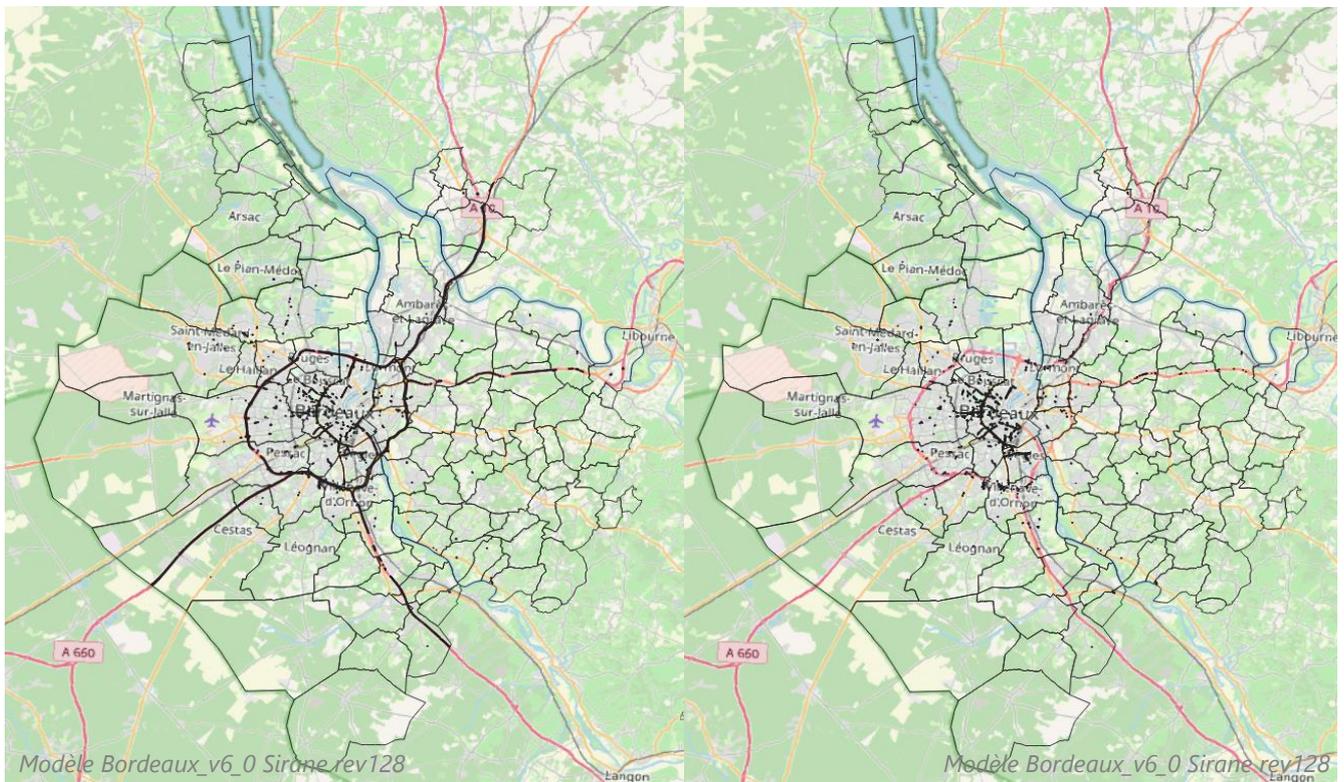


Figure 51 | carte des surfaces (gauche) et des populations (droite) exposées à la valeur limite pour le NO₂ – zone PPA – état initial

