

**Annexe 5. Etude de classement
acoustique des façades -
POLYEXPERT ENVIRONNEMENT**

POLYEXPERT ENVIRONNEMENT

Agence AQUITAINE
8 Av. Léonard de Vinci
33600 Pessac

François PUAUX
06 84 73 69 83

f.piaux@polyexpert.fr



CLASSEMENT ACOUSTIQUE DE FACADES



Classement de façade :	$D_{nTA,tr}$ de 30 dB à 34 dB
------------------------	-------------------------------

Date	Indice	Type de modification	Rédaction
23/01/23	V2	Nouveau plan masse	FPU

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	3
REGLEMENTATION	3
Textes de référence	3
Arrêté 30/06/99 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation.....	3
Arrêté 30/05/96 relatif aux classement des infrastructures de transports	4
Transport terrestre.....	4
Transport aérien	5
DETERMINATION DE L'ISOLEMENT DE FACADE REGLEMENTAIRE	6
Supports documentaires	6
Voies et équipements classées à proximité du projet	6
Détermination de l'isolement de façade réglementaire	7
DETERMINATION DE L'ISOLEMENT DE FACADE PAR Modélisation 3D CadnaA.....	8
Méthodologie et présentation du modèle.....	8
Matériels de mesure	8
Conditions particulières de mesurage	8
Conditions météorologiques.....	9
Localisation du point de mesure	10
ANALYSE DE LA MESURE	10
MODELISATION DES SOURCES DE BRUIT ET RECALAGE DU MODELE.....	11
Evaluaton des niveaux sonores en façade du projet.....	12
Détermination de l'isolement de façade réglementaire	13
Préconisation des différents éléments constituant la façade.....	14
Façades.....	14
Gros œuvre	14
Plancher Haut.....	14
Menuiserie extérieures, occultations, entrées d'air	14
CONCLUSION.....	16
ANNEXE	17
Définition	17
Généralités	17
Décibel (dB)	17
Bruit rose 17	
Bruit route 17	
Bruits aériens	17
Indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi r.....	17
Isolement standardisé – DnTa ET DnTa,tr	17
Correction acoustique	17
Temps de réverbération	17

AVANT-PROPOS

Le présent rapport a pour objet l'étude des isolements acoustiques de façade sur l'opération de construction de 4 bâtiments collectifs et 4 bâtiments de maison individuelles en bande situés à Périgueux (24) afin d'assurer à l'ouvrage projeté un confort acoustique conforme aux exigences de la N.R.A. (Nouvelle Réglementation Acoustique), constitué par l'Arrêté du 30 juin 1999.

L'étude comprend successivement :

- ① La définition des isolements de façades requis réglementairement,
- ② La définition d'un isolement de façade déterminé à partir d'une mesure de bruit ambiant de la zone
- ③ La définition des performances acoustiques minimales des composants de façades.

Les entrepreneurs seront donc tenus de respecter en plus de leur C.C.T.P., les dispositions décrites ci-dessous. Ils signaleront avant signature de leur marché, à la Maîtrise d'œuvre, les contradictions qui pourraient apparaître entre les deux documents.

REGLEMENTATION

TEXTES DE REFERENCE

Elle est constituée de:

- ① Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation,
- ② Arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit,
- ③ Arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit,
- ④ Arrêté du 3 septembre 2013 illustrant par des schémas et des exemples les articles 6 et 7 de l'arrêté du 30 mai 1996 modifié,
- ⑤ Arrêtés n° DDT/SEER/RDPF/2015-050, 051 et 052 du 06 novembre 2015 portant révision du classement sonore des infrastructures de transports terrestres du département de la Dordogne (routes nationales, autoroute A89 et voies ferrées), (routes départementales), (voies communales)

ARRETE 30/06/99 RELATIF AUX CARACTERISTIQUES ACOUSTIQUES DES BATIMENTS D'HABITATION

Les locaux sont classés conformément au tableau suivant :

Logements y compris ceux contenant des locaux à usage professionnel	Pièces principales	Pièces destinées au séjour ou au sommeil, locaux à usage professionnel compris dans les logements	
	Pièces de service	Les pièces humides	Cuisine, salle d'eau, cabinet d'aisance.
	Dégagement	Les autres pièces de vie	Pièces telles que débarras, celliers et buanderies.
	Dépendances	Locaux tels que caves, combles non aménagés, bûchers, serres, vérandas, locaux bicyclettes/voitures d'enfants, locaux poubelles, locaux vide-ordures, garages individuels.	
Circulation commune	Circulations horizontales ou verticales desservant l'ensemble des locaux privatifs, collectifs et de service, tels que halls, couloirs, escaliers, paliers, coursives.		
Locaux techniques	Locaux enfermant des équipements techniques nécessaires au fonctionnement de la construction et accessibles uniquement aux personnes assurant leur entretien, notamment installation d'ascenseur, de ventilation, de chauffage.		
Locaux d'activités	Tous les locaux d'un bâtiment autre que ceux définis dans des catégories logements, circulations communes et locaux techniques.		

ARRETE 30/05/96 RELATIF AUX CLASSEMENT DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS
TRANSPORT TERRESTRE

Détermination de l'isolement acoustique minimal des façades des pièces principales et cuisines contre les bruits des transports terrestres en vue d'assurer la protection des occupants des bâtiments d'habitations (arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996).

Le calcul des isollements des façades est basé sur la méthode forfaitaire réglementaire, dont les modalités sont définies ci-dessous.

Les infrastructures de transports terrestres sont classées en 5 catégories selon le niveau de bruit qu'elles engendrent, la catégorie 1 étant la plus bruyante. Un secteur affecté par le bruit est défini autour de chaque infrastructure classée, cette zone est destinée à couvrir l'ensemble du territoire où une isolation acoustique renforcée est nécessaire.

Tableau des valeurs d'isolement minimal $D_{nT \rightarrow A, tr}$ en dB.

Distance horizontale (m)		0	10	15	20	25	30	40	50	65	80	100	125	160	200	250	300
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Catégorie de l'infrastructure	1	45	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	
	2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30		
	3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30						
	4	35	33	32	31	30											
	5	30															

Ces valeurs peuvent être diminuées en fonction de la valeur de l'angle de vue selon lequel on peut voir l'infrastructure depuis la façade de la pièce considérée. Cet angle de vue prend en compte à la fois l'orientation du bâtiment par rapport à l'infrastructure de transport et la présence d'obstacles tels que des bâtiments entre l'infrastructure et la pièce pour laquelle on cherche à déterminer l'isolement de façade.

L'isolement acoustique standardisé pondéré, $D_{nTA, tr}$, des pièces principales et cuisines contre les bruits de l'espace extérieur doit être au minimum de 30 décibels, $D_{nTA, tr}$.

Protection des façades du bâtiment considéré par des bâtiments :
1. Protection des façades du bâtiment considéré par des bâtiments

Les bâtiments susceptibles de constituer des écrans sont le bâtiment étudié lui-même, des bâtiments existants ou des bâtiments à construire faisant partie de la même tranche de construction que le bâtiment étudié.

L'angle de vue α sous lequel l'infrastructure est vue est déterminé depuis la façade de la pièce considérée du bâtiment étudié. Cet angle n'est pas limité au secteur affecté par le bruit.

Les corrections à appliquer à la valeur d'isolement acoustique minimal en fonction de l'angle de vue sont les suivantes :

ANGLE DE VUE α	CORRECTION
$\alpha > 135^\circ$	0 dB
$110^\circ < \alpha \leq 135^\circ$	- 1 dB
$90^\circ < \alpha \leq 110^\circ$	- 2 dB
$60^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	- 3 dB
$30^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	- 4 dB
$15^\circ < \alpha \leq 30^\circ$	- 5 dB
$0^\circ < \alpha \leq 15^\circ$	- 6 dB
$\alpha = 0^\circ$ (façade arrière)	- 9 dB

Protection des façades du bâtiment considéré par des écrans acoustiques ou des merlons continus en bordure de l'infrastructure :

Tout point récepteur de la façade d'une pièce duquel est vu le point d'émission conventionnel est considéré comme non protégé. La zone située sous l'horizontale tracée depuis le sommet de l'écran acoustique ou du merlon est considérée comme très protégée. La zone intermédiaire est considérée comme peu protégée.

Les corrections à appliquer à la valeur d'isolement acoustique minimal sont les suivantes :

PROTECTION	CORRECTION
Pièce en zone de façade non protégée	0
Pièce en zone de façade peu protégée	- 3 dB
Pièce en zone de façade très protégée	- 6 dB

En présence d'un écran ou d'un merlon en bordure d'une infrastructure et de bâtiments faisant éventuellement écran entre l'infrastructure et la façade du bâtiment étudié, on cumule les deux corrections, sauf si un des deux éléments faisant écran (bâtiment ou écran acoustique ou merlon) masque l'autre.

Toutefois, la correction globale est limitée à - 9 dB.

Exposition multiple :





Dans le cas de zones exposées à la fois au bruit des infrastructures de transports terrestres et aériens, la valeur minimale de l'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nTA,lr}$ des locaux vis-à-vis de l'espace extérieur est calculée en prenant en compte les différentes sources de bruit de transports (terrestres et aériens).

La valeur minimale de l'isolement acoustique est déterminée à partir des deux valeurs calculées pour les infrastructures de transports terrestres et pour le trafic aérien. Ces deux valeurs sont comparées. La valeur minimale de l'isolement est la valeur la plus élevée des deux, augmentée de la correction figurant dans le tableau ci-dessous :

ECART ENTRE DEUX VALEURS	CORRECTION
Ecart de 0 à 1 dB	+ 3 dB
Ecart de 2 à 3 dB	+ 2 dB
Ecart de 4 à 9 dB	+ 1 dB
Ecart > 9 dB	0 dB

TRANSPORT AERIEN



Dans les zones définies par le plan d'exposition aux bruits des aéroports, l'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A}$ est le suivant :

-  45 dB en zone A
-  40 dB en zone B
-  35 dB en zone C
-  32 dB en zone D

DETERMINATION DE L'ISOLEMENT DE FACADE REGLEMENTAIRE

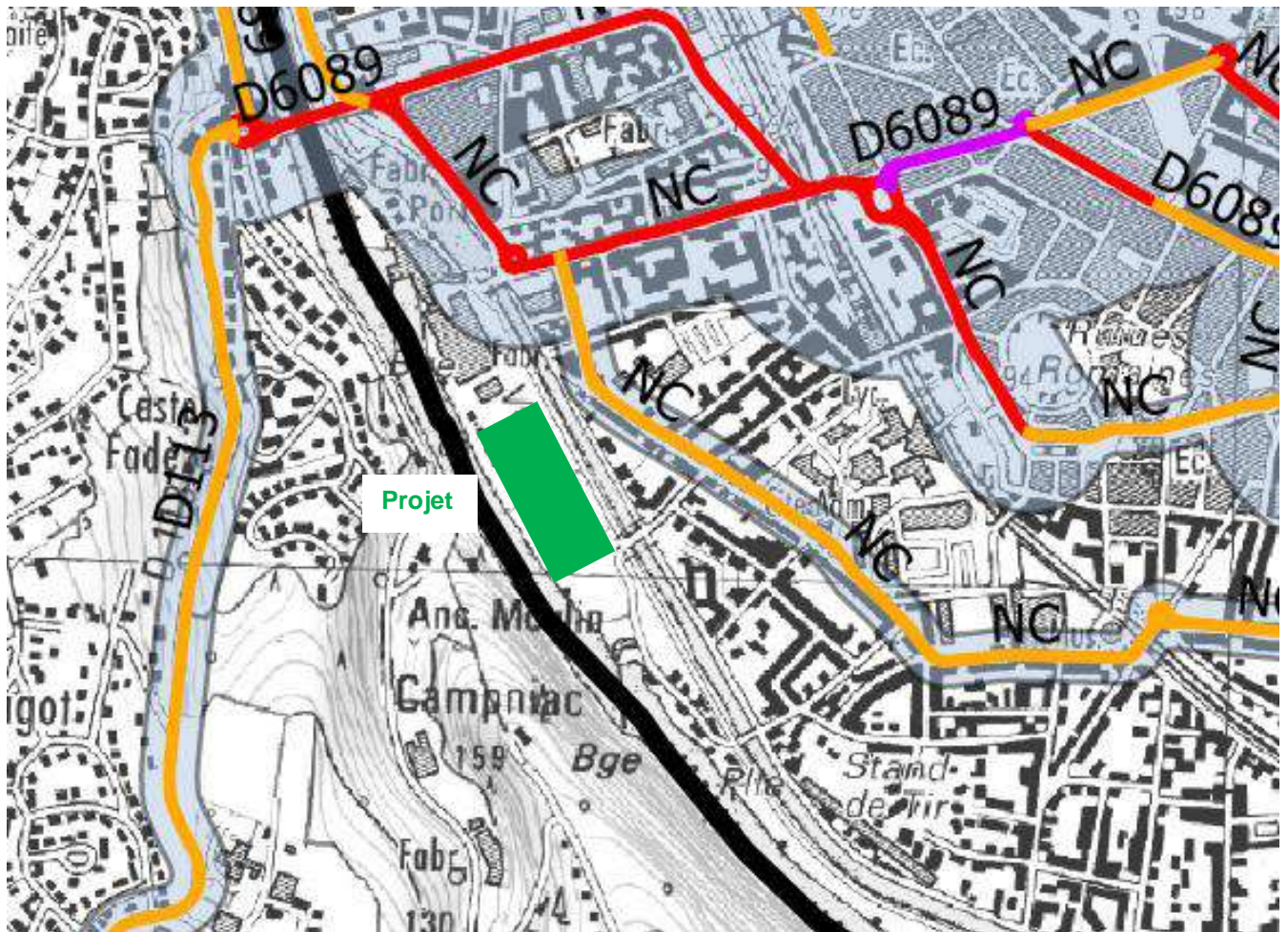
SUPPORTS DOCUMENTAIRES

Le rapport et les résultats obtenus ont été établi à partir des supports documentaires suivants :

-  Plans masse du 10/10/2022,
-  Vue aérienne Google Earth.

VOIES ET EQUIPEMENTS CLASSES A PROXIMITE DU PROJET

Le plan suivant montre l'implantation du projet vis-à-vis des infrastructures terrestres environnantes :



Emplacement des routes et équipements aux alentours du projet

Les voies de transport terrestres classées à proximité du projet sont décrites ci-dessous :

Voies de circulations	Type	Catégories de l'infrastructure	Largeur des secteurs affectés par le bruit	Distance entre la voie et le projet
D6089	Routier	Catégorie 3	100 m	$d \geq 100$ m
Rue Général Clergerie	Routier	Catégorie 4	30 m	$d \geq 30$ m
Rue Claude Bernard	Routier	Catégorie 4	30 m	$d \geq 30$ m

Les distances entre les voies et le projet ont été évaluées suivant les plans fournis et les plans Google Map aucune distance justifiée ne nous a été fournie par la maîtrise d'œuvre ou la maîtrise d'ouvrage.

Toutes ces voies se situent à une distance supérieure à leur largeur d'impact. Ces voies n'impactent donc pas l'isolement acoustique des différentes façades de l'opération.

Par ailleurs, le projet n'est pas situé dans une zone définie par le plan d'exposition aux bruits des aéroports, l'exigence d'isolement aérien minimum vis-à-vis des bruits des avions est donc $D_{nAT, tr} \geq 30$ dB.

DETERMINATION DE L'ISOLEMENT DE FAÇADE REGLEMENTAIRE

Nous pouvons donc déduire, à partir du classement des voies et équipements à proximité du projet, l'isolement des façades à mettre en œuvre ($D_{nAT, tr}$).

Les classements de façade réglementaire du projet sont de 30 dB et sont représentés ci-dessous :



Représentation de l'isolement de chacune des façades des bâtiments

DETERMINATION DE L'ISOLEMENT DE FACADE PAR MODELISATION 3D CADNA

Bien que hors obligation réglementaire, le Maître d'Ouvrage a souhaité étudier l'impact acoustique de l'usine située sur la parcelle voisine.

Une mesure sur 24h a été réalisée en limite de propriété afin de déterminer le niveau de bruit ambiant de la zone du projet.

Un modèle informatique a ensuite été réalisé et recalé sur le niveau de pression acoustique ambiant mesuré afin de mettre en évidence l'impact sur les futurs bâtiments et de déterminer un classement de façade allant au-delà de celui lié aux voies bruyantes.

METHODOLOGIE ET PRESENTATION DU MODELE

Aux vues de la proximité d'une usine potentiellement bruyante et de son impact acoustique sur les façades du projet il est proposé de déterminer un second classement de façade, basé sur une mesure du bruit ambiant, par réalisation d'un modèle 3D sous le logiciel CadnaA.

L'impact sonore sera évalué par modélisation numérique. La méthodologie sera basée sur celle prévue à l'article 7 de l'arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres. Cet article précise qu'une estimation précise des niveaux sonores en façade des bâtiments peut être effectuée en prenant en compte les données urbanistiques et topographiques particulières du site et l'implantation du projet de construction.

L'estimation a été effectuée par modélisation informatique avec le logiciel CadnaA développé par DataKustik utilisant la méthode de calcul NMPB 08.

La mesure du niveau ambiant a été réalisée conformément à la norme NF P31-010 Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement.

MATERIELS DE MESURE

- Sonomètres intégrateurs de précision :
 - 01dB, type FUSION - classe 1 - n° 11565 - Microphone de mesure GRAS 40C n° 423524
- Equipement d'étalonnage de microphone 01dB CAL21 – Classe 1 – n°34482775

Ces appareillages sont conformes aux normes en vigueur.

Cette chaîne de mesures, conforme aux normes NFS 31-009 et NFS 31-109, relatives aux sonomètres intégrateurs, a été calibrée in-situ à l'aide du calibre avant et après chaque série de mesures.

CONDITIONS PARTICULIERES DE MESURAGE

1 point de mesure a été retenu pour caractériser la situation acoustique.

La mesure a été réalisée du mardi 20/09/2022 matin au mercredi 21/09/2022 matin.

Les périodes diurne et nocturne ont été mesurées.

CONDITIONS METEOROLOGIQUES
Légende des couples météorologiques UT :

Les couples météorologiques UT permettent d'évaluer quantitativement l'influence des conditions météorologiques.

- U1** : Vent fort (3m/s à 5m/s) contraire au sens source-récepteur
U2 : Vent moyen à faible (1m/s à 3m/s) contraire ou vent fort, peu contraire
U3 : Vent nul ou vent quelconque de travers
U4 : Vent moyen à faible portant ou vent fort peu portant (=45°)
U5 : Vent fort portant

- T1** : Jour et fort ensoleillement et surface sèche et peu de vent
T2 : Mêmes conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée
T3 : Lever du soleil ou coucher du soleil ou (temps couvert et venteux et surface pas trop humide)
T4 : Nuit et (nuageux ou vent)
T5 : Nuit et ciel dégagé et vent faible

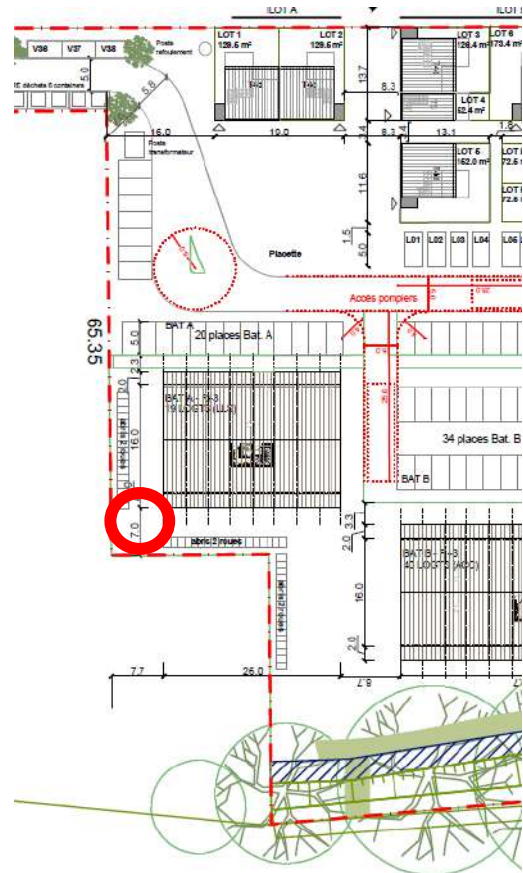
L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-dessous :

	U1	U2	U3	U4	U5
T1	--	-	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

- : Etat météorologique conduisant à une atténuation très forte du niveau sonore.
- : Etat météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore.
Z : Effets météorologiques nuls ou négligeables.
+ : Etat météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore.
++ : Etat météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore.