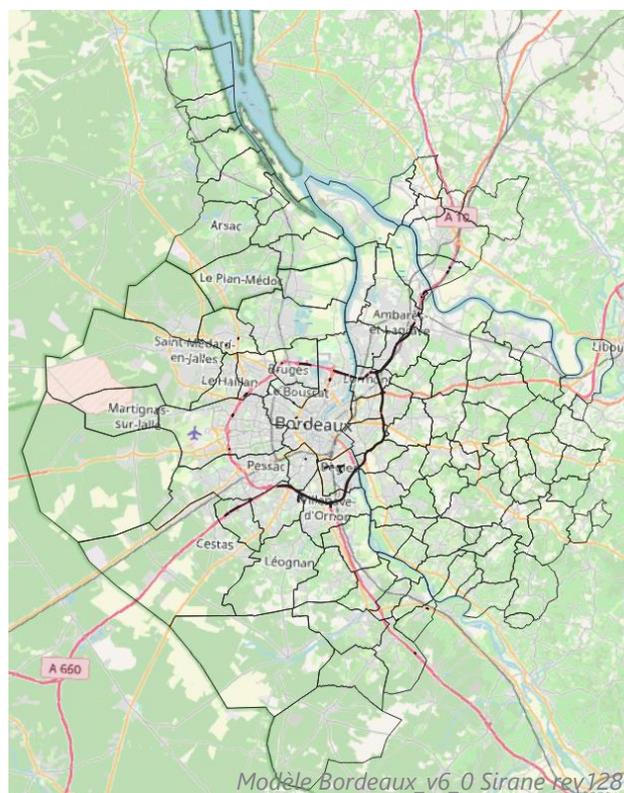


Figure 52 | Carte des surfaces exposées à la valeur limite pour le NO₂ – zone PPA – Scénario fil de l'eau

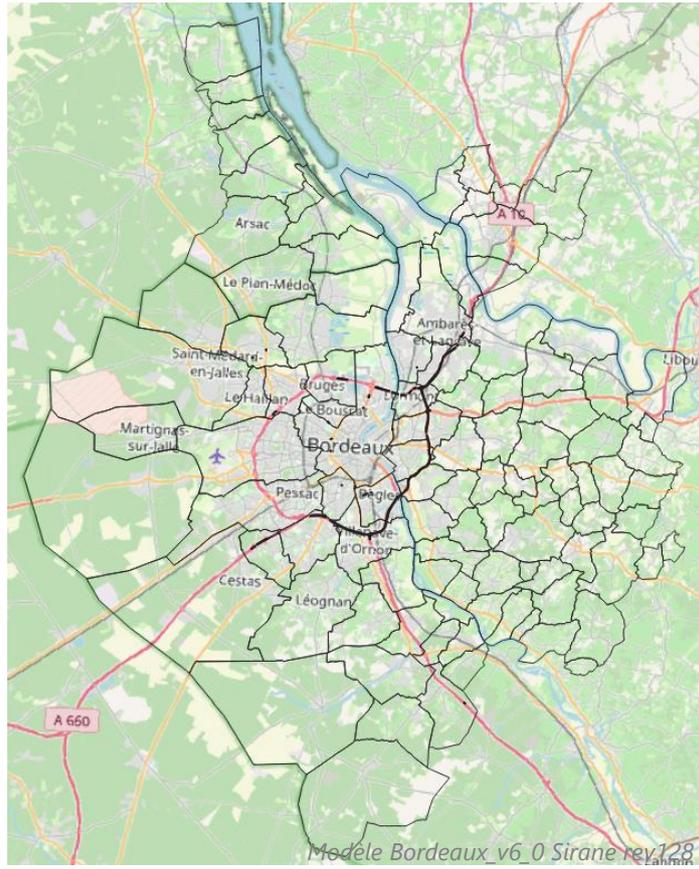
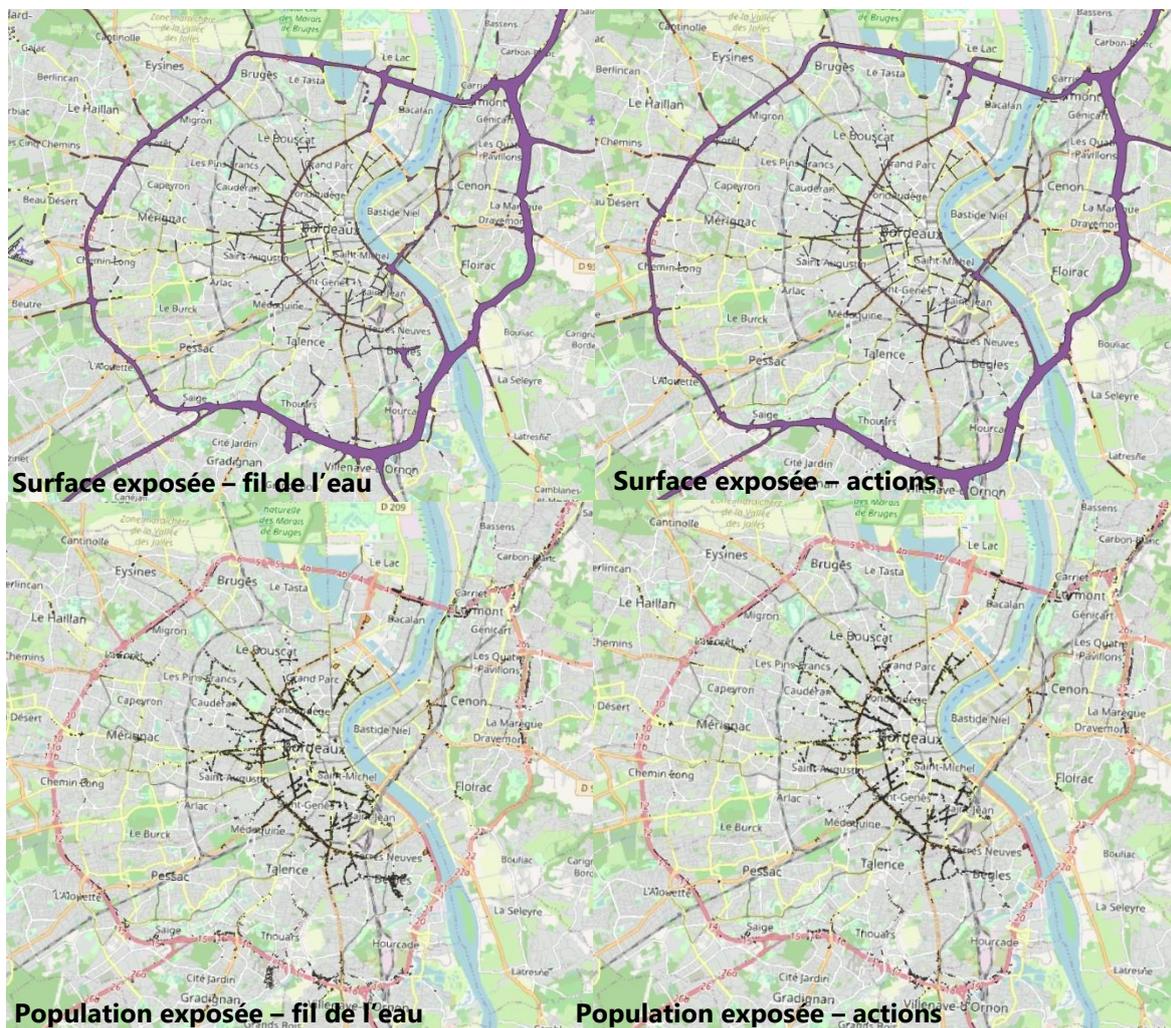


Figure 53 | Carte des surfaces exposées à la valeur limite pour le NO₂ – zone PPA – Scénario avec actions

Annexe 7 : Cartes population et surface exposées – valeur limite en projet (non actée) – 2 scénarios – 3 polluants



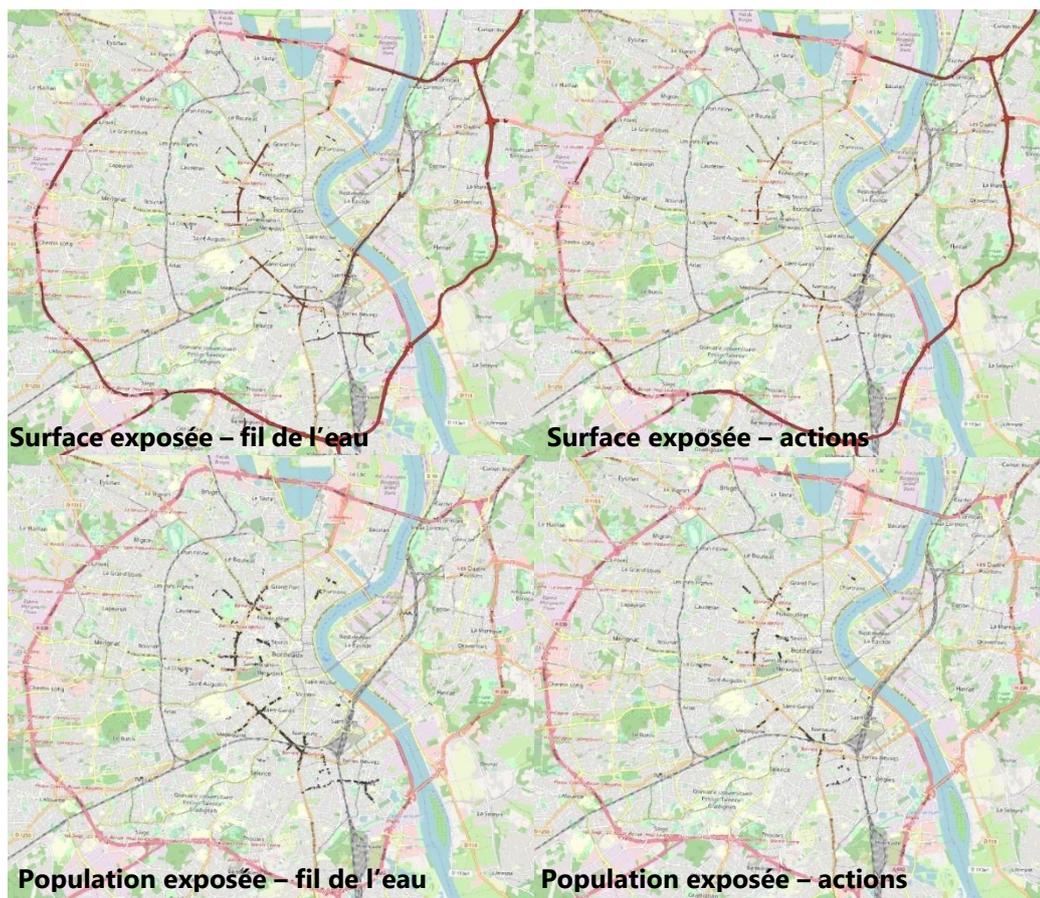
Modèle Bordeaux_v6_0 Sirane rev128

Figure 54 | Surface et population exposées à la valeur limite en projet (non actée) pour le NO₂ - scénarios 2030



Modèle Bordeaux_v6_0 Sirane rev128

Figure 55 | Surface et population exposées à la valeur limite en projet (non actée) pour les PM₁₀ - scénarios 2030



Modèle Bordeaux_v6_0 Sirane rev128

Figure 56 | Surface et population exposées à la valeur limite en projet (non actée) pour les PM_{2.5} - scénarios 2030