Selon la norme NFS 31-010, les conditions météo lors de la mesure réalisée sont classées U2T2 pour les journées du 20 et 21 septembre 2022, **l'état météorologique conduit à une atténuation du niveau sonore.**
Pour la nuit du 20 et 21 septembre 2022 (classée U2T4) **l'état météorologique a un effet négligeable sur le niveau sonore.**

LOCALISATION DU POINT DE MESURE



Localisation du point de mesure sur photographie et plan masse

ANALYSE DE LA MESURE

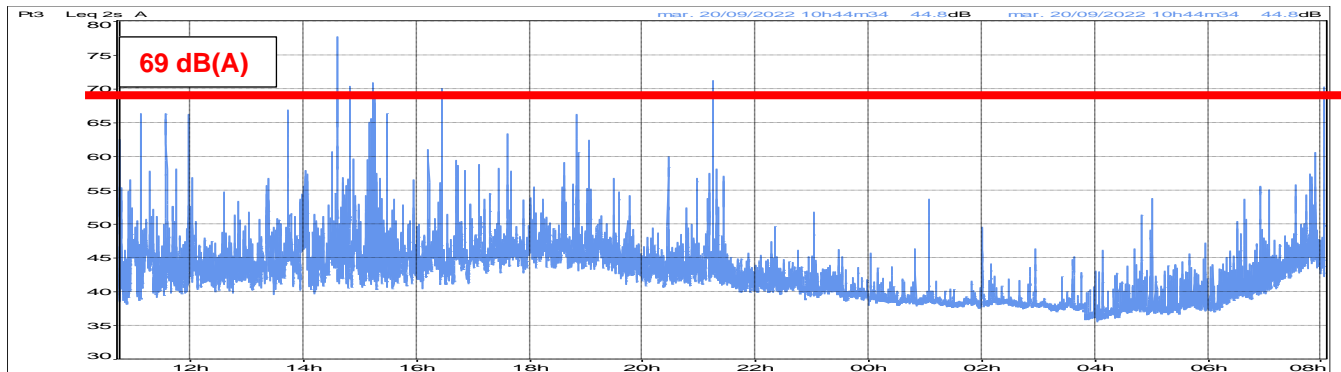
Les niveaux de pressions acoustiques mesurés de jour vont de 36.9 dB(A) à 80.5 dB(A) avec un L50 (niveau maximal atteint pendant au moins 50% de la période étudiée) à 44.1 dB (A)

Les niveaux de pressions acoustiques mesurés de nuit vont de 35.4 dB(A) à 55.1 dB(A) avec un L90 (niveau maximal atteint pendant au moins 90% de la période étudiée) à 38.4 dB (A)

Il a été choisi de prendre pour référence d'étude, la période de 1 minute la plus bruyante de jour pour laquelle le niveau mesuré LAeq est de 68.7 dB(A). Ce niveau est arrondi à 69 dB(A).

Ce choix permet de se placer dans une configuration défavorable tout en n'étant pas pénalisé par quelques pics de pression donc le Lmax à 80, 5 dB(A) survenu pendant moins d'une seconde.

La courbe ci-dessous représente l'évolution temporelle de la mesure et fait apparaître le niveau de pression acoustique LAeq de 69 dB(A) retenu comme niveau de bruit ambiant pour le recalage du modèle de calcul.



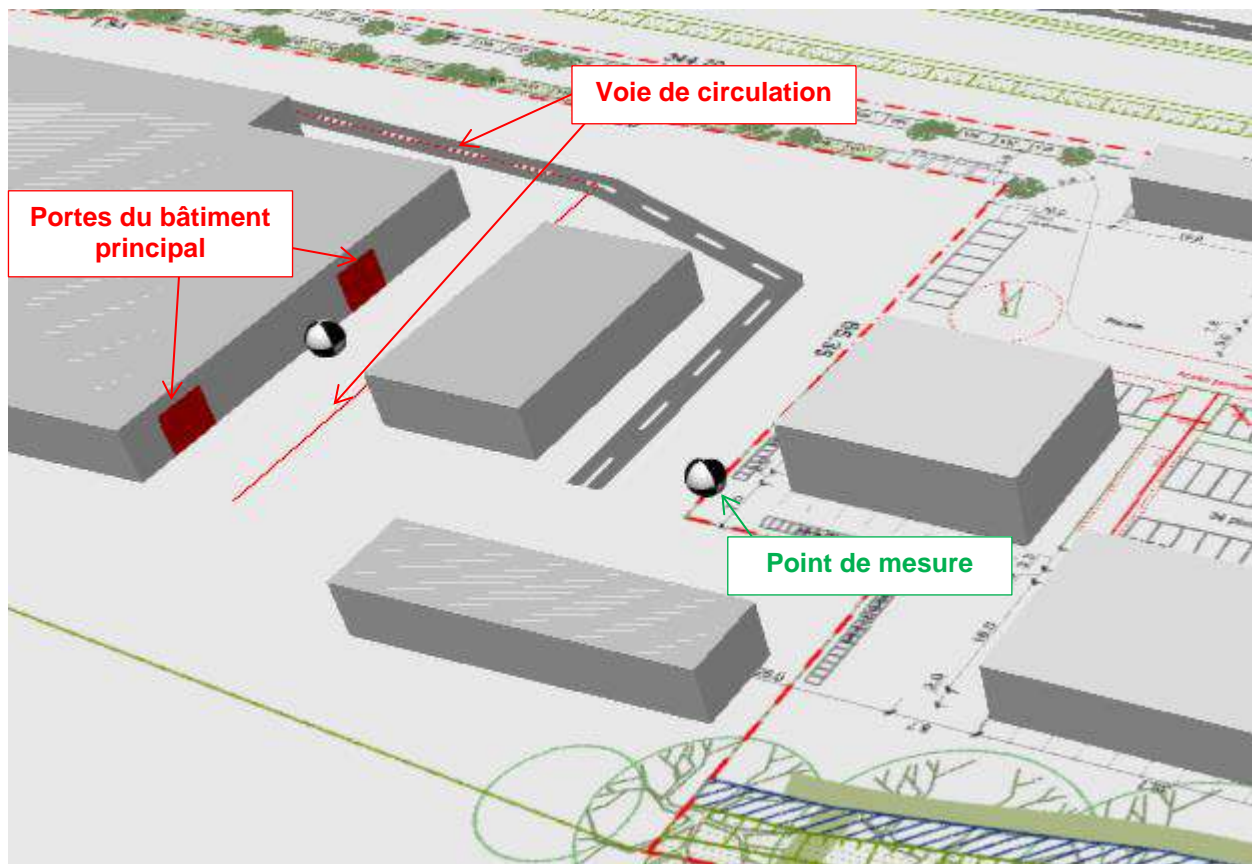
Evolution temporelle du niveau de pression acoustique

MODELISATION DES SOURCES DE BRUIT ET RECALAGE DU MODELE

Il a été déterminé à partir de l'observation sur site que les principales sources de bruits été les suivantes :

- Portes du bâtiment principal de l'usine
- Voie de circulation cheminant depuis l'entrée du site jusqu'au portes du bâtiment principal

Ces sources de bruit ont été modélisés avec une puissance identique afin de recalibrer le niveau de bruit au point de mesure sur la valeur de 69 dB(A) déterminée précédemment.



EVALUATION DES NIVEAUX SONORES EN FAÇADE DU PROJET

Les vues 3D ci-dessous montrent les niveaux sonores simulés à 2m des façades du projet.

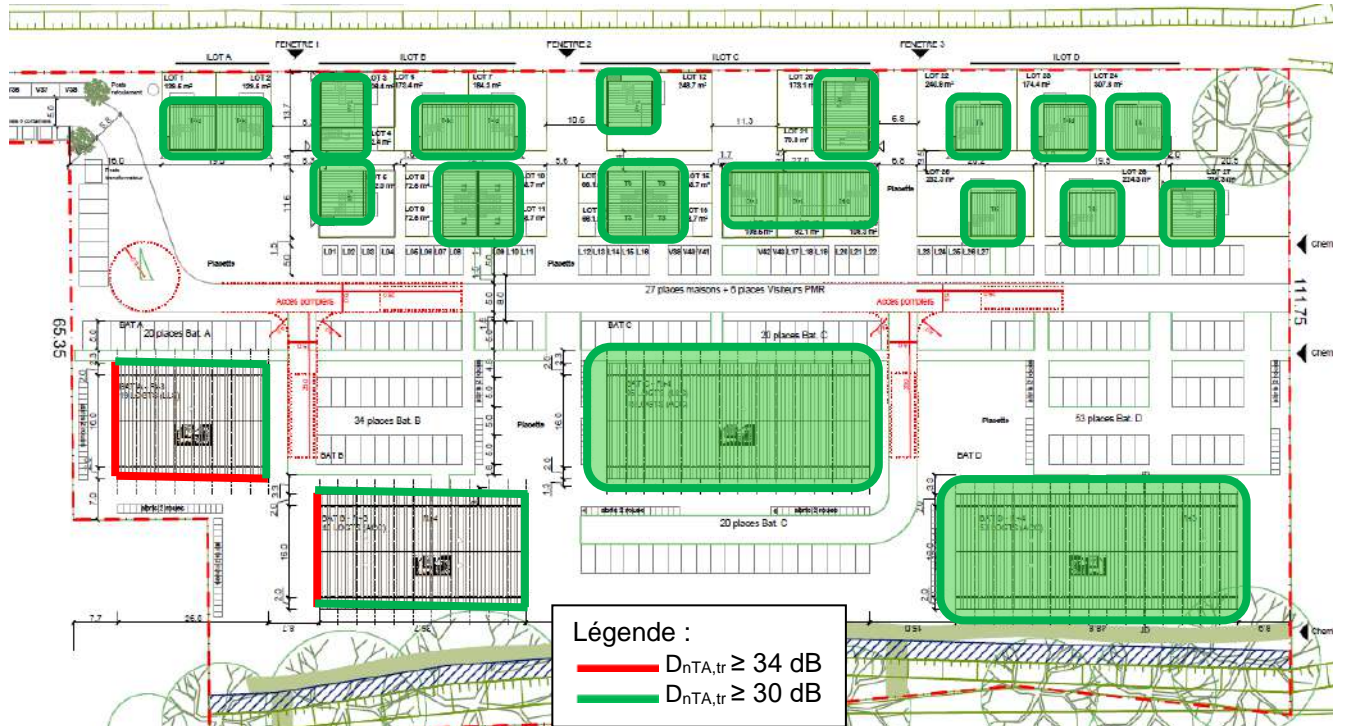


Visualisation des niveaux sonores

DETERMINATION DE L'ISOLEMENT DE FAÇADE REGLEMENTAIRE

Nous pouvons donc déduire, à partir de ces niveaux de pression acoustique en façade, l'isolement des façades à mettre en œuvre ($D_{nAT,tr}$).

Les classements de façade du projet basé sur cette modélisation sont représentés ci-dessous :



Représentation de l'isolement de chacune des façades des bâtiments

REMARQUE SUR LA DOUBLE EXPOSITION : Dans le cas où une pièce principale et/ou une cuisine sont constituées de deux façades, l'une ayant une vue directe sur la voie classée, l'autre étant une façade latérale par rapport à la voie classée ; la valeur de l'isolement minimal requis de la pièce est la valeur de l'isolement la plus élevée.

PRECONISATION DES DIFFERENTS ELEMENTS CONSTITUANT LA FAÇADE

Le calcul vise à dimensionner l'affaiblissement acoustique d'une menuiserie d'une pièce sensible (chambre, séjour) la plus exposée à la voirie, en tenant compte des matériaux de façade, du type d'isolant, des entrées d'air, des coffres de volet roulant, du type de jonction des éléments structuraux avec les cloisons de distributions (dalle-cloison / plancher-cloison / refend-cloison).

Les paramètres des calculs doivent prendre en compte :

- ④ L'isolement aérien vis-à-vis de l'extérieur $D_{nTA,tr}$ à obtenir in situ exprimé en dB,
- ④ Le volume du local de réception,
- ④ L'indice d'affaiblissement R_{w+Ctr} et la surface des éléments constituant la façade,
- ④ L'isolement acoustique $D_{n,e,w+Ctr}$ de certains éléments de la façade (entrées d'air, coffres de volets roulants, etc.).

Les principales dispositions constructives à retenir sont décrites ci-dessous.

FAÇADES

- ④ Façades voile béton ép. 18cm mini + doublage thermo acoustique polystyrène expansé. Indice d'affaiblissement de la façade doublée $R_{w+Ctr} \geq 62dB$,
Ou
- ④ Façades agglo creux ép. 20cm + doublage thermo acoustique polystyrène expansé. Indice d'affaiblissement de la façade doublée $R_{w+Ctr} \geq 54dB$,
Ou
- ④ Façades en briques creuses d'épaisseur 20cm type Calibric ou équivalent + doublage thermo acoustique d'épaisseur $\geq 6cm$ - Indice d'affaiblissement de la façade doublée $R_{w+Ctr} \geq 47dB$.

GROS ŒUVRE

- ④ Plancher intermédiaire en béton armé de 20cm entre logements et 23cm au-dessus des garages,
- ④ Refend intérieur en béton armé épaisseur $\geq 18cm$ (attention à la profondeur des chambres)

PLANCHER HAUT

- ④ Toiture terrasse : béton plein de 18cm minimum + isolant 13cm type Efigreen Duo ou équivalent + étanchéité bitumée. Indice d'affaiblissement du plancher haut $R_{w+Ctr} \geq 54dB$,
Ou
- ④ Toiture traditionnelle avec combles aménagés : Plafond suspendu constitué de 2BA13 (plénum de 430mm minimum) + Laine minérale ép. $\geq 300mm$ et toiture tuiles. Indice d'affaiblissement minimum du plancher haut $R_{w+Ctr} \geq 51dB$.
Ou
- ④ Toiture traditionnelle avec combles perdus : Plafond suspendu constitué de 2BA13 (plénum de 500mm minimum) + Laine minérale ép. $\geq 300mm$ et toiture tuiles. Indice d'affaiblissement minimum du plancher haut $R_{w+Ctr} \geq 54dB$.

MENUISERIE EXTERIEURES, OCCULTATIONS, ENTREES D'AIR

- ④ Menuiseries PVC : les indices d'affaiblissement acoustique R_{w+Ctr} à prévoir pour les menuiseries sont reportés dans le tableau ci-dessous.
- ④ occultations extérieures : l'isolement acoustique $D_{n,e,w+Ctr}$ des coffres de volets roulants intérieurs sont reportés dans le tableau ci-dessous.
- ④ Système de ventilation simple flux hygroréglable ; les indices d'affaiblissement acoustique $D_{n,e,w+Ctr}$ des entrées d'air sont reportés dans le tableau ci-dessous.

Détails calculs des niveaux sonores en façade :

Les calculs d'isolement acoustique ont été réalisés suivant les plans datant de décembre 2022.

	Classement de façade $D_{nTA,tr}$ (dB)	Menuiserie Extérieure			Entrées d'air $D_{n,e,w+Ctr}$ (en dB)	
		Configuration du PV d'Essai	Menuiserie R_{w+Ctr} (en dB)	CVR* int $D_{n,e,w+Ctr}$ (en dB)		
Toutes les façades	34	Bloc baie (menuiserie + CVR)	33		43	En Maçonnerie
		CVR séparé de la menuiserie	34	49	43	
	30	Bloc baie (menuiserie + CVR)	28		39	En Menuiserie Ou En CVR
		CVR séparé de la menuiserie	29	43	39	

* Coffre de Volet Roulant






A noter que les entrées d'air $D_{n,e,w+Ctr} = 41$ dB ne peuvent pas être mises en œuvre en coffre de volet roulant (Incompatibilité de mise en œuvre). Elles peuvent être mises en œuvre directement en menuiserie.

Ces résultats seront affinés dans la notice acoustique en phase DCE du projet en fonction des choix faits par la MOE et la MOA, et en fonction des variations de la surface vitrée du projet, du type de mise en œuvre des entrées d'air, etc.

Attention :

Le résultat des calculs dépend de chaque élément (CVR, EA, menuiserie, etc.). Si un de ces éléments vient à être modifié, l'ensemble des calculs sera à reprendre pour atteindre la conformité ou pour optimiser le projet.

Les éléments pouvant faire varier les préconisations présentées sont les suivants :

-  la disposition et la typologie des logements à l'intérieur des bâtiments,
-  la composition de la façade et de la toiture,
-  la mise en œuvre de CVR (extérieurs/intérieurs),
-  la surface des éléments vitrés,
-  Le choix de la mise en œuvre des entrées d'air (en menuiserie, en coffre).

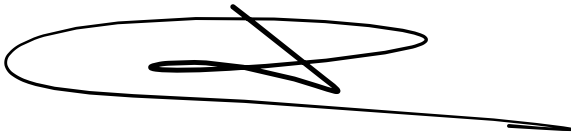
A noter également que les calculs ne tiennent pas compte des aléas de mises en œuvre des éléments de menuiseries.

CONCLUSION

- Le projet n'est pas situé dans l'emprise de voies classées. Le classement de façade réglementaire du projet est de $D_{nTA,tr} \geq 30$ dB pour l'ensemble des façades.
- Suite au souhait du Maître d'Ouvrage d'aller au-delà du minimum réglementaire lié aux voies bruyantes, une mesure de longue durée et une modélisation numérique avec le logiciel CadnaA ont permis de prendre en compte le niveau de bruit ambiant lié à l'activité du site voisin et de déterminer un nouveau classement de façade du projet : $D_{nTA,tr}$ de 30 dB à 34 dB suivant §1.10.
- On rappelle que dans le cas d'une double exposition, il a été considéré comme objectif dans les calculs de vérification, la valeur de $D_{nTA,tr}$ la plus élevée.
- Les préconisations concernant les éléments de façade (composition des façades, toiture, plancher, voiles intérieurs, menuiseries, coffres de volet roulant, entrées d'air) permettant de respecter les objectifs de classement de façade sont décrites dans ce rapport. Le détail des calculs est présenté en annexe de ce rapport.

PESSAC, le 23/01/23

LE CHARGÉ DE MISSION,
François PUAUX



ANNEXE

DEFINITION

GENERALITES

DECIBEL (DB)

C'est une unité utilisée pour représenter les indicateurs acoustiques. C'est une échelle linéaire représentant une échelle d'amplitude logarithmique. Elle permet de représenter des niveaux de valeurs très étendues sur une échelle compacte. La pression acoustique d'un bruit est mesurée en Pascal (Pa).

Une échelle en dB est toujours relative à une valeur de référence : la référence 0dB pour les niveaux de pression la référence est : 2 e-5 Pa .

BRUIT ROSE

Bruit dont l'intensité sonore (exprimée dans une échelle logarithmique) est identique sur toutes les bandes d'octave.

BRUIT ROUTE

Le bruit route simule les bruits émis par le trafic routier. Il est généralement utilisé pour quantifier les isolements vis-à-vis de l'espace extérieur.

BRUITS AERIENS

INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE D'UNE PAROI R

Permet de caractériser les performances d'affaiblissement acoustique d'une paroi. Dans la pratique, il est déterminé en laboratoire.

Le concept d'indicateur à valeur unique tel que défini dans la nouvelle norme EN ISO 717-1 doit être considéré avec prudence, car on y trouve en réalité trois valeurs ; ainsi on a par exemple : $R_w (C ; C_{tr}) = 41 (0; -5) \text{ dB}$.

R_w : niveau global mesuré, en dB et recalé par rapport au spectre w de référence, complété par des termes d'adaptation :

$RA = R_w + C$ caractérise l'indice d'affaiblissement de la paroi par rapport à un bruit rose.

$RA_{tr} = R_w + C_{tr}$ caractérise l'indice d'affaiblissement de la paroi par rapport à un bruit route (représentatif d'un bruit routier moyen).

ISOLEMENT STANDARDISE – D_{nTA} ET $D_{nTA,TR}$

L'isolement standardisé pondéré exprimé en dB (D_{nTA} et $D_{nTA,tr}$) permet de caractériser par une seule valeur l'isolement acoustique en réponse à un bruit de spectre donné. Il est mesuré in situ entre deux locaux (D_{nTA}) ou entre l'extérieur du bâtiment et un local ($D_{nTA,tr}$). Il dépend de l'indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C$ des parois, des transmissions latérales, de la surface des parois, du volume des locaux de réception et de la durée de réverbération du local de réception.

Plus cette valeur est grande, plus l'isolation est de qualité.

CORRECTION ACOUSTIQUE

TEMPS DE REVERBERATION

Le temps de réverbération d'un local est le temps au bout duquel le niveau sonore a décru de 60 dB après arrêt d'une source sonore. Il est fonction du volume du local et des matériaux mis en œuvre ayant des caractéristiques d'absorption acoustique plus ou moins performantes.

Annexe 6. Etude de qualité de l'air ISPIRA

Volet Air et Santé

Projet d'aménagement "Promenade du canal" à Périgueux



Pour :
NEXITY
14 rue Montesquieu
33000 BORDEAUX



Rapport n° ENV_2210069_R1_V2

N° de version	Rédaction	Relecture	Validation
1	Elisa MARBEUF	Marie LEFORT	Marie GUIBERT
	06/12/2022	14/12/2022	15/12/2022
2 <i>Ajout de mesures ERC complémentaires et mise à jour du PREPA</i>	Marie GUIBERT	Marie GUIBERT	Marie GUIBERT
	22/12/2022	22/12/2022	22/12/2022

contact@ispira.fr

Siège social : Av. Louis Philibert - 13100 Aix-en-Provence - 04 13 41 98 72

Agence IDF : Rue des Bateliers - 92110 Clichy - 01 80 88 98 54

Table des matières

1	Résumé	6
2	Contexte et méthodologie	7
2.1	Méthodologie de référence	8
2.2	Niveau d'étude considéré	9
2.3	Scénarios étudiés	10
2.4	Polluants étudiés.....	10
3	Stratégie d'échantillonnage.....	12
4	Valeurs réglementaires pour les polluants mesurés.....	13
5	Qualité de l'air à l'échelle locale.....	14
5.1	Inventaire des émissions à l'échelle du Grand Périgueux	14
5.2	Bilan de la qualité de l'air locale.....	15
5.3	Compatibilité du projet avec les documents de planification relatifs à l'air	16
6	Contexte météorologique	17
6.1	Température et pluviométrie	17
6.2	Vents	18
7	Résultats	19
7.1	Dioxyde d'azote	19
7.1.1	Données sur la zone d'étude pendant la campagne de mesure.....	19
7.1.2	Confrontation aux stations pérennes d'Atmo Nouvelle Aquitaine	20
7.2	Particules PM ₁₀ et PM _{2,5}	22
7.2.1	Données sur la zone d'étude du 10 au 18 novembre 2022	22
7.2.2	Confrontation aux stations pérennes d'Atmo Nouvelle Aquitaine	24
7.3	Benzène.....	25
8	Calcul des émissions	27
8.1	Polluants considérés.....	27
8.2	Zone d'étude	27
8.3	Trafic total considéré	28
8.4	Facteurs d'émission et parc roulant	28
8.5	Bilan des émissions	30
8.5.1	Émissions calculées	30
8.5.2	Analyse du bilan des émissions	32
9	Impact sur la qualité de l'air et la santé.....	33
9.1	Polluants et indicateurs.....	33
9.2	Modélisation des concentrations.....	33

9.2.1	Le modèle ADMS.....	33
9.2.2	Principales données d'entrée.....	34
9.2.3	Pollution de fond.....	36
9.3	Données en sortie du modèle.....	36
9.4	Comparaison mesures / modèle et pollution de fond.....	38
9.5	Résultats de la modélisation	40
10	Conclusions	43
11	Mesures ERC	45
12	Recommandations en termes de qualité de l'air aux différents stades de l'aménagement ...	48
13	Annexe 1 : Documents de planification relatifs à l'air	49
14	Annexe 2 : Méthodes de mesure	53
15	Annexe 3 : Fiches descriptives des points de mesure	55
16	Annexe 4 : Validation des mesures.....	63
17	Annexe 5 : Rapport d'analyses du laboratoire PASSAM AG – NO ₂ - Référence FIX12236	64
18	Annexe 6 : Rapport d'analyses du laboratoire WESSLING - Benzène - Référence UPA 22 046893 65	
19	Annexe 7 : Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote	68

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du périmètre du projet d'aménagement.....	7
Figure 2 : Plan de masse du projet (source : Lee Sormea).....	8
Figure 3 : Polluants mesurés par point de mesure sur la zone du projet.....	12
Figure 4 : Contribution des activités humaines et naturelles aux émissions de polluants atmosphériques (en %) pour l'année 2018	14
Figure 5 : Implantation des stations de mesure Atmo vis-à-vis de la zone d'étude	16
Figure 6 : Évolution des précipitations et de la température au cours de la campagne de mesure – Source : station Bergerac, Météo France.....	17
Figure 7 : Rose des vents à la station de Bergerac en novembre de 2011 à 2021	18
Figure 8 : Rose des vents à la station de Bergerac du 9 au 23 novembre 2022.....	18
Figure 9 : Concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur les différents points de mesures du 9 au 23 novembre 2022	19
Figure 10 : Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote sur chaque site mesurées du 9 au 23 novembre 2022.....	20
Figure 11 : Concentrations moyennes en NO ₂ relevées sur les différents points de mesure ainsi qu'aux stations d'Atmo Nouvelle Aquitaine durant la campagne de mesure avec mise en regard de leur évolution annuelle.....	21
Figure 12 : Évolution des concentrations en particules PM ₁₀ en moyenne journalière au point 2 et aux stations d'Atmo Nouvelle Aquitaine du 10 au 18 novembre 2022	22
Figure 13 : Évolution des concentrations en particules PM _{2,5} en moyenne journalière au point 2 et aux stations d'Atmo Nouvelle Aquitaine du 10 au 18 novembre 2022	23
Figure 14 : Concentrations en PM ₁₀ relevées au point 2 et aux stations d'Atmo Nouvelle-Aquitaine durant la campagne de mesure et évolution annuelle	24
Figure 15 : Concentrations en PM _{2,5} relevées au point 2 et à la station d'Atmo Nouvelle Aquitaine durant la campagne de mesure et évolution annuelle	25
Figure 16 : Axes routiers pris en compte dans cette étude	27
Figure 17 : Paramètres pris en compte dans COPERT5.....	29
Figure 18 : Bilan des émissions pour les différents scénarios, en kilogrammes par an.....	31
Figure 19 : Évolution des émissions par rapport à l'état initial (2022) selon le scénario sur le réseau d'étude	32
Figure 20 : Impact de la mise en service du projet sur les émissions par rapport au scénario référence 2025	33
Figure 21 : Rose des vents observés sur la station météorologique de Coulouneix 2021	34
Figure 22 : Topographie (en mNGF) utilisée dans le modèle ADMS	35
Figure 23 : Hauteur de rugosité prise en compte dans la modélisation	36
Figure 24 : Zone d'étude et points récepteurs.....	37
Figure 25 : Histogramme de comparaison des concentrations en NO ₂ entre le modèle ADMS et les mesures pendant la campagne	39
Figure 26 : Cartographie des concentrations en NO ₂ - état initial 2022.....	41
Figure 27 : Cartographie des concentrations en NO ₂ à l'horizon 2025 - scénarios sans (à gauche) et avec (à droite) mise en service du projet	41
Figure 28 : Cartographie de l'impact de la mise en service du projet sur les concentrations en NO ₂ aux horizons 2025	42
Figure 29 : Schéma de la séquence ERC (de la séquence ERC (source : Ministère de la Transition Ecologique)	45

Figure 30 : Objectifs chiffrés du PCAET du Grand Périgueux d'ici 2030	52
Figure 31 : Principe de l'échantillonneur passif Passam	53
Figure 32 : Échantillonneur passif Radiello	53
Figure 33 : Nemo QAE	54

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau à prendre en compte pour le choix du niveau d'étude selon le guide méthodologique	9
Tableau 2 : Polluants pris en compte dans cette étude	10
Tableau 3 : Sources et effets sur la santé des différents polluants étudiés dans le cadre de l'étude	10
Tableau 4 : Durée des prélèvements et nombre d'échantillons	12
Tableau 5 : Valeurs de références pour les polluants étudiés	13
Tableau 6 : Quantités émises pour les polluants étudiés sur Le Grand Périgueux en 2018 (Source : Atmo Nouvelle Aquitaine).....	14
Tableau 7 : Typologie et polluants mesurés pour les stations Atmo Nouvelle Aquitaine retenues	16
Tableau 8 : Normales météorologiques saisonnières à Bergerac	17
Tableau 9 : Concentration moyenne en benzène au point 2 et historique des concentrations annuelles à la station Angoulême Gambetta.....	25
Tableau 10 : Trafic quotidien pris en compte dans cette étude pour chaque scénario	28
Tableau 11 : Teneurs en soufre des carburants considérées.....	30
Tableau 12 : Facteurs d'émission pour l'usure des pneus et des freins du benzo(a)pyrène et des métaux	30
Tableau 13 : Bilan des émissions pour les différents scénarios, en kilogrammes par an	30
Tableau 14 : Pollution de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation	36
Tableau 15 : Liste des points récepteurs utilisés dans la modélisation	37
Tableau 16 : Comparaison des résultats modélisés et mesurés en NO ₂	38
Tableau 17 : Paramètres statistiques.....	39
Tableau 18 : Concentrations modélisées en NO ₂ pour les 3 scénarios.....	40
Tableau 19 : Synthèse des résultats.....	43
Tableau 20 : Objectifs nationaux de réduction des émissions	50
Tableau 21 : Caractéristiques du Nemo QAE.....	54
Tableau 22 : Doublon sur le dioxyde d'azote	63

1 Résumé

Ce rapport traite de l'état initial de la qualité de l'air et de l'évaluation de ses impacts dans le cadre du projet d'aménagement d'un complexe immobilier à Périgueux (24), « Promenade du canal ».

La campagne, portant sur huit points de mesures de dioxyde d'azote et un point de mesure de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et de benzène, s'est déroulée du 9 au 23 novembre 2022. Les points ont été positionnés sur l'emprise du projet et dans son environnement proche.

Le bilan des émissions réalisé indique que, quel que soit le composé considéré par rapport au scénario de référence 2025, l'impact du projet sur les émissions est faible (entre +0,8 % pour les COVnm et +1,1 % pour le SO₂, les PM₁₀, les PM_{2,5} et l'arsenic). Cet impact doit être par ailleurs relativisé au regard de la baisse attendue des émissions par rapport à 2022.

La mise en service du projet devrait conduire à une redistribution du trafic sur les axes routiers avec une faible augmentation de 0,9 % à l'horizon 2025 par rapport au scénario de référence.

S'agissant des mesures, les concentrations en **dioxyde d'azote** s'échelonnent de 6,5 µg/m³ à 30,7 µg/m³. La plus élevée est logiquement relevée, au regard de l'influence que le trafic routier a sur ce polluant, au niveau de l'axe routier le plus circulé (point 8), qui est l'allée du Port. Les concentrations modélisées en NO₂ restent inférieures aux valeurs réglementaires françaises quel que soit le scénario pris en compte.

S'agissant des particules **PM₁₀**, la valeur limite fixée à 50 µg/m³ en moyenne journalière a été respectée durant la campagne de mesure. Au regard des résultats et des données issues du réseau pérenne d'Atmo Nouvelle Aquitaine, il est très probable que la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ en PM₁₀ est respectée sur le site en étude. S'agissant des **PM_{2,5}**, l'objectif de qualité fixé en 2021 par l'OMS à 15 µg/m³ en moyenne journalière a été respecté durant toute la campagne et il est très probable que la valeur limite annuelle de 25 µg/m³ est également respectée.

Le benzène affiche une concentration faible en bordure du projet, en-deçà de 1 µg/m³. Au regard des données du réseau Atmo Nouvelle Aquitaine, il est certain que la valeur limite annuelle de 5 µg/m³ et l'objectif de qualité annuel de 2 µg/m³ pour ce polluant sont respectés sur la zone du projet.

Enfin, diverses mesures visant à éviter et/ou réduire les impacts du projet, notamment en phase chantier, sur la qualité de l'air ainsi que des mesures de compensation ou recommandations sont proposées en fin de rapport.

2 Contexte et méthodologie

Dans le cadre du projet d'aménagement d'un complexe immobilier à Périgueux (24), une étude de la qualité de l'air doit être réalisée afin de répondre aux exigences réglementaires et alimenter l'étude d'impact environnementale.



Figure 1 : Localisation du périmètre du projet d'aménagement

Le plan de masse du projet peut être trouvé figure suivante :



Figure 2 : Plan de masse du projet (source : Lee Sormea)

2.1 Méthodologie de référence

Cette étude a été réalisée conformément à la réglementation en vigueur, aux circulaires en application, aux guides techniques et aux règles de l'art, et notamment :

- La note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ; cette note abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 et son annexe, laquelle a été remplacée par le guide méthodologique (voir puce suivante). Cette mise à jour tient compte de l'avis de l'ANSES relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières (juillet 2012) ;
- Le guide ministériel méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, rédigé par le Cerema, en date du 22 février 2019 ;
- La Directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 ;
- La Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 ;
- L'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie n°96-1236 du 30 décembre 1996 ;
- L'article L. 222-3 du code de l'environnement.

2.2 Niveau d'étude considéré

La méthodologie à mettre en œuvre pour mener les études dites « Air et Santé » des projets d'infrastructures routières a été précisée par le Guide ministériel méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019¹ (rédigé par le Cerema). Celle-ci ne s'applique pas strictement au projet objet de ce rapport mais sert ici de cadre de référence.

Avec un trafic projeté en 2025 entre 10 000 véh/jour et 25 000 véh/jour sur les tronçons considérés et une densité moyenne de population sur la zone d'étude d'une valeur de 4 090 hab/km², il a été choisi de mener une étude de **niveau II** pour ce projet conformément au guide méthodologique (voir tableau suivant).

Tableau 1 : Tableau à prendre en compte pour le choix du niveau d'étude selon le guide méthodologique

Trafic à l'horizon de l'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km) Densité hab/km ² dans la bande d'étude	> 50 000 véh/j	De 25 000 à 50 000 véh/j	De 10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
G I Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km²	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
G II Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
G III Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
G IV Pas de bâti	III	III	IV	IV

L'étude comporte :

- Analyse bibliographique ;
- Campagne de mesures *in-situ* effectuée en 2022 ;
- Évaluation des émissions en polluants (niveau II) pour différentes situations :
 - o Etat actuel (2022) ;
 - o Horizon de la mise en service du projet :
 - Référence 2025 ;
 - Avec projet 2025.
- Modélisations de la qualité de l'air (NO₂) pour ces différentes situations ;
- Mesures ERC.

À noter que le guide du Cerema préconise la prise en compte, pour des études d'infrastructures routières, d'un horizon d'étude « Mise en service + 20 ans ». Celui-ci est justifié dans le cas d'un projet d'infrastructure routière, où l'impact de l'infrastructure sur le trafic environnant peut être

¹ Cerema, Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019. Ce guide est visé par la note technique (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact.

progressif. En revanche, elle est moins justifiée dans le cadre d'un projet d'aménagement, comme c'est le cas ici, où l'impact du projet sur le trafic est directement lié à sa mise en service (ex : trafic généré par les habitants des logements créés et des activités implantées), et varie peu ensuite. La prise en compte d'un horizon « Mise en service + 20 ans » n'aurait donc pas apporté d'élément supplémentaire à l'estimation de l'impact du projet sur la qualité de l'air. Cet horizon n'a ainsi pas été pris en compte.

2.3 Scénarios étudiés

En cohérence avec les données trafic et les indications fournies, les échéances suivantes ont été considérées dans cette étude : horizon 2022 pour l'état actuel et horizon 2025 pour les états futurs (référence et projet).

Pour l'horizon futur, les scénarios suivants ont été pris en compte pour le calcul des émissions :

- Le scénario sans projet, qui tient compte de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet (évolution des trafics et du parc automobile, prise en compte des aménagements connus, etc.) ;
- Le scénario avec mise en place du projet.

2.4 Polluants étudiés

Compte tenu du niveau d'étude retenu, la liste des polluants étudiés est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Polluants pris en compte dans cette étude

Composé	Prise en compte pour les mesures <i>in-situ</i>	Prise en compte pour le calcul des émissions	Prise en compte pour la modélisation
Oxyde d'azote (NO _x)	X (NO ₂)	X (NO ₂)	X (NO ₂)
Particules en suspension (PM ₁₀)	X	X	
Particules fines (PM _{2,5})	X	X	
Monoxyde de carbone (CO)		X	
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		X	
Benzène	X	X	
Dioxyde de soufre (SO ₂)		X	
Arsenic (As)		X	
Nickel (Ni)		X	
Benzo(a)pyrène (BaP)		X	

Les sources et effets sur la santé de ces polluants sont présentés ci-après.

Tableau 3 : Sources et effets sur la santé des différents polluants étudiés dans le cadre de l'étude

Paramètre	Sources	Effets sur la santé
Oxydes d'azote (dont NO₂)	Les principaux contributeurs des émissions de NO _x sont le secteur des transports (routier et non routier), le secteur lié à l'industrie au sens large (production d'énergie / industrie / traitement des déchets) et le secteur résidentiel-tertiaire.	Le NO ₂ est un gaz irritant pour les bronches qui favorise les infections pulmonaires chez les enfants, et augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques.
Benzène	Hors zone industrielle, le benzène est un polluant majoritairement émis par le trafic routier, plus particulièrement par les véhicules à motorisation essence dont les deux-roues motorisés. Il est également présent près des zones de stockage et de distribution de carburant (stations-services). Le benzène est aussi émis lors de la combustion de biomasse type chauffage au bois domestique et écobuage.	Le benzène est considéré comme cancérigène par le CIRC.
Particules (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts). On distingue les PM ₁₀ (diamètre inférieur à 10 µm), et les PM _{2,5} (diamètre inférieur à 2,5 µm).	Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans le système respiratoire, avec un temps de séjour plus ou moins long. Les plus dangereuses sont les particules les plus fines. Elles peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble.
Dioxyde de soufre (SO₂)	Le dioxyde de soufre SO ₂ est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont : centrales thermiques, installations de combustion industrielles, trafic maritime, et unités de chauffage individuel et collectif.	Le SO ₂ est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire).
Monoxyde de carbone (CO)	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel).	Prend la place de l'oxygène, provoque des maux de tête, léthal à concentration élevée.
HAP dont benzo[a]pyrène	Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont des composés formés de 4 à 7 noyaux benzéniques. Ils sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique, notamment la combustion domestique du bois et du charbon.	Propriétés cancérogènes et mutagène dépendant de la structure chimique des métabolites formés. Peuvent entraîner une diminution de la réponse immunitaire augmentant ainsi les risques d'infection.
Métaux	Les métaux lourds, dont seul le plomb, le nickel, l'arsenic et le cadmium, sont réglementés (Directive 2004/107/CE), proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères mais aussi de certains procédés industriels.	Ces métaux ont la propriété de s'accumuler dans l'organisme, engendrant d'éventuelles pathologies telles que le cancer.

3 Stratégie d'échantillonnage

La campagne de mesure s'est déroulée sur une période de quatorze jours, du 9 au 23 novembre 2022.

Huit points d'échantillonnage ont été répartis sur la zone en étude. Le tableau ci-après reprend les durées des prélèvements et le nombre d'échantillons (y compris blanc et doublon). La description des méthodes de prélèvement et d'analyse est présentée en annexe page 53.

Tableau 4 : Durée des prélèvements et nombre d'échantillons

Polluants	Nombre de points de mesures	Techniques de mesures	Durée	Nombre d'échantillons	Justification du nombre de points de mesure
Dioxyde d'azote	8	Échantillonneur passif	14 jours	10	Bon indicateur de la pollution liée au trafic routier
Benzène	1	Échantillonneur passif		1	Valeurs réglementaires et objectif de qualité respectés en Nouvelle Aquitaine
PM ₁₀ , PM _{2,5}	1	Microcapteur		1	Homogénéité des niveaux en milieu urbain (hors proximité immédiate des axes routiers fréquentés)

Les critères suivants ont été utilisés pour définir l'emplacement des points de mesure :

- Périmètre du projet ;
- Les voies d'accès au projet ;
- Localisation des axes routiers structurants.

L'emplacement des points de mesure est illustré figure suivante :

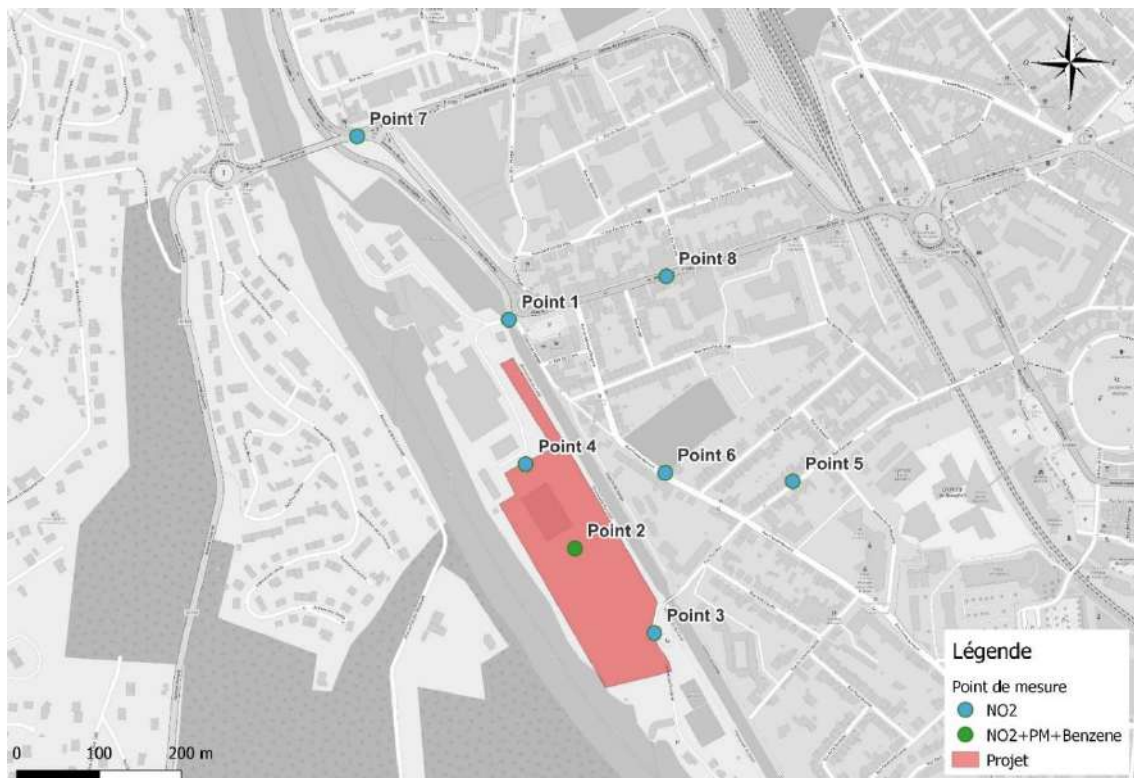


Figure 3 : Polluants mesurés par point de mesure sur la zone du projet

Une fiche d'implantation détaillée pour chaque point est disponible en annexe page 55.

4 Valeurs réglementaires pour les polluants mesurés

La stratégie communautaire de surveillance de la qualité de l'air et les valeurs réglementaires (valeurs limites, valeurs cibles, objectifs de qualité sur le long terme) sont indiquées dans la directive européenne (2008/50/CE) du 21 mai 2008 et dans la directive n°2004/107/CE du 15 décembre 2004. Ces textes ont été transposés par la France par le décret 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air. Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3). Il existe différents seuils :

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, il est fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Objectif de qualité : niveau à minorer ou atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, il est fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Les résultats de la campagne de mesures de la qualité de l'air sont comparés aux valeurs limites et objectifs de qualité présentés dans le tableau ci-dessous, où figurent également les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (note : FR/UE/OMS= origine des valeurs).

Tableau 5 : Valeurs de références pour les polluants étudiés

Dioxyde d'azote (NO ₂)		
Objectif de qualité	40 µg/m ³ (FR) 10 µg/m ³ (OMS)	en moyenne annuelle
	25 µg/m ³ (OMS)	en moyenne journalière
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 µg/m ³ (UE + FR)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an
	40 µg/m ³ (UE+FR)	en moyenne annuelle
Particules PM ₁₀		
Objectif de qualité	30 µg/m ³ (FR) 15 µg/m ³ (OMS)	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	45 µg/m ³ (OMS)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg/m ³ (UE)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
Valeur cible	40 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle
Particules PM _{2,5}		
Objectif de qualité	10 µg/m ³ (FR) 5 µg/m ³ (OMS)	en moyenne annuelle
	15 µg/m ³ (OMS)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours/an
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	25 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle

Benzène		
Objectif de qualité	2 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle

5 Qualité de l'air à l'échelle locale

Sur l'ensemble du territoire national, la surveillance de la qualité de l'air est effectuée par diverses associations à l'échelle des régions. L'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en région Nouvelle-Aquitaine est Atmo Nouvelle Aquitaine. Cette dernière est également en charge de réaliser l'inventaire des émissions de la région.

5.1 Inventaire des émissions à l'échelle du Grand Périgueux

Le tableau ci-après présente les quantités émises en 2018, dernières données disponibles, pour Le Grand Périgueux, dont Périgueux fait partie, et la part qu'elles représentent par rapport aux émissions départementales, pour les polluants disponibles.

Tableau 6 : Quantités émises pour les polluants étudiés sur Le Grand Périgueux en 2018 (Source : Atmo Nouvelle Aquitaine)

Polluant	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	COVNM*
Émissions annuelles sur Le Grand Périgueux (en t/an)	1 072	335	228	49	10 370
Part des émissions départementales	19,8 %	15,1 %	16,2 %	19,4 %	11,7 %

* Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

La répartition des émissions de ces polluants par secteur d'activité pour l'intercommunalité est présentée ci-après. Il ressort de ces éléments que :

- Les oxydes d'azote sont majoritairement émis par les transports routiers (64 %) ;
- Les sources principales d'émission de particules sont le secteur résidentiel (51 % pour les PM₁₀ et 72 % pour les PM_{2,5}) ;
- Les COVNM sont majoritairement émis par les sources naturelles (92 %) et le dioxyde de soufre par le secteur résidentiel - tertiaire (79 %).

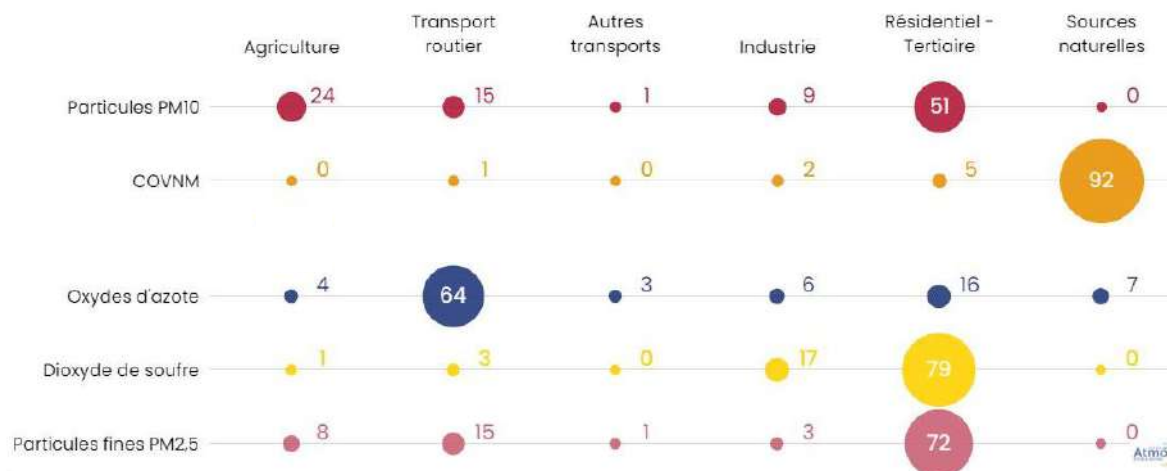


Figure 4 : Contribution des activités humaines et naturelles aux émissions de polluants atmosphériques (en %) pour l'année 2018

5.2 Bilan de la qualité de l'air locale

Le réseau de stations de mesure pérennes d'Atmo Nouvelle Aquitaine permet une surveillance à l'année de la qualité de l'air en différentes zones de la région Nouvelle Aquitaine.

Selon Atmo Nouvelle Aquitaine, les niveaux de pollution enregistrés en 2021 confirment l'évolution, à la baisse ou stabilité pour une majorité de polluants, observée depuis 10 ans sur l'ensemble de la région de la Nouvelle Aquitaine (2012-2021). Seuls deux polluants présentent une augmentation de concentration : le monoxyde de carbone dont les concentrations mesurées restent toutefois faibles et l'ozone pour lequel la multiplication des épisodes caniculaires favorise la hausse des concentrations sur le long terme.

Concernant plus particulièrement le dioxyde d'azote, la baisse notée en 2020 liée à la crise sanitaire se maintient en 2021. Compte tenu des différentes avancées technologiques (industrielles, automobiles), les concentrations diminuent durablement.

En 2021, la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle pour le dioxyde d'azote est respectée sur l'ensemble des stations régionales. La ligne directrice de l'OMS, plus contraignante à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, est dépassée sur 9 des 17 stations urbaines de fond et sur la totalité des stations sous influence trafic.

S'agissant des particules (PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$), les diminutions sont significatives mais de nombreux dépassements des seuils d'alerte à la pollution (PM_{10}) ont été observés en 2021. Quant aux $\text{PM}_{2,5}$, la baisse des concentrations faiblit légèrement par rapport à 2020.

La valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fixée en moyenne annuelle pour les PM_{10} est respectée sur l'ensemble des stations régionales. La ligne directrice de l'OMS, plus contraignante à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, est dépassée sur 6 des 16 stations urbaines de fond, sur 7 des 10 stations sous influence trafic et sur 1 des 3 stations industrielles.

S'agissant des particules $\text{PM}_{2,5}$, la valeur limite de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle est respectée sur l'ensemble des stations régionales. La ligne directrice de l'OMS, plus contraignante à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, est dépassée sur la totalité des stations, quelle que soit leur typologie.

Les stations les plus proches de la zone sont celles situées dans les villes de Périgueux, Brive-la-Gaillarde et Angoulême (Angoulême Centre et Angoulême Gambetta).

Leur emplacement vis-à-vis de la zone d'étude est illustré sur la carte suivante.

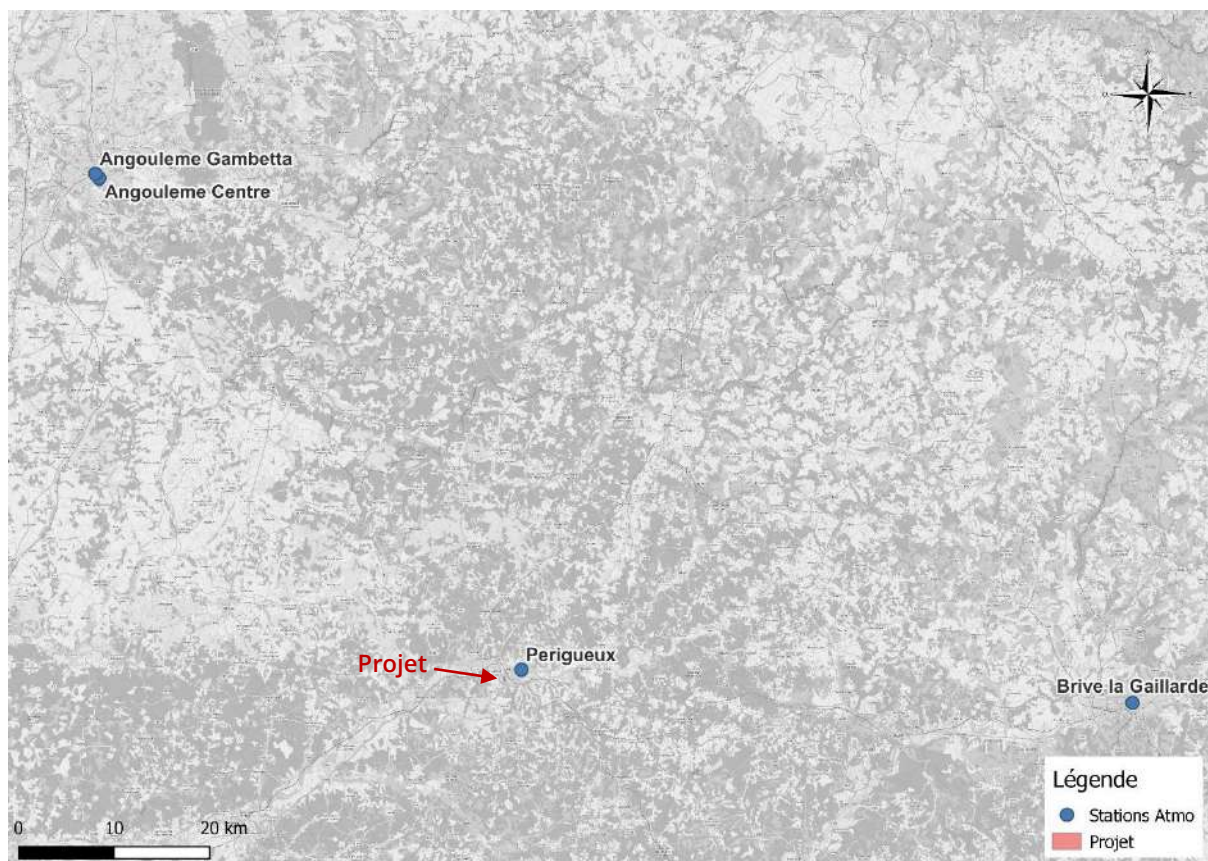


Figure 5 : Implantation des stations de mesure Atmo vis-à-vis de la zone d'étude

Le tableau ci-dessous détaille les polluants mesurés par chacune de ces stations :

Tableau 7 : Typologie et polluants mesurés pour les stations Atmo Nouvelle Aquitaine retenues

Station	Typologie - Influence	Polluants mesurés		
		NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
Brive-la-Gaillarde	Urbaine - Fond	X	X	
Périgueux	Urbaine - Fond	X	X	X
Angoulême Centre	Urbaine - Fond	X	X	X
Angoulême Gambetta	Urbaine - Trafic	X	X	

Les résultats des mesures réalisées par ISPIRA seront comparés aux données de ces stations.

5.3 Compatibilité du projet avec les documents de planification relatifs à l'air

Différents plans d'actions sont établis à plusieurs échelles (nationale, régionale, locale) et leurs objectifs sont, entre autres, de réduire l'émissions de polluants atmosphériques et l'exposition de la population à cette pollution. Le projet en étude doit ainsi être en cohérence avec les orientations décrites dans ces outils. Les thématiques concernant la qualité de l'air de ces derniers sont présentées en annexe page 49.

Le présent volet Air et Santé améliore les connaissances sur la qualité de l'air de la zone par la réalisation d'une étude bibliographique mais également de mesures in-situ. En effet, il permet de s'assurer du respect des valeurs réglementaires à l'état actuel et ainsi de contrôler une éventuelle

surexposition de la population à la pollution de l'air. Il réalise également l'évaluation de l'impact du projet par un calcul des émissions liées au transport routier ainsi qu'une modélisation des niveaux de NO₂ à l'horizon de la mise en service de ce dernier. La qualité de l'air est ainsi prise en compte dans le cadre de la politique d'aménagement.

6 Contexte météorologique

Les données météorologiques enregistrées durant la période de mesure sur la station Météo-France de Bergerac, en Dordogne, à environ 41 kilomètres à vol d'oiseau du projet (indicatif 24037005), sont présentées ci-après (la station météorologique de Périgueux ne disposant pas de suffisamment d'historique).

6.1 Température et pluviométrie

Les températures minimales, maximales et moyennes sont indiquées dans le graphique ci-après.

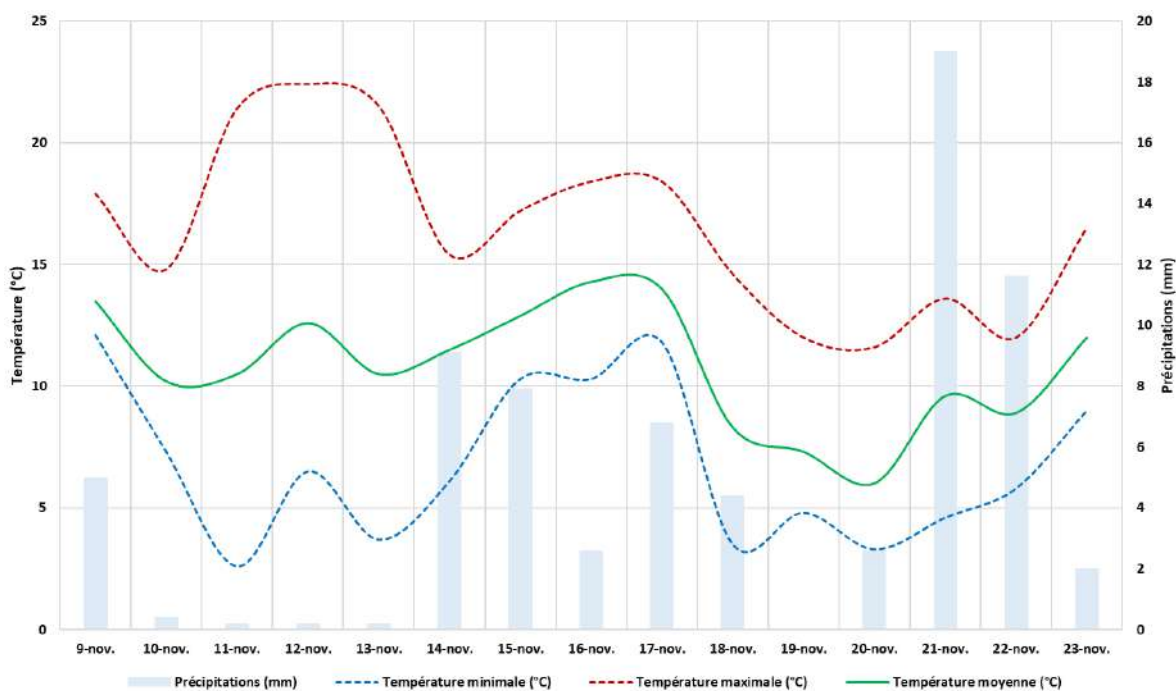


Figure 6 : Évolution des précipitations et de la température au cours de la campagne de mesure – Source : station Bergerac, Météo France.

La comparaison aux normales saisonnières s'appuie sur la fiche climatologique de la station délivrée par Météo-France (statistiques 1991-2020).

Tableau 8 : Normales météorologiques saisonnières à Bergerac

	Période de mesure 9 au 23 novembre 2022	Normales du mois de novembre
Température moyenne (°C)	10,8	9,2
Précipitations (mm)	72,0	76,2
Nombre de jours moyens avec précipitations > 1 mm	10,0	11,0

Sur la période de mesure, la température moyenne est supérieure aux normales de saison (+1,6°C). Au regard de la durée des mesures, les précipitations relevées apparaissent élevées par rapport aux normales bien que la période d'observation soit restreinte. Effet, en deux semaines, il a plu près de l'équivalent d'un mois de précipitations. Il est à noter qu'une importante pluviométrie est favorable au lessivage de l'atmosphère et ainsi à l'abaissement des concentrations de polluants gazeux et particulaires dans l'air.

6.2 Vents

La figure ci-après présente la rose des vents générale par classe de vitesse pour la station de Bergerac. Pour rappel, la rose indique d'où provient le vent.

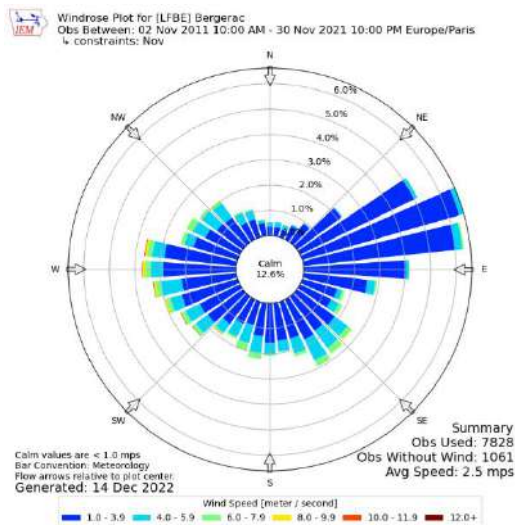


Figure 7 : Rose des vents à la station de Bergerac en novembre de 2011 à 2021

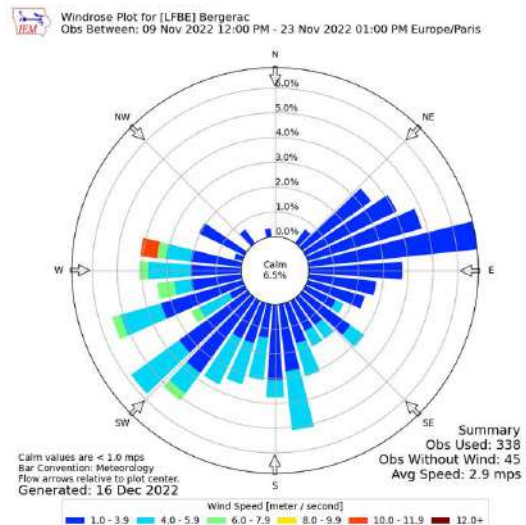


Figure 8 : Rose des vents à la station de Bergerac du 9 au 23 novembre 2022

Habituellement sur la zone, les vents observés proviennent majoritairement de l'est-nord-est. Les composantes ouest et sud-est sont également relevées. En termes de force, sur la zone d'étude au mois de novembre, ces vents caractéristiques sont usuellement faibles à modérés, avec 12,6% de vents calmes (vitesse inférieure à 1 mètre par seconde) (Figure 7).

Ces conditions de vents sont globalement couvertes par celles observées durant la campagne (Figure 8), avec une présence un peu plus marquée des vents de sud-est et de sud-ouest. Cependant, la part des vents calmes est deux fois moins importante durant la campagne de mesure (6,5 %). La dispersion atmosphérique des polluants a donc été favorisée durant la campagne.

7 Résultats

Deux types de mesures ont été conduites :

- Des mesures par échantillonnage passif fournissant des moyennes, sur les quatorze jours de campagne, de concentration en dioxyde d'azote et benzène ;
- Des mesures par microcapteur fournissant des données en particules PM₁₀ et PM_{2,5}, en continu lors de la période de mesures.

7.1 Dioxyde d'azote

7.1.1 Données sur la zone d'étude pendant la campagne de mesure

Les mesures de dioxyde d'azote ont été conduites sur huit points de prélèvement, à l'aide de tubes passifs implantés pendant quatorze jours.

Le graphique ci-après présente les concentrations observées sur les points de mesure.

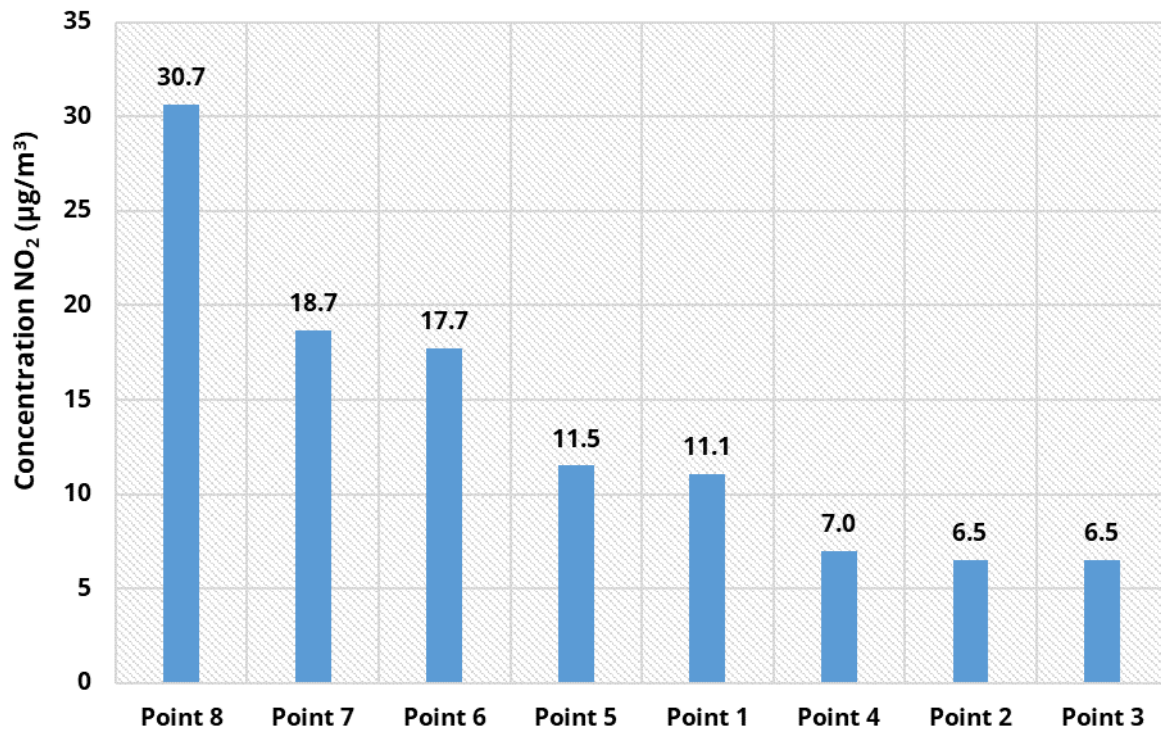


Figure 9 : Concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur les différents points de mesures du 9 au 23 novembre 2022

La carte ci-après présente les valeurs obtenues par gamme de concentrations :

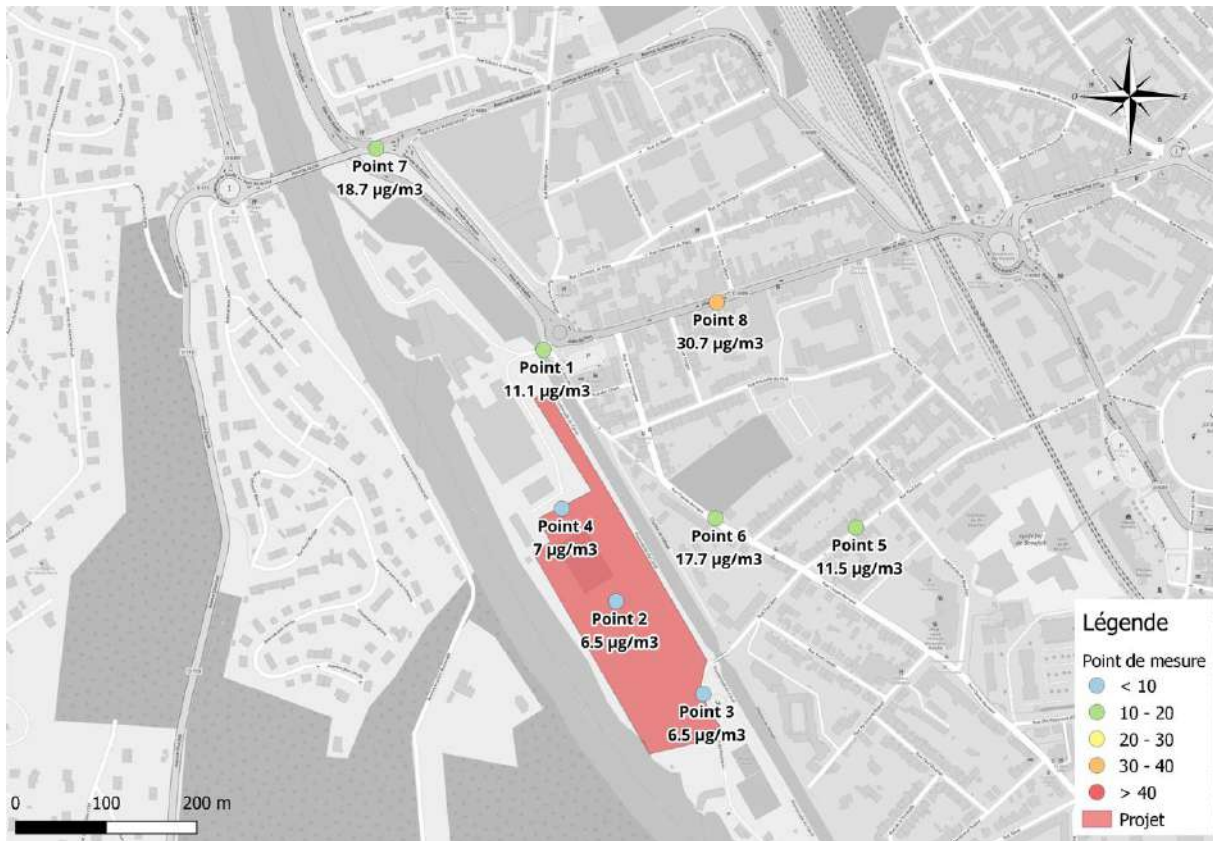


Figure 10 : Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote sur chaque site mesurés du 9 au 23 novembre 2022

Les concentrations s'échelonnent de 6,5 µg/m³ (Points 2 et 3) à 30,7 µg/m³ (Point 8 – Allée du Port). Les niveaux apparaissent ainsi plus importants à proximité de l'axe routier le plus circulé sur la zone, l'allée du Port. Les points dans l'emprise du projet, situés en retrait de cet axe, présentent des concentrations en NO₂ plus faibles et homogènes (inférieures à 10 µg/m³).

7.1.2 Confrontation aux stations pérennes d'Atmo Nouvelle Aquitaine

La confrontation aux données des stations pérennes sur la même période permet d'évaluer la qualité de l'air de la zone d'étude par rapport à son environnement. Le graphique suivant illustre les teneurs annuelles en NO₂ relevées entre 2017 et 2021 au niveau des stations d'Atmo Nouvelle Aquitaine ainsi que les concentrations mesurées sur la zone vis-à-vis de ces stations pendant la campagne.

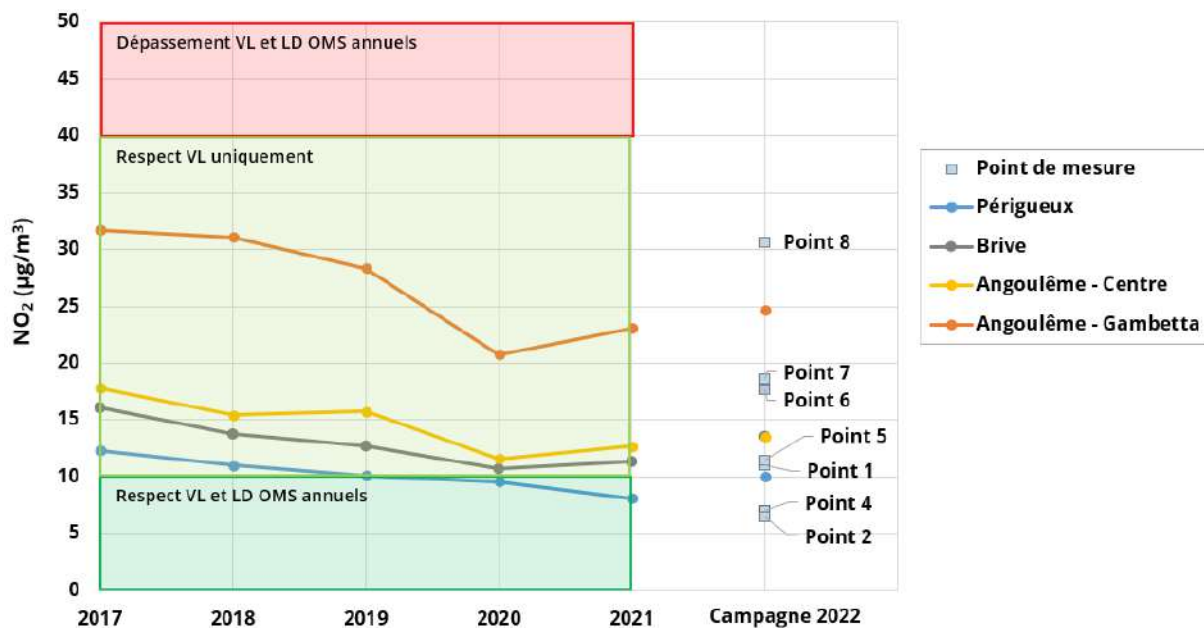


Figure 11 : Concentrations moyennes en NO_2 relevées sur les différents points de mesure ainsi qu'aux stations d'Atmo Nouvelle Aquitaine durant la campagne de mesure avec mise en regard de leur évolution annuelle

On constate que :

- Seul un point affiche une teneur supérieure à celle de la station trafic d'Angoulême - Gambetta, le point 8, situé à proximité immédiate de l'allée du Port et ne faisant pas partie de l'emprise du projet ;
- Les points 6 et 7 présentent des concentrations situées entre celles relevées à la station trafic d'Angoulême - Gambetta et aux stations de fond Angoulême - Centre et Brive ;
- Les mesures enregistrées sur les autres points de mesures, qui se trouvent sur l'emprise du projet (points 1 à 4) sont comparables à celles relevées à la station de fond Périgueux, de même pour le point 5.

L'ensemble de ces stations respectent la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ainsi, au regard de ces évolutions et de cette comparaison, **le respect de la valeur limite en moyenne annuelle sur la zone d'aménagement du projet est certain**. Concernant la valeur de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ recommandée par l'OMS en 2021, il est probable qu'elle est respectée sur cette même zone.

Les résultats de la modélisation présentés en paragraphe 9.5 permettent d'affermir ces constats.

7.2 Particules PM₁₀ et PM_{2,5}

Du fait de la contrainte de l'alimentation sur batterie, la période de mesure des particules comprend neuf jours complets.

7.2.1 Données sur la zone d'étude du 10 au 18 novembre 2022

L'évolution journalière des niveaux de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) sur site est comparée avec celle des données enregistrées aux stations d'Atmo Nouvelle Aquitaine, comme illustré figure suivante pour les PM₁₀ :

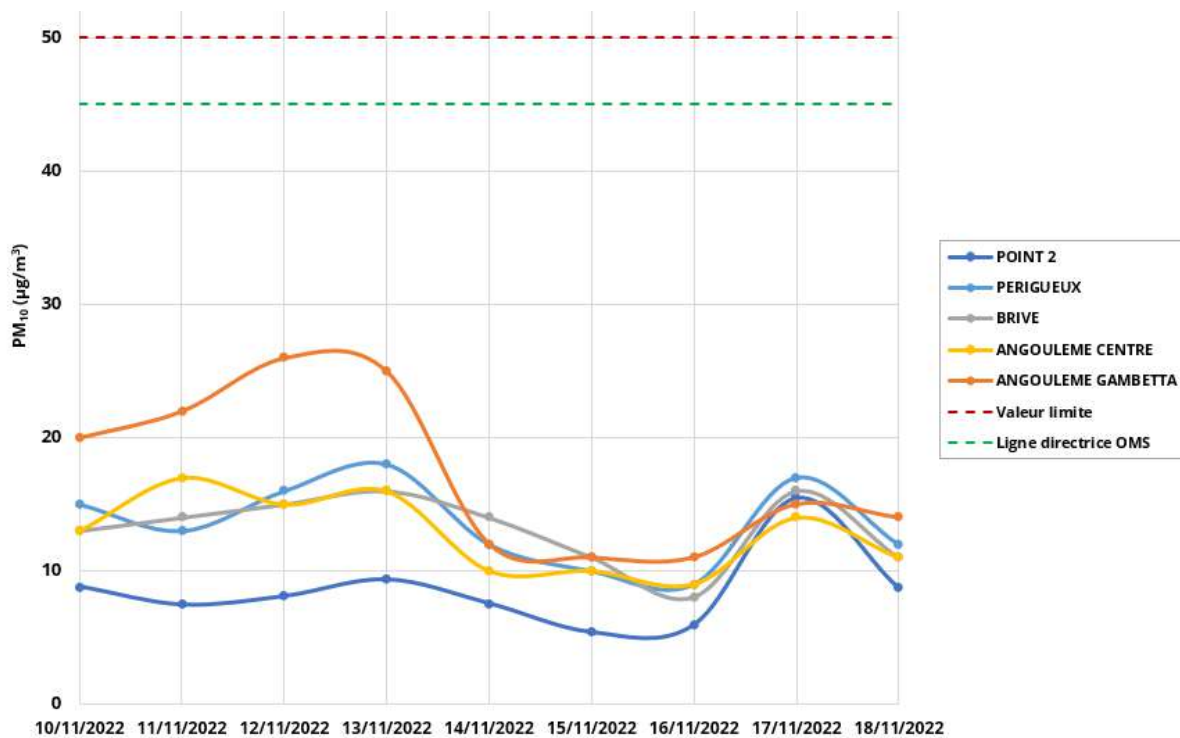


Figure 12 : Évolution des concentrations en particules PM₁₀ en moyenne journalière au point 2 et aux stations d'Atmo Nouvelle Aquitaine du 10 au 18 novembre 2022

S'agissant des **PM₁₀**, la valeur limite journalière de 50 µg/m³ et la ligne directrice de l'OMS de 45 µg/m³ sont respectées sur l'ensemble des jours de la période instrumentée.

Les teneurs moyennes en PM₁₀ enregistrées au niveau des stations Périgueux, Brive, Angoulême Gambetta et Angoulême Centre sont respectivement de 13,6 µg/m³, 13,1 µg/m³, 12,8 µg/m³ et 17,3 µg/m³ et sont supérieures à celle obtenue au point 2 égale à 8,6 µg/m³.

L'évolution journalière pour les PM_{2,5} durant la campagne est présentée figure suivante :

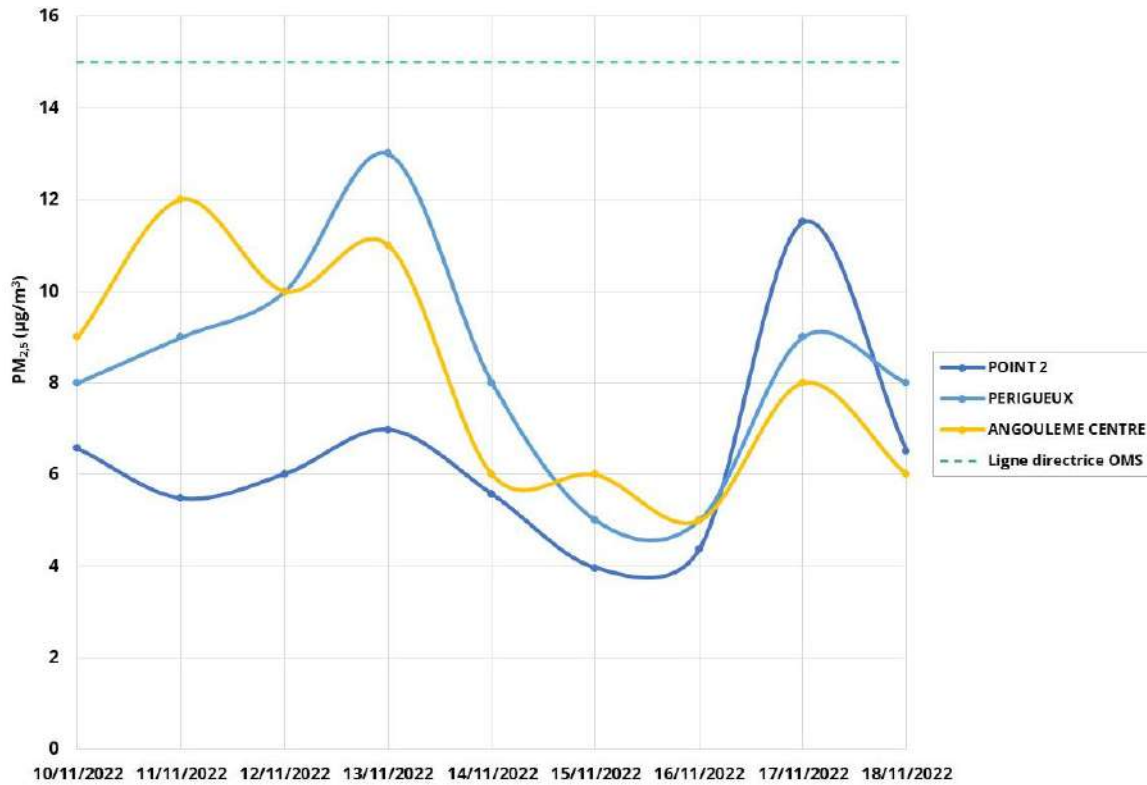


Figure 13 : Évolution des concentrations en particules PM_{2,5} en moyenne journalière au point 2 et aux stations d'Atmo Nouvelle Aquitaine du 10 au 18 novembre 2022

Pour les **PM_{2,5}**, l'objectif de qualité fixé en 2021 par l'OMS à 15 µg/m³ en moyenne journalière a été respecté durant toute la campagne.

Les teneurs moyennes en PM_{2,5} enregistrées au niveau des stations Périgueux et Angoulême Centre lors de la campagne sont respectivement de 8,3 µg/m³ et 8,1 µg/m³ et sont supérieures à celle obtenue au point 2 égale à 6,3 µg/m³.

7.2.2 Confrontation aux stations pérennes d'Atmo Nouvelle Aquitaine

7.2.2.1 Particules PM_{10}

Le graphique suivant illustre les teneurs annuelles en PM_{10} relevées entre 2017 et 2021 au niveau des stations Atmo Nouvelle Aquitaine ainsi que la concentration mesurée sur la zone vis-à-vis de cette station pendant la campagne.

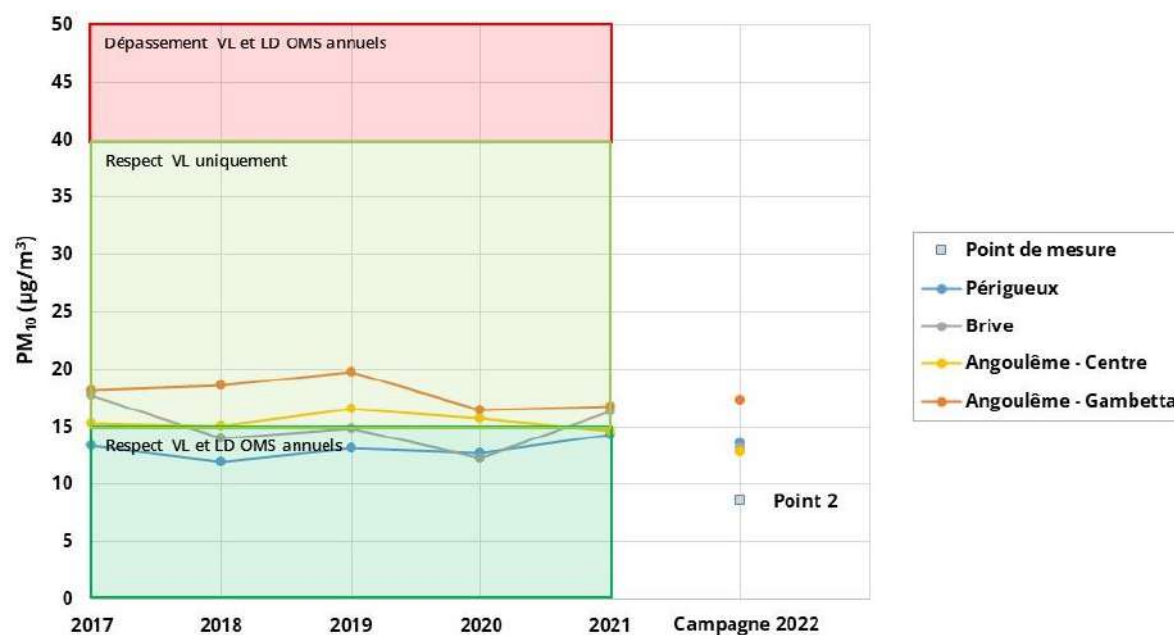


Figure 14 : Concentrations en PM_{10} relevées au point 2 et aux stations d'Atmo Nouvelle-Aquitaine durant la campagne de mesure et évolution annuelle

Les stations d'Atmo Nouvelle Aquitaine prises en compte dans cette étude respectent la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10} depuis plusieurs années. La ligne directrice de l'OMS, fixée à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, est quant à elle respectée à Périgueux depuis 2017 et ponctuellement à Brive, mais systématiquement atteinte ou dépassée à Angoulême.

Lors de la campagne, la moyenne en PM_{10} obtenue au point 2 est inférieure à celles enregistrées aux stations Atmo Nouvelle Aquitaine. Sur la zone du projet, le respect de la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle pour ce polluant est ainsi certain. Concernant la valeur recommandée par l'OMS en 2021, de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, il est probable qu'elle est respectée sur la zone du projet comme sur la station de Périgueux, station la plus proche du projet.

7.2.2.2 Particules $PM_{2,5}$

Le graphique suivant illustre les teneurs annuelles en $PM_{2,5}$ relevées entre 2017 et 2021 au niveau des stations d'Atmo Nouvelle Aquitaine ainsi que la concentration mesurée sur la zone vis-à-vis de cette station pendant la campagne.

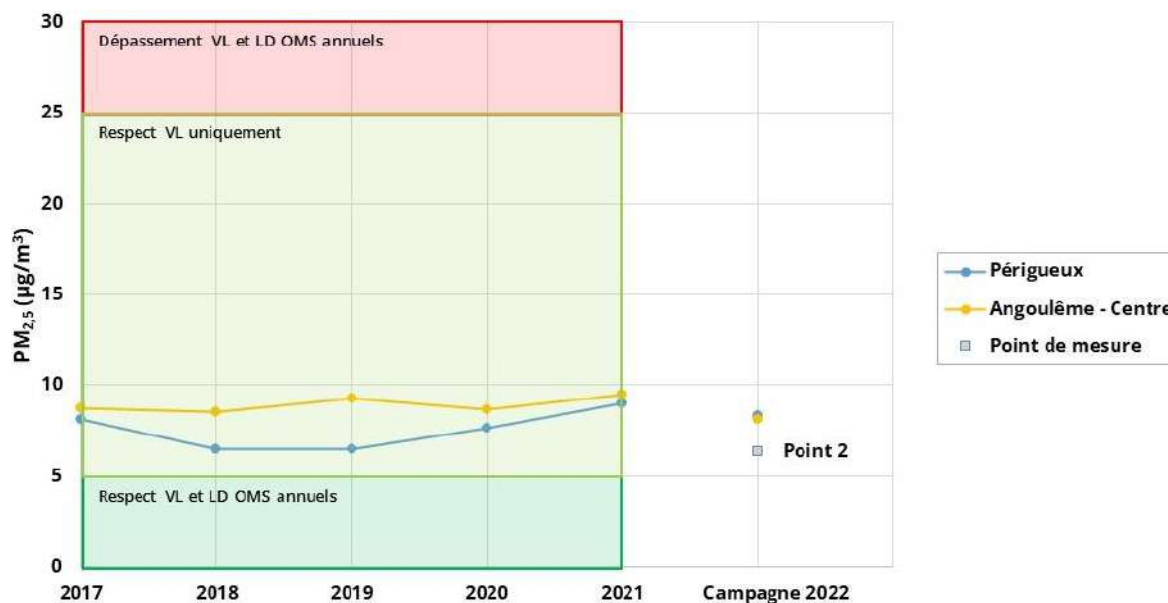


Figure 15 : Concentrations en $PM_{2,5}$ relevées au point 2 et à la station d'Atmo Nouvelle Aquitaine durant la campagne de mesure et évolution annuelle

Les stations Atmo Nouvelle Aquitaine prises en compte dans cette étude respectent la valeur limite annuelle de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les $PM_{2,5}$, en revanche, la ligne directrice de l'OMS de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ édictée en 2021 est systématiquement dépassée.

Lors de la campagne, la moyenne en $PM_{2,5}$ obtenue au point 2 est inférieure à celles obtenues aux stations Atmo Nouvelle Aquitaine. Sur la zone du projet, le respect de la valeur limite de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle pour ce polluant est ainsi certain. Concernant la valeur recommandée par l'OMS en 2021, de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, il est probable qu'elle soit dépassée sur la zone du projet comme sur les stations Atmo considérées.

7.3 Benzène

Les mesures de benzène ont été conduites sur un point de prélèvement, à l'aide d'un tube passif échantillonnant pendant quatorze jours.

Le tableau ci-après présente la concentration observée sur le point de mesure ainsi que sur la station pérenne Angoulême Gambetta.

Tableau 9 : Concentration moyenne en benzène au point 2 et historique des concentrations annuelles à la station Angoulême Gambetta

Station de mesure	Concentrations mesurées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Valeur limite en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Objectif de qualité en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	2018	2019	2020	2021	Campagne 2022		
Angoulême Gambetta	1,1	1,3	1,3	1,0		5	2
Point 2					0,4		

La comparaison avec les valeurs limites établies sur une année complète n'est qu'indicative pour la concentration relevée sur la zone d'étude puisque la durée de mesure est restreinte. Toutefois,

sur la période, le point de mesure présente une concentration faible, bien en deçà de la valeur limite annuelle et de l'objectif de qualité en vigueur, soit respectivement $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'historique des concentrations annuelles en benzène sur la station Angoulême Gambetta confirme les faibles teneurs sur la région.

Au vu des résultats, et du fait que les seuils réglementaires pour le benzène sont respectés en situation de fond en Nouvelle Aquitaine depuis plusieurs années, le respect de la valeur limite et de l'objectif de qualité pour ce composé est assuré sur la zone.

8 Calcul des émissions

8.1 Polluants considérés

Dans le cas d'une étude de niveau II, conformément au guide méthodologique du 22 février 2019, les émissions des polluants suivants ont été considérées :

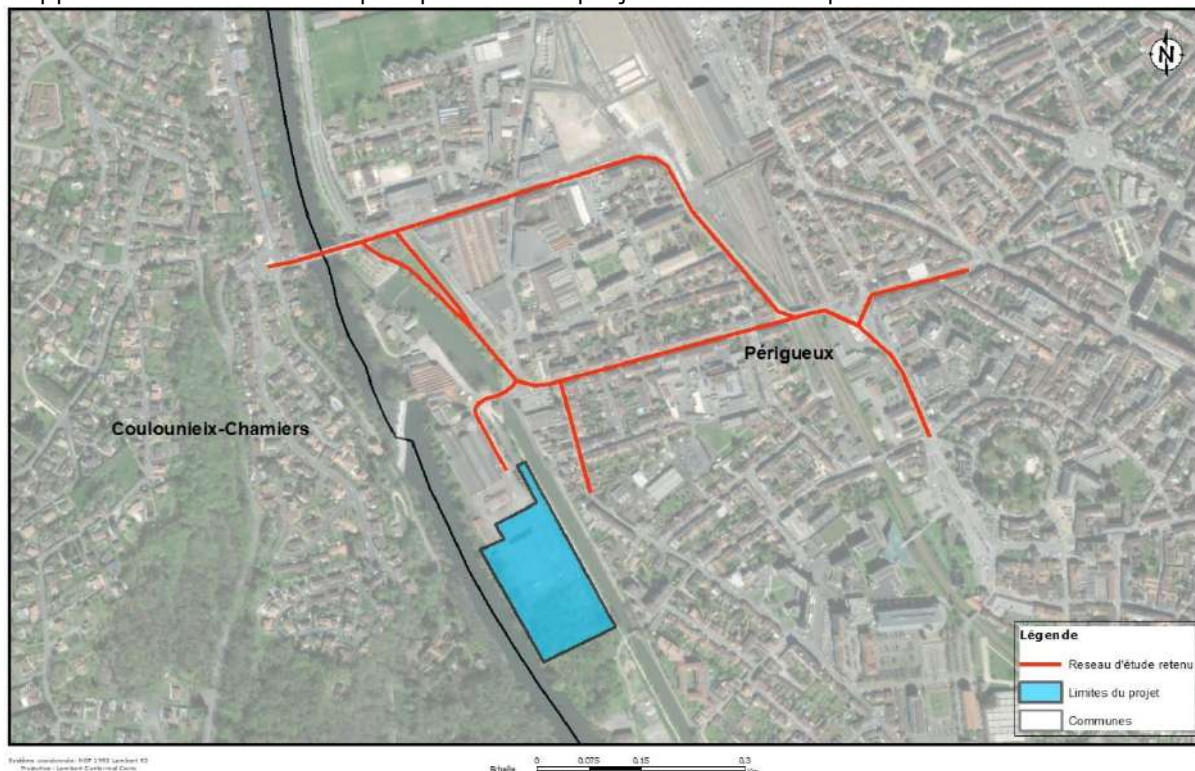
- Oxydes d'azote (NO_x) ;
- Particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) ;
- Monoxyde de carbone (CO) ;
- Composés organiques volatils non méthaniques (COVnm) ;
- Benzène ;
- Dioxyde de soufre (SO₂) ;
- Arsenic (As) ;
- Nickel (Ni) ;
- Benzo[a]pyrène (BaP).

8.2 Zone d'étude

Les axes routiers retenus pour cette étude sont présentés dans la Figure 16 ci-dessous. Ce réseau comprend tous les axes :

- Supportant un trafic de plus de 5 000 véh./jour et présentant une variation de plus ou moins 10 % en valeur relative avec la mise en place du projet ;
- Supportant un trafic de moins de 5 000 véh./jour et présentant une variation de plus ou moins 500 véh./jour en valeur absolue avec la mise en place du projet.

Ce réseau a été complété par des voies complémentaires afin d'assurer une continuité des voies prises en compte. Cela permet d'éviter au maximum la prise en compte de voies « isolées » et d'appréhender au mieux l'impact potentiel du projet sur une zone plus étendue.



Les données de trafic routier utilisées pour le calcul des émissions routières proviennent du « Rapport d'étude suite à la création de quartier – Octobre 2022 » réalisé par Lee Sormea. Les données disponibles sont les suivantes :

- Les données de trafics moyens journaliers annuels (TMJA) ;
- Les vitesses de circulation moyennes fournies par le bureau d'étude Lee Sormea pour chaque tronçon routier ;
- La distribution en pourcentage de poids lourds.

La largeur des voies de circulation a été déterminée à partir des images aériennes disponibles sur Google Maps.

8.3 Trafic total considéré

Le tableau ci-dessous présente un bilan global du trafic sur le domaine d'étude retenu pour les 3 scénarios : l'état initial 2022 et les états futurs 2025 avec et sans projet.

Tableau 10 : Trafic quotidien pris en compte dans cette étude pour chaque scénario

Scénario	Trafic quotidien (km/jour)
2022	25 238
2025 Référence	25 238
2025 Projet	25 456

Le trafic considéré dans le cadre de cette étude est légèrement supérieur à 25 000 kilomètres par jour pour chaque scénario considéré.

D'après le bureau d'étude Lee Sormea, et compte tenu d'une faible évolution supposée du trafic à Périgueux entre l'état initial 2022 et le scénario de référence 2025, il a été fait l'hypothèse d'un trafic constant entre ces deux scénarios (soit 25 238 km/jour).

La mise en service du projet devrait conduire à une redistribution du trafic sur les axes routiers avec une faible augmentation globale sur le réseau d'étude de 0,9 % à l'horizon 2025 par rapport au scénario de référence 2025 (augmentation de 5,0 % des PL et 0,8 % des VL en km/jour). En particulier, il est constaté une augmentation du trafic sur la voie desservant le projet (80 véhicules en 2025 référence pour 292 véhicules en scénario 2025 avec projet), ainsi qu'une augmentation de 5 % du trafic poids lourds sur l'allée du Port (équivalent à 70 poids lourds supplémentaires).

8.4 Facteurs d'émission et parc roulant

Les facteurs d'émission utilisés pour caractériser les émissions proviennent du logiciel COPERT5 développé par la société Emisia².

COPERT5 est l'outil de référence européen pour le calcul des émissions routières. Il est développé dans le cadre de plusieurs projets européens par le JRC (Join Research Center) d'Ispra (Italie) et coordonné par l'Agence Européenne pour l'Environnement. L'objectif principal est de formaliser les émissions du trafic routier des parcs automobiles roulants dans les différents pays membres européens. La méthodologie employée dans cet outil est l'approche la plus sophistiquée disponible (jusqu'au niveau Tier 3) pour le calcul des émissions routières (EMEP/routes, 2019). Plus précisément, COPERT5 produit des facteurs d'émission qui intègrent la catégorie des véhicules, sa

² www.emisia.com

date d'immatriculation, le nombre de kilomètres parcourus, etc.... Les principaux paramètres considérés dans COPERT5 sont reportés sur la Figure 17.

COPERT5 compile les émissions pour une large gamme de polluants tels que les NO_x, les particules, les Composés Organiques volatils, les métaux lourds, etc... (liste non exhaustive). COPERT5 a été récemment mis-à-jour pour intégrer, notamment :

- Une hausse des facteurs d'émission de NO_x des véhicules particuliers diesel sous la norme Euro 5 ;
- L'ajout de nouveaux facteurs d'émission pour les véhicules particuliers diesel sous la norme Euro 4 ;
- Les Véhicules Utilitaires Légers sous les normes Euro 5 et 6 et les Poids Lourds sous les normes Euro 5 et 6.

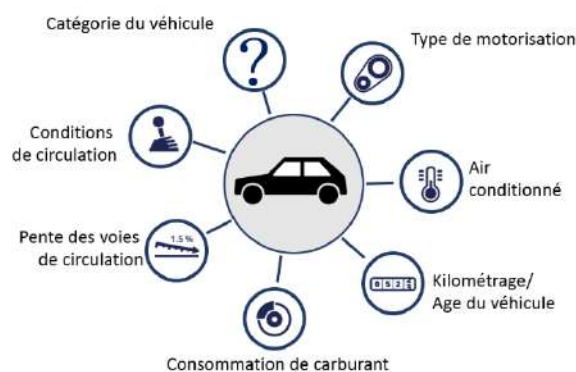


Figure 17 : Paramètres pris en compte dans COPERT5

COPERT5, dans le cadre de cette étude, a été configuré pour prendre en compte les données les plus récentes disponibles relatives au parc automobile français, compilées dans la base de données SIBYL. Cette base de données, spécifique à chaque pays de l'Union Européenne et actualisée tous les ans, est notamment utilisée par l'Agence Européenne pour l'Environnement afin de vérifier les émissions déclarées par chaque pays membre. Elle renseigne sur la composition du parc roulant de véhicules depuis 1990, et fournit par ailleurs des données de projections jusqu'à l'horizon 2050, en tenant compte des éléments attendus liés à l'évolution du parc (modernisation, remplacement des véhicules les plus anciens, évolution des tailles et des motorisations, ...). Pour les états futurs, l'effet de l'évolution du parc automobile sera donc pris en compte dans les calculs.

Pour un type de véhicule donné, les facteurs d'émission sont calculés par COPERT en fonction :

- De la répartition des véhicules par motorisation, par cylindrée et par norme Euro ;
- De la vitesse de circulation ;
- Du nombre de véhicules en circulation.

Certains paramètres généraux (météorologie moyenne, caractéristiques des carburants, etc...) sont également considérés.

Concernant le dioxyde de soufre (SO₂), les émissions sont quantifiées directement en fonction de la teneur en soufre des carburants. La directive 2009/30/CE limitant considérablement la quantité de soufre contenue dans les carburants (à titre indicatif, la teneur en soufre a été divisée par 35 pour le diesel et par 15 pour l'essence entre 2000 et 2009), les émissions de SO₂ dues au trafic routier sont maintenant négligeables. Ces émissions ont cependant été calculées sur la base des

teneurs en soufre décrites dans le tableau suivant. Ces teneurs sont supposées inchangées en 2025 faute d'éléments disponibles actuellement. Cette approche est donc majorante pour les scénarii projetés.

Tableau 11 : Teneurs en soufre des carburants considérées

Type de carburant	Teneur en soufre
Essence	0,001 %
Diesel	0,001 %
GPL	0,005 %
GNV	0,0024 %

Les émissions issues de l'usure des routes et des freins de plusieurs composés (benzo(a)pyrène, Arsenic et Nickel) ont été considérées selon la méthodologie EMEP, sur la base des émissions de poussières. Comme précédemment, ces facteurs d'émission sont supposés inchangés en 2025, cette approche étant majorante pour les scénarii projetés.

Tableau 12 : Facteurs d'émission pour l'usure des pneus et des freins du benzo(a)pyrène et des métaux

Polluant	Facteur d'émission selon le contenu en métaux et en BaP dans les PM émises (ppm*)	
	Usure pneus	Usure freins
B(a)P	3,9	0,74
As	3,8	67,5
Ni	29,9	327

* : ppm = partie par million (1 ppm = 0,0001%)

8.5 Bilan des émissions

8.5.1 Émissions calculées

Le tableau suivant compile les émissions calculées sur la zone d'étude pour chaque scénario et pour l'ensemble des composés étudiés.

Tableau 13 : Bilan des émissions pour les différents scénarios, en kilogrammes par an

kg/an	2022	2025 Ref.	2025 Projet
NO_x	4 074	2 856	2 882
PM₁₀	571	483	488
PM_{2,5}	346	280	283
CO	2 064	1 522	1 536
COVnm	829	684	690
C₆H₆	13,43	10,14	10,22
SO₂	6,90	6,08	6,15
As	8,45E-03	7,63E-03	7,71E-03
Ni	8,59E-02	7,73E-02	7,81E-02
BaP	1,12E-02	9,11E-03	9,18E-03

Les figures suivantes présentent une comparaison des émissions calculées pour chaque scénario et chaque composé.

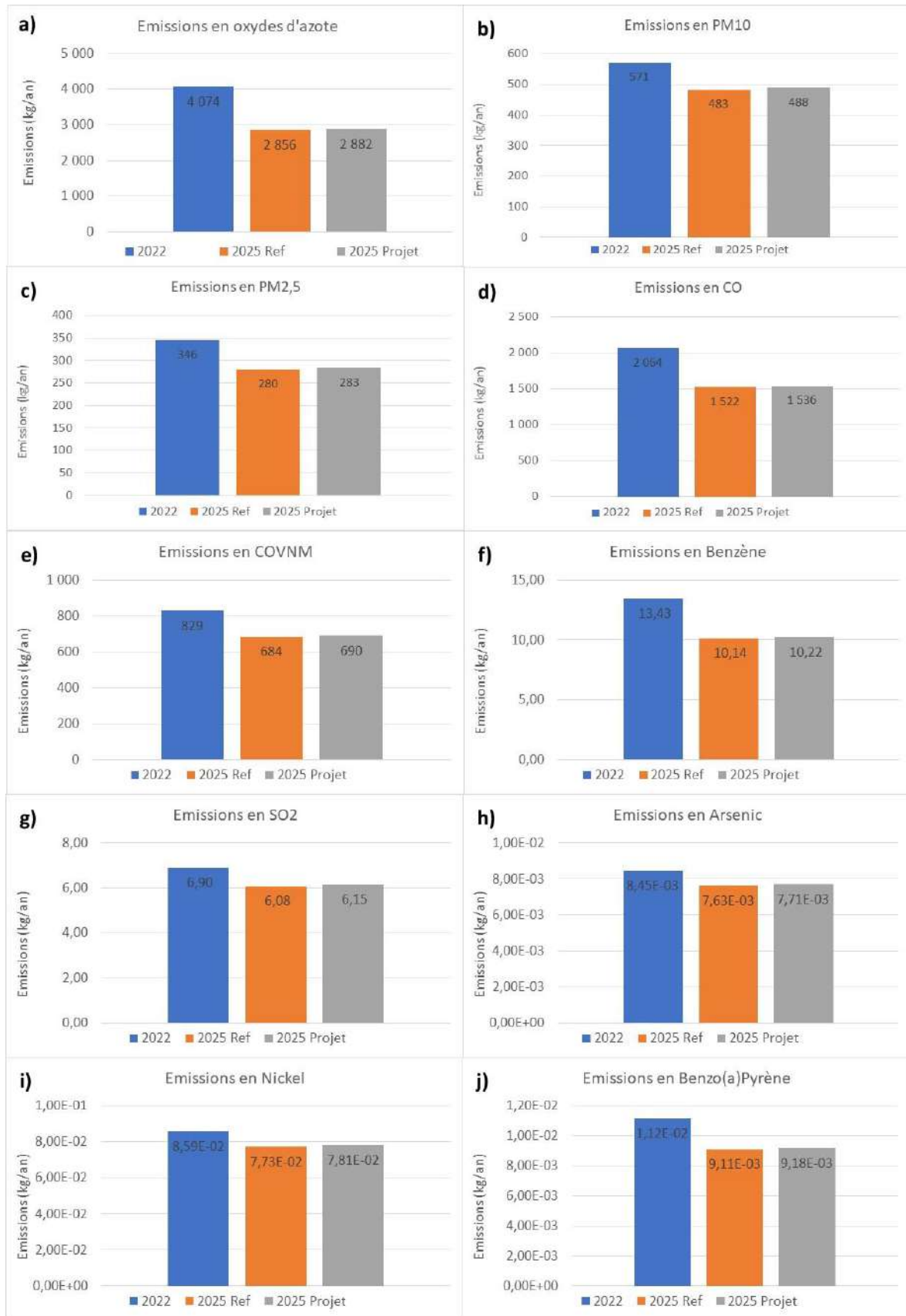


Figure 18 : Bilan des émissions pour les différents scénarios, en kilogrammes par an

8.5.2 Analyse du bilan des émissions

L'évolution des émissions des scénarios prospectifs 2025 avec et sans projet par rapport à l'état initial 2022 est présentée sur la figure suivante :

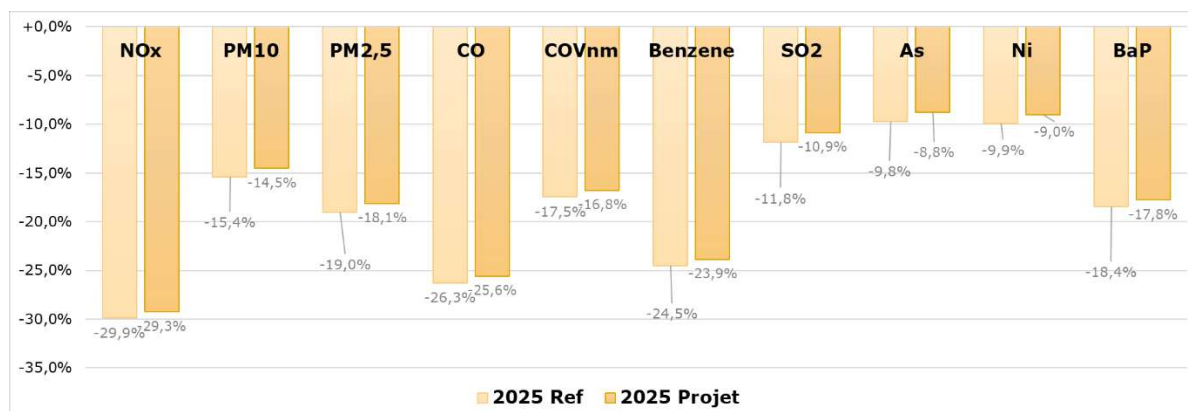


Figure 19 : Évolution des émissions par rapport à l'état initial (2022) selon le scénario sur le réseau d'étude

Le bilan des émissions apporte notamment les informations suivantes concernant l'évolution attendue des émissions entre le scénario 2022 et le scénario prospectif de référence 2025 :

- Les émissions d'oxydes d'azote NO_x présentent une nette tendance à la baisse. Cette diminution de 30 % est à relier directement avec l'amélioration du parc roulant, ainsi qu'à l'augmentation progressive de la part des véhicules électriques.
- Cette évolution est également constatée, dans des proportions moins marquées, pour le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils non méthaniques, le benzène et le benzo(a)pyrène. Pour ces composés, la diminution des émissions est comprise entre 18 % (pour les composés organiques non méthaniques) et 26% (pour le monoxyde de carbone).
- Concernant les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, une baisse des émissions est également prévue, en lien avec la baisse des émissions liées à l'échappement. Les émissions liées à l'usure, quant à elles, suivent dans l'ensemble l'évolution du trafic. Ainsi, les émissions de PM₁₀ (resp. PM_{2,5}) devraient diminuer de 15 % (resp. 19 %) entre l'état initial 2022 et le scénario de référence 2025.
- Les émissions de dioxyde de soufre SO₂ présentent une évolution à la baisse de l'ordre de 12 % entre l'état initial 2022 et le scénario de référence 2025. Ces émissions sont directement corrélées avec la consommation de carburant (l'hypothèse d'une stabilité de la teneur en soufre des carburants ayant été retenue), qui dépendent donc fortement de l'évolution du trafic et de l'amélioration du parc automobile notamment de la part des véhicules électriques.
- Les émissions des métaux lourds (arsenic et nickel), dont la part liée à l'usure est significative, connaissent également une diminution. Elle est de l'ordre de 10% pour les deux composés.

Dans l'ensemble, l'impact de la mise en service du projet sur les émissions de la zone par rapport à la situation de référence 2025 oscille entre 0,8 % pour les composés organiques non méthaniques, le benzène et le benzo(a)pyrène et 1,1 % pour le SO₂, les PM₁₀, les PM_{2,5} et l'arsenic (Cf Figure 20). Cette faible augmentation est liée à une faible augmentation du trafic.

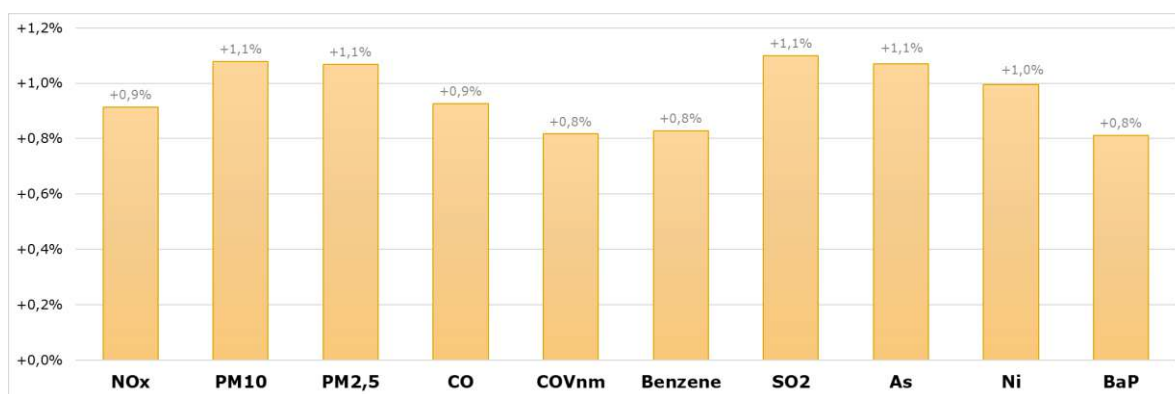


Figure 20 : Impact de la mise en service du projet sur les émissions par rapport au scénario référence 2025

Au-delà de ce constat chiffré sur l'ensemble de la zone, il convient d'analyser les concentrations qui en résultent et leur répartition spatiale, afin d'évaluer plus en détail l'impact de la mise en service du projet sur la qualité de l'air de l'ensemble de la zone.

9 Impact sur la qualité de l'air et la santé

9.1 Polluants et indicateurs

En cohérence avec le guide CEREMA du 22 février 2019, l'analyse des impacts est réalisée sur la base des seules concentrations en NO₂, modélisées sur toutes les bandes du réseau d'étude.

Dans le cadre de ce projet, les modélisations ont été réalisées sur les trois scénarios ci-dessous :

- Etat actuel à l'horizon 2022 ;
- Scénario avec mise en place du projet à l'horizon 2025 ;
- Scénario sans mise en place du projet à l'horizon 2025.

9.2 Modélisation des concentrations

9.2.1 Le modèle ADMS

Le modèle ADMS-Roads (version 4) a été mis en œuvre dans le cadre de cette étude pour le calcul de la dispersion des polluants émis par le réseau d'étude dans l'environnement. ADMS-Roads est un modèle de dispersion gaussien spécialement développé pour évaluer l'impact des infrastructures routières sur la qualité de l'air. Développé par le Cambridge Environmental Research Consultants (CERC LTd, UK), il répond complètement aux exigences de la Note méthodologique de février 2005 et du Guide Cerema du 22 février 2019.

Dans le cadre de ce projet, l'outil ADMS a été configuré afin de prendre en compte :

- Les émissions du réseau d'étude et des principaux axes de la zone d'étude ;
- L'effet de la topographie et de l'occupation des sols sur les champs de vent et la dispersion des panaches dans l'environnement ;
- Un historique représentatif des conditions météorologiques, caractérisées par les paramètres pouvant avoir une influence sur la dispersion des panaches : vitesse et direction du vent, température, humidité relative, nébulosité (couverture nuageuse) et précipitations.

9.2.2 Principales données d'entrée

9.2.2.1 Données météorologiques

Les données météorologiques horaires utilisées dans le calcul de dispersion proviennent des deux stations météorologiques proches du site. Ces données sont celles de :

- La station Météo France de l'aéroport Coulouneix située à 3,5 km au sud-ouest la zone d'étude. Les données de vents (vitesse en m/s et direction en degrés) ont été utilisés dans le modèle de dispersion ;
- La station météorologique de Bassillac située à 8,5 km à l'est de la zone d'étude.
 - o Température en °C ;
 - o Humidité relative en % ;
 - o Couverture nuageuse en octas ;
 - o Précipitations exprimées en mm/heure.

Afin de disposer des données horaires sur une année complète, l'année 2021 été retenue.

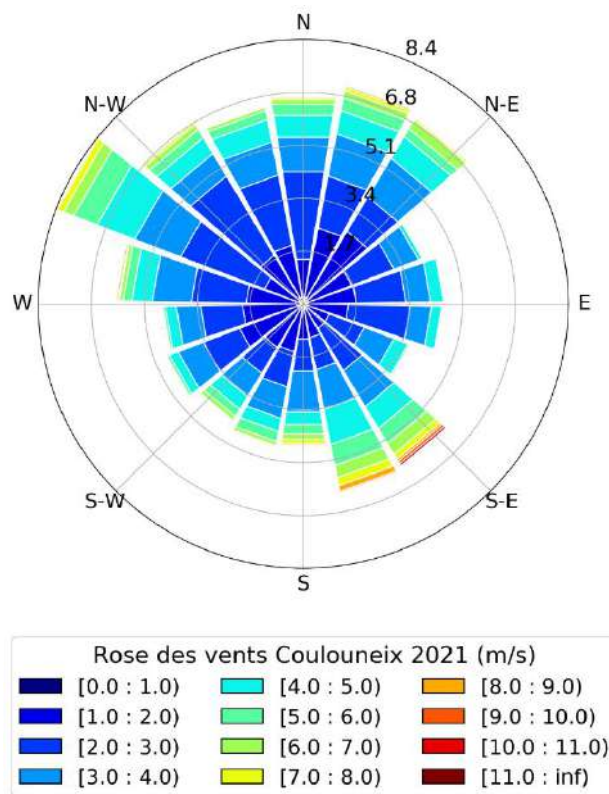


Figure 21 : Rose des vents observés sur la station météorologique de Coulouneix 2021

La rose des vents mesurés en 2021 sur la station Météo France de Coulouneix présentée sur la figure ci-dessus affiche des vents modérés majoritairement d'un large secteur ouest à nord-est et une composante secondaire de secteur sud-est.

9.2.2.2 Données topographiques

Les données de topographie présentées dans cette section ont été collectées auprès du réseau international SRTM (« The Shuttle Radar Topographic Mission ») qui compile une base de données issue de produits satellitaires consolidés couvrant l'ensemble des surfaces terrestres du globe. Le réseau SRTM découle d'une collaboration entre la NASA (« National Aeronautics and Space

Administration ») et la NGA (« National Geospatial-Intelligence Agency »), incluant la participation des agences spatiales italienne et allemandes. Les données d'une bande (de coordonnées latitude/longitude N43/E01) à une résolution horizontale d'environ 1 arc-seconde (30 m) ont été extraites à partir de l'outil en ligne (<http://earthexplorer.usgs.gov>).

Il est à noter que ces données topographiques couvrent un domaine plus large que le domaine d'étude afin de minimiser les effets de bords sur la dispersion des panaches de pollution. La résolution des grilles pour ces données est de 128 x 128 points.

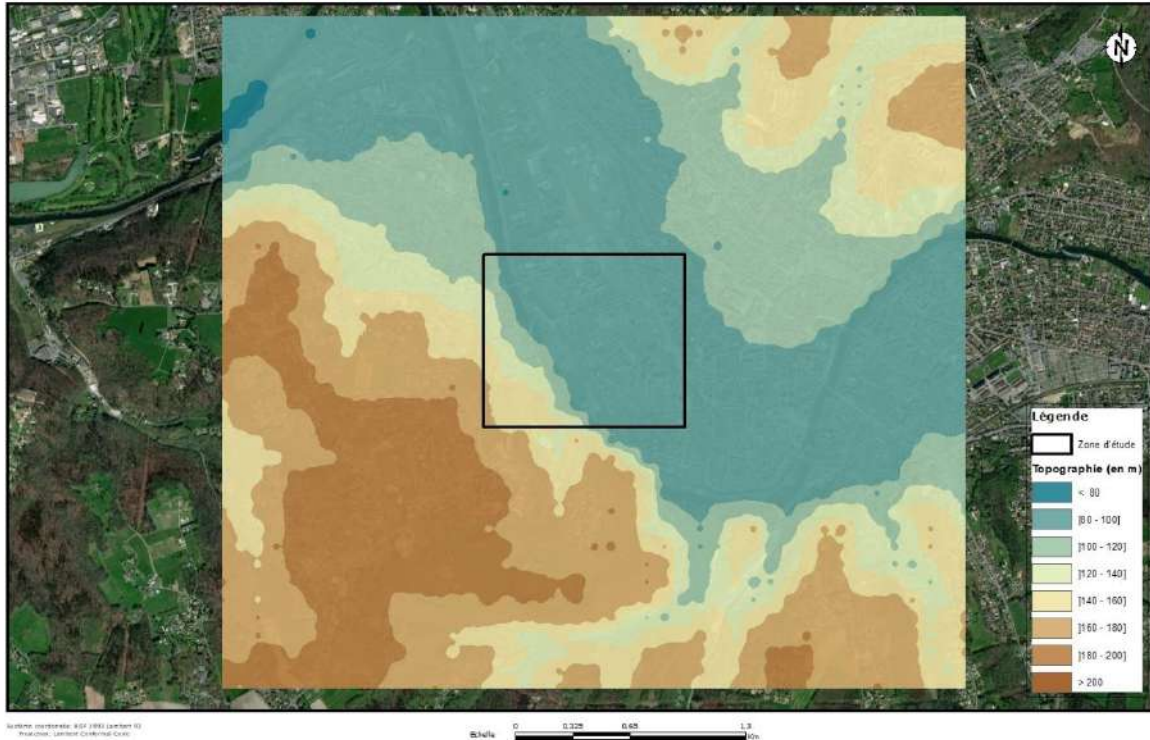


Figure 22 : Topographie (en mNGF) utilisée dans le modèle ADMS

9.2.2.3 Données d'occupation des sols

Concernant l'occupation des sols, une hauteur de rugosité variable dans l'espace est incluse dans l'étude. Celle-ci peut avoir une influence importante sur les champs météorologiques et, par conséquent, sur la dispersion des polluants. Les données d'occupation des sols ont été collectées depuis les produits paneuropéens du service de surveillance des terres de Copernicus (CORINE Land Cover – CLC – et les couches thématiques haute résolution) publiés en 2019 et qui offrent une photographie de l'occupation des sols en 2018. Ces données couvrant le territoire français sont disponibles en téléchargement sur le site du Ministère en charge de l'Environnement. Ces données ont été converties en hauteurs de rugosité, dont quelques valeurs typiques dans la classification sont données ci-après :

- 0,001 m : plans d'eau, rivières ;
- 0,005 à 0,02 m : herbes rases, prairies ;
- 0,1 à 0,3 m : cultures ;
- 0,5 m : parcs et banlieues dégagées ; et
- 1,0 à 1,5 m : villes, forêts.

La figure suivante représente la rugosité variable dans la zone d'étude



Figure 23 : Hauteur de rugosité prise en compte dans la modélisation

9.2.3 Pollution de fond

Les émissions du trafic routier ne sont pas les seules à contribuer aux concentrations de polluant dans l'air, et d'autres secteurs comme le chauffage au bois, l'industrie ou encore l'agriculture peuvent avoir une influence significative sur les teneurs en polluants. Afin de restituer des niveaux de pollution réalistes avec le modèle ADMS, il convient d'ajouter une pollution de fond qui représentera la contribution de ces autres secteurs d'activité. Pour cela, des valeurs mesurées en milieu urbain, en dehors de l'influence du trafic routier et donc du domaine d'étude, ont été utilisées. Les mesures en continu réalisées par Atmo Nouvelle Aquitaine sur la station urbaine de fond de Périgueux sur l'année 2021 ont été intégrées au modèle ADMS.

Le tableau ci-dessous présente la concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote NO_2 retenue pour la pollution de fond.

Tableau 14 : Pollution de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation

Polluant	Concentration de fond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO_2	8,0

9.3 Données en sortie du modèle

Le domaine d'étude défini pour la modélisation de la dispersion est un rectangle d'environ 1,2 km par 1,0 km sur le projet d'aménagement qui permet d'identifier les zones impactées par les émissions routières. La résolution du maillage de calcul utilisé pour modéliser la dispersion atmosphérique est de l'ordre de 10 à 12 m. Au total, les concentrations sont calculées au niveau d'environ 14 000 points de grille.

Par ailleurs, la zone d'étude couvrant un périmètre urbain restreint, quatorze points récepteurs dans ce périmètre (dont huit points choisis lors de la campagne de mesures ISPIRA et les 3 établissements sensibles recensés dans le domaine d'étude) susceptibles d'être impactés par le

projet ont été retenus dans cette étude et intégrés dans la modélisation (voir Figure 24 et Tableau 15).

Tableau 15 : Liste des points récepteurs utilisés dans la modélisation

N°	Nom du récepteur	Usage
1	Point de mesure n°1	Campagne de mesures ISPIRA
2	Point de mesure n°2	
3	Point de mesure n°3	
4	Point de mesure n°4	
5	Point de mesure n°5	
6	Point de mesure n°6	
7	Point de mesure n°7	
8	Point de mesure n°8	
9	Ecole E Andre Boissière	Etablissements sensibles
10	Ecole Primaire Saint Jean	
11	Lycée Jay De Beaufort	



Figure 24 : Zone d'étude et points récepteurs

À partir des données d'émissions et des paramètres de modélisation présentés dans les paragraphes ci-dessus, le modèle ADMS permet d'obtenir les concentrations moyennes annuelles, utilisées pour évaluer les effets long terme liés aux émissions du site en termes de qualité de l'air et de risque sanitaire.

Ces résultats sont calculés pour l'ensemble de la grille du domaine d'étude (maillage). L'ensemble des concentrations (pour la grille et les récepteurs) est modélisé à une hauteur de 1,5 m (hauteur moyenne de respiration de l'homme).

Par ailleurs, le modèle ADMS peut être couplé avec un système d'information géographique (SIG) afin de présenter les résultats des modélisations sur une carte pour tout ou partie de la zone

d'étude. Ces cartes de contours d'iso-concentrations aident ainsi à visualiser l'étendue de la zone d'impact du projet et les zones où les concentrations sont les plus élevées. Le logiciel ArcGIS est utilisé dans le cadre de cette étude. Les résultats de la modélisation sont présentés au paragraphe suivant.

9.4 Comparaison mesures / modèle et pollution de fond

Une fois les données d'entrée du modèle préparées et avant de lancer la modélisation finale sur l'ensemble de la zone de modélisation, une phase de calage sur la période de campagne de mesure est nécessaire pour s'assurer de la cohérence des résultats modélisés avec les mesures. Le modèle a été calibré en utilisant les données d'observation réalisées lors de la campagne de mesure réalisée entre le 9 et le 23 novembre 2022. Cette campagne dirigée par ISPIRA, a été l'occasion de caractériser les niveaux de pollution observés dans la zone d'étude.

Le modèle ADMS offre la possibilité de prendre en compte une pollution de fond en NO₂ sur l'ensemble du domaine d'étude et sur les points récepteurs.

Comme pour l'année 2021, les mesures en continu réalisées par Atmo Nouvelle Aquitaine sur la station urbaine de fond de Périgueux durant la période de la campagne 2022, ont été intégrées au modèle ADMS. Entre le 9 et le 23 novembre 2022, cette concentration moyenne de fond était de 10,3 µg/m³.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de la campagne de mesure ainsi que les concentrations modélisées par ADMS avec ajout de la pollution de fond.

Tableau 16 : Comparaison des résultats modélisés et mesurés en NO₂

Nom	Concentrations mesurées	Concentrations modélisées
	en µg/m ³	
Point de mesure n°1	11,1	12,4
Point de mesure n°2	6,5	10,5
Point de mesure n°3	6,5	10,6
Point de mesure n°4	7,0	10,5
Point de mesure n°5	11,5	10,7
Point de mesure n°6	17,7	10,8
Point de mesure n°7	18,7	22,2
Point de mesure n°8	30,7	30,0

Le graphique ci-dessous (Figure 25) présente point par point, la comparaison entre les concentrations moyennes de la campagne de mesures et les concentrations moyennes modélisées sur la même période. On note que globalement, les concentrations modélisées présentent des valeurs similaires aux concentrations mesurées.

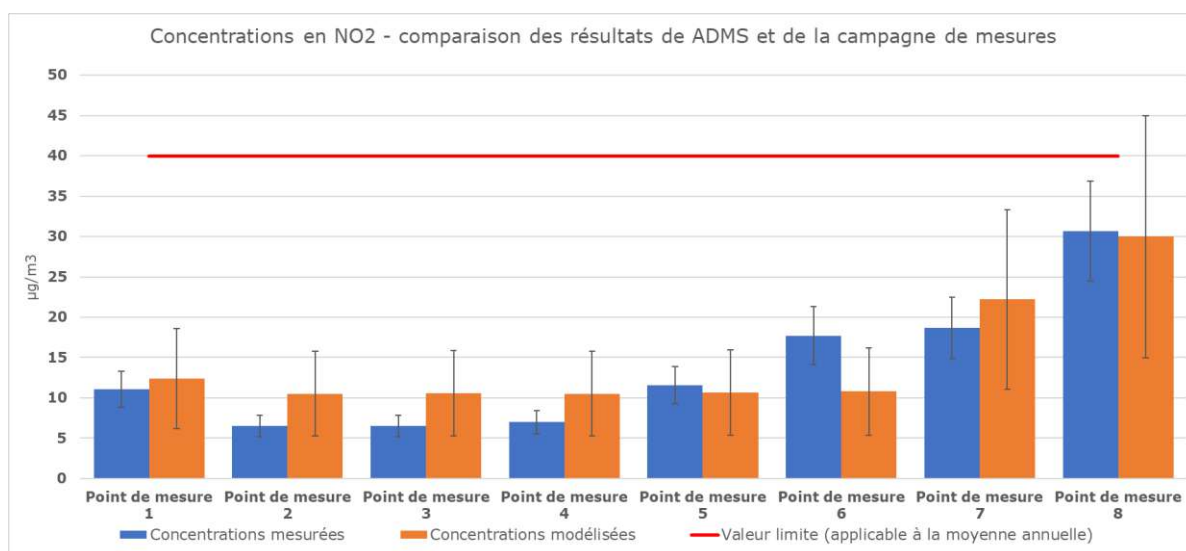


Figure 25 : Histogramme de comparaison des concentrations en NO₂ entre le modèle ADMS et les mesures pendant la campagne

Afin de vérifier la pertinence des résultats, plusieurs paramètres statistiques ont été calculés à partir des résultats obtenus. Les paramètres sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17 : Paramètres statistiques

Paramètres statistiques	Comparaison modèle / mesures
Moyenne des concentrations mesurées	13,7 µg/m ³
Moyenne des concentrations modélisées	14,7 µg/m ³
Coefficient de corrélation	0,89
Biais	-1,0 µg/m ³
RMSE	3,7 µg/m ³
RcMSE	3,6 µg/m ³

Sur l'ensemble des points, une très bonne corrélation entre les données modélisées et mesurées est observée (coefficient de corrélation de 0,89). La valeur RcMSE est quant à elle faible (3,6 µg/m³), ce qui indique une faible variabilité du modèle par rapport aux mesures.

Au regard de ces résultats, le modèle reproduit bien les valeurs observées lors de la campagne de mesures. Il est donc en mesure de bien restituer la valeur moyenne des concentrations.

9.5 Résultats de la modélisation

Les résultats des modélisations de la dispersion des émissions atmosphériques pour les différents scénarios et horizons sont présentés ci-après pour le NO₂.

Tableau 18 : Concentrations modélisées en NO₂ pour les 3 scénarios

N°	Récepteurs	Concentrations modélisées (µg/m ³)		
		Dioxyde d'azote NO ₂		
		Moyenne annuelle		
		2022 Etat initial	2025 Référence	2025 Projet
1	Point de mesure n°1	12,55	12,59	12,91
2	Point de mesure n°2	8,52	8,72	8,73
3	Point de mesure n°3	8,68	8,49	8,50
4	Point de mesure n°4	8,69	9,16	9,18
5	Point de mesure n°5	9,04	8,77	8,78
6	Point de mesure n°6	9,28	9,11	9,12
7	Point de mesure n°7	20,11	21,00	21,04
8	Point de mesure n°8	25,65	23,75	24,00
9	Ecole E Andre Boissière	8,67	8,77	8,78
10	Ecole Primaire Saint Jean	11,93	11,85	11,88
11	Lycée Jay De Beaufort	8,66	8,63	8,64
Valeur limite française		40		
Valeur OMS		10		
Récepteur le plus impacté				

D'après ce tableau, la concentration en moyenne annuelle modélisée respecte la réglementation applicable en France en chaque point récepteur. Elle dépasse néanmoins les recommandations fixées par l'OMS (mises à jour de septembre 2021) aux points de mesure n°1, n°7 et n°8 ainsi qu'au point « Ecole Primaire Saint Jean », le dépassement n'étant pas imputable au projet mais directement liée à la pollution de fond dès l'état initial 2022.

Les cartographies de concentrations sont présentées ci-après, et disponibles en annexe page 68 en plus grand format.

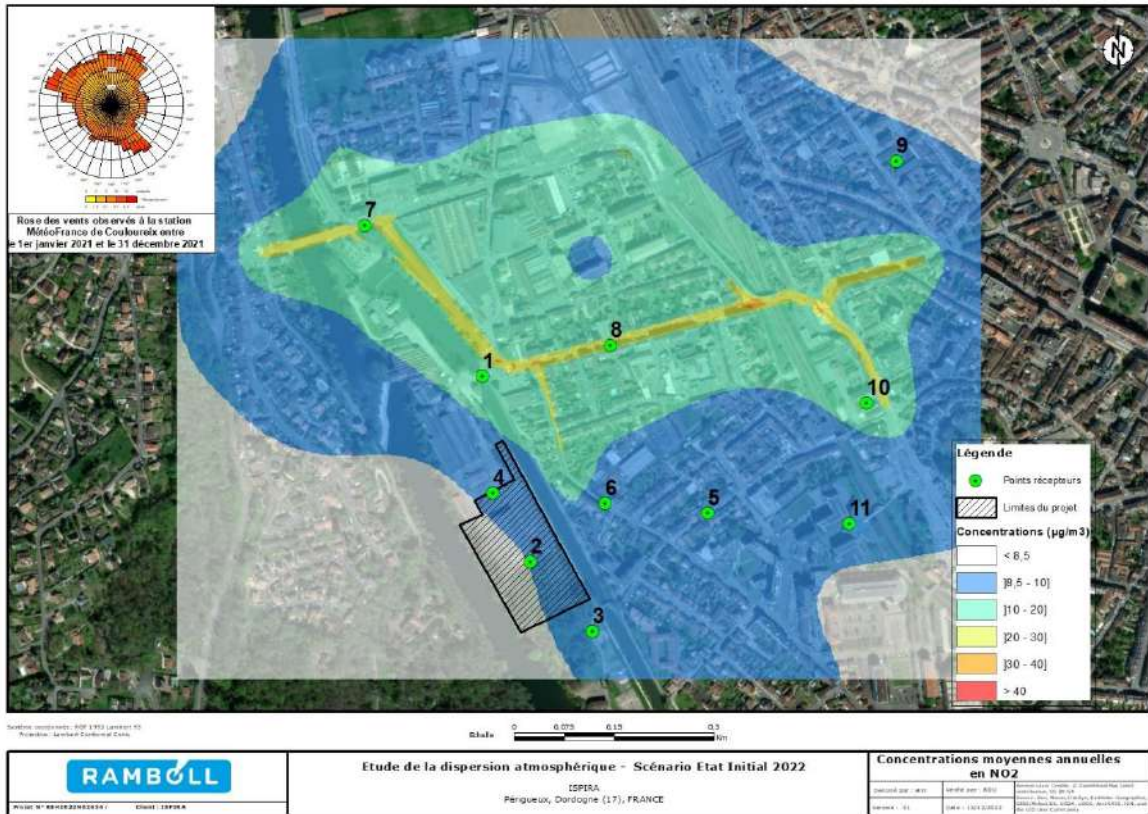


Figure 26 : Cartographie des concentrations en NO₂ - état initial 2022



Figure 27 : Cartographie des concentrations en NO₂ à l'horizon 2025 - scénarios sans (à gauche) et avec (à droite) mise en service du projet

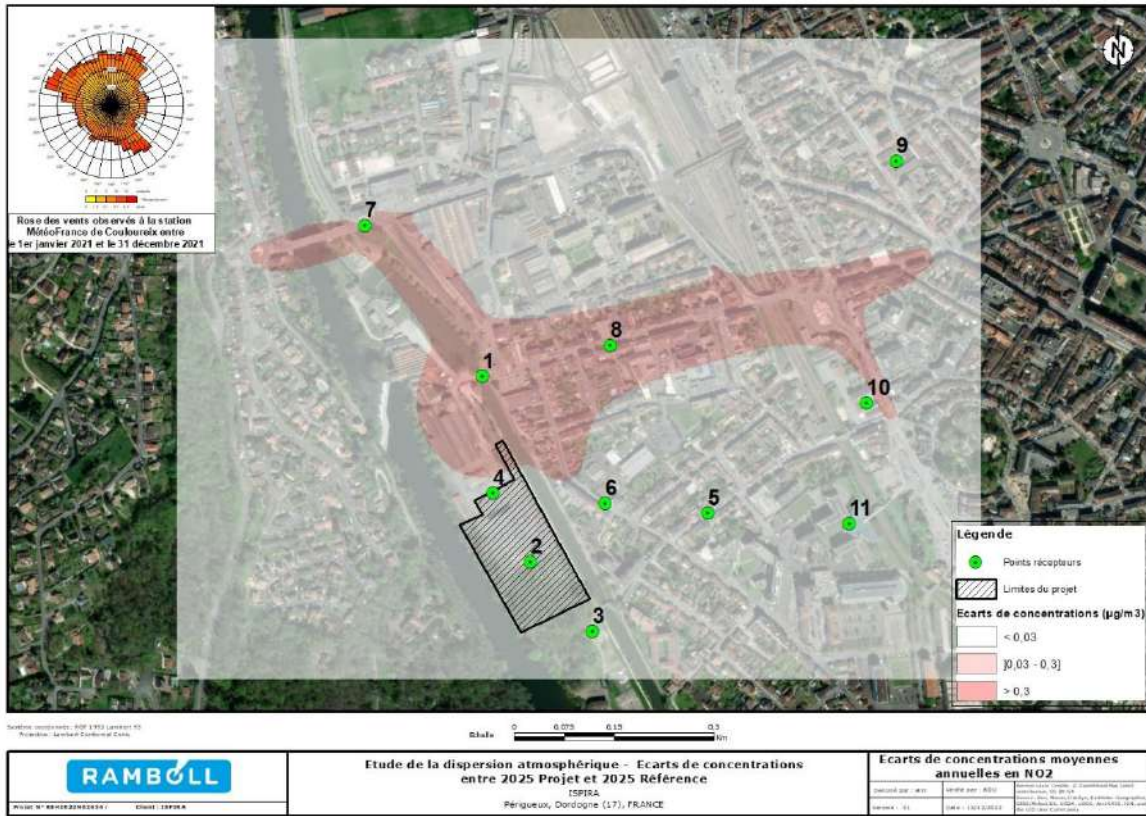


Figure 28 : Cartographie de l'impact de la mise en service du projet sur les concentrations en NO₂ aux horizons 2025

L'ensemble des cartographies présentées ci-dessus apporte les informations suivantes :

- Toutes les concentrations en NO₂ modélisées sur la zone d'étude sont inférieures aux valeurs limites en vigueur, quel que soit le scénario considéré.
- La mise en service du projet en 2025, conduit à l'augmentation de la concentration en NO₂ d'une valeur maximale de 0,39 µg/m³ (soit 3,9%) par rapport au scénario de référence sur l'ensemble du domaine d'étude (Cf Figure 28).
- La voie desservant le projet et l'allée du port sont les axes les plus impactés par le projet du fait d'une augmentation du trafic (Cf Figure 28).

10 Conclusions

Dans le cadre du projet d'aménagement « promenade du canal » à Périgueux, une étude de la qualité de l'air a été réalisée. Elle comporte une campagne de mesure in-situ, un bilan des émissions ainsi que des modélisations.

D'après l'étude trafic, la mise en service du projet devrait conduire à une redistribution du trafic sur les axes routiers de la zone d'étude avec une faible augmentation du trafic sur le réseau d'étude de 0,9 % à l'horizon 2025 par rapport au scénario de référence (augmentation de 5,0 % des PL et 0,8 % des VL en km/jour).

BILAN DES EMISSIONS

Sur la zone d'étude comprenant les principaux axes routiers dans l'environnement du projet, les émissions de polluants devraient diminuer entre la situation actuelle (2022) et l'horizon 2025 sans projet pour l'ensemble des polluants. Cette baisse, comprise entre -10 % (pour les métaux lourds) et -30 % (pour le NO₂) sur la période 2022-2025 est à relier notamment avec l'amélioration du parc automobile.

Dans l'ensemble, l'impact de la mise en service du projet sur les émissions de la zone par rapport à la situation de référence 2025 oscille entre 0,8 % pour les composés organiques non méthaniques, le benzène et le benzo(a)pyrène et 1,1 % pour le SO₂, les PM₁₀, les PM_{2,5} et l'arsenic. Cette faible augmentation est liée à une faible augmentation du trafic. Cet impact doit être par ailleurs relativisé au regard de la baisse attendue des émissions par rapport à la situation actuelle 2022.

MESURES IN-SITU ET MODELISATIONS DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

La campagne de mesures s'est déroulée du 9 au 23 novembre 2022 et a concerné les polluants suivants : dioxyde d'azote (NO₂), particules PM₁₀ et PM_{2,5} et benzène.

Les concentrations moyennes, médianes, minimales, maximales sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Synthèse des résultats

Polluant	Concentration (µg/m ³)				Valeur limite comparable	Valeur OMS
	Moyenne	Médiane	Maximum	Minimum		
NO ₂	13,7	11,3	30,7	6,5	40 µg/m ³ (annuelle)	10 µg/m ³
PM ₁₀	8,6				40 µg/m ³ (annuelle)	15 µg/m ³
PM _{2,5}	6,3				25 µg/m ³ (annuelle)	5 µg/m ³
Benzène	0,4				5 µg/m ³ (annuelle)	-

Pour le **dioxyde d'azote**, principal traceur des émissions du trafic routier, la concentration la plus forte mesurée est logiquement relevée, au regard de l'influence que le trafic routier a sur ce polluant, au niveau du point situé, hors emprise du projet, à proximité d'un axe routier structurant : l'allée du Port. Pour les points situés sur la zone d'aménagement, les concentrations sont plus faibles et homogènes. Les concentrations modélisées en NO₂ restent inférieures aux valeurs réglementaires françaises quel que soit le scénario pris en compte. L'augmentation maximale

recensée en concentrations NO₂ sur l'axe le plus impacté est de 3,9%, soit une augmentation brute de 0,39 µg/m³. La réalisation du projet n'entraînera donc pas de modifications significatives de la qualité de l'air par rapport au scénario de référence au même horizon d'étude pour ce polluant.

S'agissant des particules **PM₁₀**, la valeur limite fixée à 50 µg/m³ en moyenne journalière a été respectée durant la campagne de mesure. Au regard des résultats et des données issues du réseau pérenne d'Atmo Nouvelle Aquitaine, il est très probable que la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ en PM₁₀ en moyenne annuelle est respectée sur le point 4. S'agissant des **PM_{2,5}**, il est très probable que la valeur limite annuelle y soit également respectée.

Le **benzène** affiche une concentration faible en bordure du projet, en-deçà de 1 µg/m³. Au regard des données du réseau Atmo Nouvelle Aquitaine, il est certain que la valeur limite annuelle et l'objectif de qualité annuel en benzène sont respectés sur la zone du projet.

Des mesures visant à éviter et/ou réduire les impacts du projet, notamment en phase chantier, sur la qualité de l'air ainsi que des mesures de compensation ou recommandations sont proposées dans les paragraphes suivants.

11 Mesures ERC

La séquence « éviter, réduire, compenser » (ou ERC) est une démarche réglementaire (art. L-122-3 du Code de l'Environnement) qui a pour objectif d'améliorer le bilan écologique de projets ou de plans/programmes, selon toutes les composantes de l'environnement et de la santé, en :

- évitant les atteintes à l'environnement ;
- réduisant les atteintes qui n'ont pu être suffisamment évitées ;
- compensant les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

L'objectif de la séquence ERC est représenté sur la figure suivante.

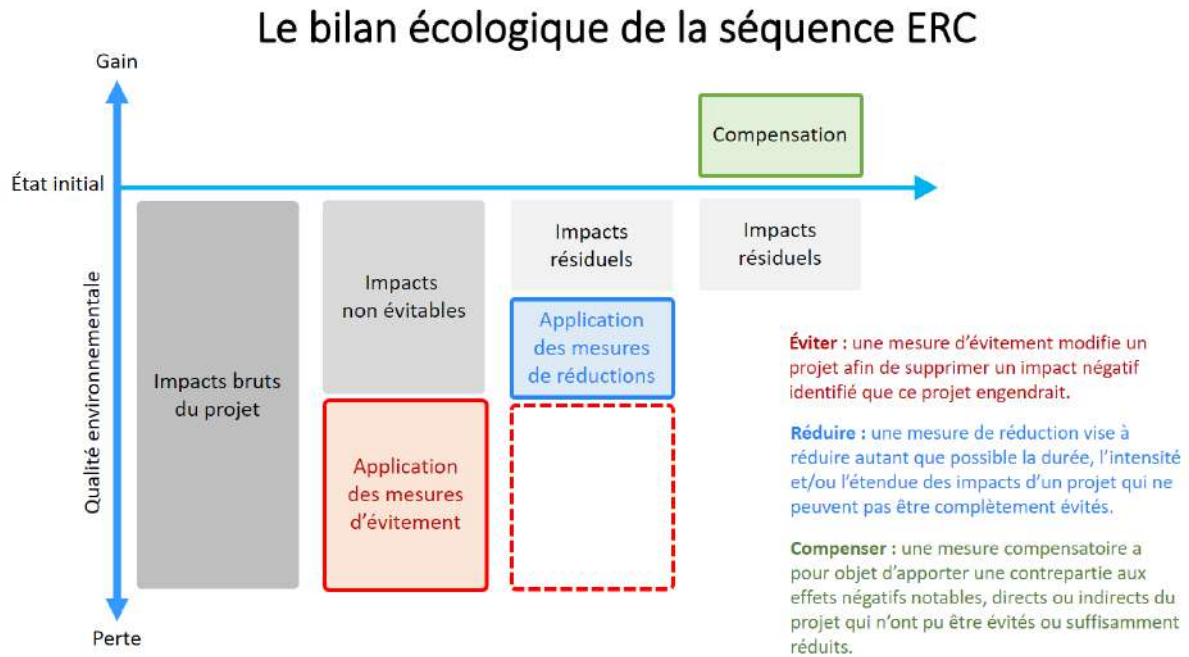


Figure 29 : Schéma de la séquence ERC (de la séquence ERC (source : Ministère de la Transition Ecologique³)

S'agissant de la qualité de l'air, les mesures de compensation ne sont pas applicables à proprement parler, on peut éventuellement parler d'actions parallèles favorables à la qualité de l'air intérieur comme cela est proposé en paragraphe suivant. Aussi, seules les mesures d'évitement et de réduction seront évoquées dans ce paragraphe.

Les mesures d'évitement sont classées selon différentes thématiques qui consistent en des mesures dites « amont » et des mesures visant une adaptation de la solution retenue (géographique, technique ou temporelle) correspondant aux phases travaux ou exploitation. Les mesures de réduction visent également le projet.

Il est considéré ici que la géométrie du projet est arrêtée. Nous traitons donc des mesures liées à l'adaptation technique et à l'adaptation temporelle.

Ainsi, les mesures proposées sont décrites ci-dessous :

³<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20%C3%89valuation%20environnementale%20-%20La%20phase%20d%E2%80%99%C3%A9vitement%20de%20la%20s%C3%A9quence%20ERC.pdf>

Absence de rejet dans le milieu naturel (air) – Phase travaux

Les leviers d'action sont les suivants :

- arroser les pistes par temps sec et venteux
- respecter les normes d'émission en vigueur ;
- limiter l'utilisation de groupes électrogènes
- éviter de laisser tourner les moteurs des engins de chantier et autres véhicules en inactivité.

Adaptation de la période des travaux sur l'année – Phase travaux

Le but est ici d'agir sur la programmation des travaux pour limiter les impacts sur la qualité de l'air :

- organiser les activités génératrices de polluants en dehors des périodes de pics de pollution (arrêt momentané des travaux en cas d'épisode signalé par Atmo Nouvelle Aquitaine) ;
- limiter les risques de cumuls d'impact avec un autre chantier qui se déroulerait à la même période dans une zone limitrophe .

Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier – Phase travaux

Cette action, en complément de celles visant à délimiter les zones d'accès et de circulation au sein de l'emprise chantier, vise à préciser les modalités de circulation des engins de chantier afin de réduire les émissions de polluants atmosphériques de ces derniers (limitation de vitesse, plan de circulation permettant une circulation fluide des engins).

Mode particulier d'importation de matériaux et/ou d'évacuation des matériaux, déblais et résidus de chantier – Phase travaux

Dans le cas où une importation ou une exportation de matériaux est nécessaire durant le chantier, cette mesure vise à recourir à un mode de transport le moins polluant possible ou limitant au maximum les nuisances ou risques de pollution supplémentaire. Il pourrait ainsi être étudié, selon les fournisseurs ou les destinataires, le parcours le plus court/rapide permettant de limiter le nombre de kilomètres parcourus et donc d'émissions de polluants atmosphériques.

Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines – Phase travaux

En phase travaux, plusieurs dispositifs peuvent être mobilisés comme par exemple :

- l'arrosage du chantier et la limitation de la vitesse sur chantier afin de maîtriser l'envol des poussières ;
 - la mise en place de bâches sur des résidus à l'air libre pouvant émettre des poussières ;
 - le confinement des stockages de produits pulvérulents, dispositif de capotage et d'aspiration de produits pulvérulents ;
 - l'humidification du stockage ou pulvérisation d'additifs pour limiter les envols par temps sec ;
 - les actions sur les engins de chantier : extinction des moteurs dès que possible, vérification de la présence et du bon fonctionnement du filtre à particules pour les engins de chantier, lavage des roues des véhicules afin de limiter l'envol des poussières, bâchage des camions
- ...

Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (actions préventives et curatives) – Phase travaux

Les leviers d'action sont les suivants :

- détection la plus précoce possible des foyers d'installation (préventif) ;
- arrachages manuels ponctuels (curatif) ;
- éradication manuelle (curatif) ;

12 Recommandations en termes de qualité de l'air aux différents stades de l'aménagement

Avant travaux : Limiter les sources de polluants

- Prescrire des mesures constructives pour limiter l'entrée des polluants dans le futur bâtiment :
 - o Localisation des prises d'air neuf (opposées à l'axe circulé) et de rejet (éloignées des prises d'air et des ouvrants des logements)
 - o Système de filtration performant en cas de ventilation double flux (filtres adaptés)
- Utiliser des peintures et matériaux à faible émission de COV et de formaldéhyde (label A+)

Durant les travaux :

- Suivre la mise en œuvre : bonnes pratiques chantier, respect des temps de séchage et surveillance de l'humidité, qualité des remblais, gestion des déchets, sur-ventilation ...

Après travaux et en phase d'exploitation :

- Vérifier la conformité en conception : débits réglementaires versus taux d'occupation, dimensionnement des CTA, positionnement des prises et rejets d'air...
- Prévoir une période avec le système de ventilation en fonctionnement voire en sur-ventilation, permettant l'évacuation des polluants
- S'assurer du bon fonctionnement de la ventilation avant de livrer le bâtiment
- Informer et sensibiliser les occupants sur les bons gestes pour une meilleure qualité de l'air : par exemple fourniture de détecteurs CO₂ aux acquéreurs pour les inciter à ventiler leurs logements
- Vérifier annuellement les débits et pressions des installations de VMC

À titre d'information, des labels et certifications permettent de favoriser une qualité de l'air intérieur satisfaisante comme par exemple :

- Pour les bureaux :
 - o HQE®
 - o BREEAM®
 - o WELL®
- Pour les logements :
 - o IntAIRieur®
 - o NF Habitat®
 - o NF Habitat HQE®

Il pourrait être judicieux d'envisager de passer ces certifications sur le volet air pour tout ou partie des bâtiments.

13 Annexe 1 : Documents de planification relatifs à l'air

DOCUMENTS NATIONAUX

PRÉPA

Le Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) est prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2015. Ce plan a pour objectif de protéger la population et l'environnement. Il fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. A la suite du précédent plan (2017-2021), un nouvel arrêté détaillant le plan 2022-2025, définissant de nouvelles mesures à mettre en œuvre pour la période 2022-2025 a été publié le 16 décembre 2022.

Ce plan regroupe dans un document unique les orientations et actions de l'État en faveur de la qualité de l'air sur le moyen et long terme dans de nombreux secteurs :

- Industrie : renforcement des exigences réglementaires et leur contrôle pour réduire les émissions d'origine industrielle, notamment via une augmentation des contrôles des installations classées (ICPE) dans les zones les plus polluées et pour les installations les plus émettrices.
- Transport :
 - o Favorisation de l'utilisation des véhicules les moins polluants, notamment à travers les aides à la conversion et la mise en place de zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) dans les agglomérations de plus de 150 000 habitants.
 - o Réduction des émissions du transport aérien, maritime et fluvial incluant notamment la réduction de l'usage des groupes électrogènes dans les aéroports ou le branchement à quai dans les ports.
- Résidentiel et tertiaire : poursuite de l'incitation à la rénovation thermique des logements et mise en œuvre du plan d'action pour la réduction des émissions de particules fines issues du chauffage au bois (meilleure information du public sur les impacts du chauffage au bois, renouvellement des appareils peu performants vers des appareils moins émetteurs, mise en œuvre de plans d'actions locaux).
- Agriculture :
 - o Recul progressif de l'usage de matériels d'épandage émissifs (buses palettes) au profit de matériels plus vertueux (rampes à pendillards, injecteurs) ;
 - o Enfouissement post-épandage rapide des fertilisants azotés ;
 - o Développement de l'utilisation de couvertures de fosses à lisier ;
 - o Développement de l'utilisation d'outils de pilotage pour adapter la dose d'azote apportée aux cultures ;
 - o Sensibilisation et formation des professionnels et futurs professionnels à la qualité de l'air en agriculture.

Les objectifs de réduction des émissions de cinq polluants, en application de l'Article L. 222-9 du Code de l'Environnement, sont présentés dans le Décret N° 2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques. Ils n'ont pas fait l'objet de mise à jour en décembre 2022.

Tableau 20 : Objectifs nationaux de réduction des émissions

Polluant	Années 2020 à 2024	Années 2025 à 2029	A partir de 2030
Dioxyde de soufre (SO ₂)	- 55 %	- 66 %	- 77 %
Oxydes d'azote (NO _x)	- 50 %	- 60 %	- 69 %
Composés Organiques Volatils autres que le méthane (COVNM)	- 43 %	- 47 %	- 52 %
Ammoniac (NH ₃)	- 4 %	- 8 %	- 13 %
Particules fines (PM _{2,5})	- 27 %	- 42 %	- 57 %

Les actions relatives au secteur des transports et de la mobilité (hors transports aérien et maritime) sont les suivantes :

- Encourager les mobilités actives et les transports partagés :
 - o Favoriser la mise en place de plans de mobilité par les entreprises et les administrations
 - o Inciter à l'utilisation des mobilités actives, notamment du vélo
 - o Favoriser les mobilités partagées
 - o Favoriser le report modal vers le transport en commun
 - o Favoriser le report modal vers le ferroviaire
- Favoriser l'utilisation de véhicules moins polluants
 - o Renforcer les dispositifs d'aides de l'Etat afin d'assurer la conversion des véhicules les plus polluants et l'achat de véhicules plus propres
 - o