Table des figures

Figure 1 PPA de l'agglomération bordelaise, les 108 communes	8
Figure 2 Les sources d'émissions	13
Figure 3 Scénario 0 - 2019 état initial, Construction de l'inventaire des émissions	16
Figure 4 Scénario 1 – 2030 fil de l'eau, Construction de l'inventaire des émissions	17
Figure 5 GT1 - Transports terrestres, Actions PPA prises en compte.....	18
Figure 6 GT2 – Habitat et constructions, Actions PPA prises en compte	19
Figure 7 GT3 – Agriculture et espace verts, Actions PPA prises en compte	20
Figure 8 GT4 – Industries et activités économiques, Actions PPA prises en compte.....	21
Figure 9 GT6 – Transports maritimes, fluvial et aérien, Actions PPA prises en compte	21
Figure 10 Scénario 2 - 2030, actions locales PPA – Construction de l'inventaire des émissions	22
Figure 11 Tableau de synthèse des scénarisations	23
Figure 12 NO _x - Emissions 2019, état initial.....	24
Figure 13 PM ₁₀ - Emissions 2019, état initial.....	25
Figure 14 PM _{2,5} - Emissions 2019, état initial	26
Figure 15 COVNM - Emissions 2019, état initial	27
Figure 16 SO ₂ - Emissions 2019, état initial	28
Figure 17 NH ₃ - Emissions 2019, état initial	29
Figure 18 NO _x – Emissions, résultats attendus par scénarisation.....	30
Figure 19 PM ₁₀ – Emissions, résultats attendus par scénarisation.....	32
Figure 20 PM _{2,5} – Emissions, résultats attendus par scénarisation	34
Figure 21 COVNM – Emissions, résultats attendus par scénarisation.....	36
Figure 22 SO ₂ – Emissions, résultats attendus par scénarisation	38
Figure 23 NH ₃ – Emissions, résultats attendus par scénarisation	40
Figure 24 Synthèse PREPA - Bilan des émissions et atteinte des objectifs	42
Figure 25 Synthèse Plan national d'actions chauffage au bois - Bilan des émissions issues du chauffage domestique individuel et atteinte des objectifs.....	42
Figure 26 Seuils utilisés pour l'analyse des concentrations en sortie de modèle	44
Figure 27 Concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³) pour les 108 communes de la zone du PPA – 3 scénarios	45
Figure 28 Concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³) en tout point du territoire + gains – 3 scénarios	46
Figure 29 Concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³) zoom intra-rocade + gains – 3 scénarios.....	47
Figure 30 Gains en NO ₂ par scénario (% et µg/m ³) par zone d'intérêt	48
Figure 31 Concentrations moyennes en PM ₁₀ (µg/m ³) pour les 108 communes de la zone du PPA – 3 scénarios	49
Figure 32 Concentrations moyennes en PM ₁₀ (µg/m ³) en tout point du territoire + gains – 3 scénarios	50
Figure 33 Concentrations moyennes en PM ₁₀ (µg/m ³) zoom intra-rocade + gains – 3 scénarios	51
Figure 34 Gains en PM ₁₀ par scénario (% et µg/m ³) par zone d'intérêt	52
Figure 35 Concentrations moyennes en PM _{2,5} (µg/m ³) pour les 108 communes de la zone du PPA – 3 scénarios	53
Figure 36 Concentrations moyennes en PM _{2,5} (µg/m ³) en tout point du territoire + gains – 3 scénarios.....	54
Figure 37 Concentrations moyennes en PM _{2,5} (µg/m ³) zoom intra-rocade + gains – 3 scénarios	55
Figure 38 Gains en PM _{2,5} par scénario (% et µg/m ³) par zone d'intérêt	56
Figure 39 Gains par scénarios et par polluant (% et µg/m ³) – Zone complète et intra-rocade.....	57
Figure 40 Récapitulatif de la population exposée par scénario et par polluant – 3 seuils	58
Figure 41 Répartition et évolution des populations par classe de concentration par scénario pour le NO ₂ – 4 classes de concentrations.....	58
Figure 42 Carte des bâtiments exposés à la valeur limite pour le NO ₂ – 3 scénarios.....	59

Figure 43 Répartition et évolution des populations par classe de concentration par scénario pour les PM ₁₀ – 4 classes de concentrations.....	59
Figure 44 Répartition et évolution des populations par classe de concentration par scénario pour les PM _{2,5} – 4 classes de concentrations.....	60
Figure 45 Récapitulatif de la surface en dépassement par scénario et par polluant – 3 seuils	61
Figure 46 Répartition des surfaces par classe de concentration par scénario pour le NO ₂ – 4 classes de concentrations.....	61
Figure 47 Carte des surfaces exposées à la valeur limite pour le NO ₂ – 3 scénarios.....	62
Figure 48 Répartition des surfaces par classe de concentration par scénario pour les PM ₁₀ – 4 classes de concentrations.....	62
Figure 49 Répartition des surfaces par classe de concentration par scénario pour les PM _{2,5} – 4 classes de concentrations.....	63
Figure 50 Domaine modélisé – Avant/Après révision PPA.....	70
Figure 51 carte des surfaces (gauche) et des populations (droite) exposées à la valeur limite pour le NO ₂ – zone PPA – état initial.....	72
Figure 52 Carte des surfaces exposées à la valeur limite pour le NO ₂ – zone PPA – Scénario fil de l’eau.....	72
Figure 53 Carte des surfaces exposées à la valeur limite pour le NO ₂ – zone PPA – Scénario avec actions....	73
Figure 54 Surface et population exposées à la valeur limite en projet (non actée) pour le NO ₂ - scénarios 2030	74
Figure 55 Surface et population exposées à la valeur limite en projet (non actée) pour les PM ₁₀ - scénarios 2030	75
Figure 56 Surface et population exposées à la valeur limite en projet (non actée) pour les PM _{2,5} - scénarios 2030	76

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

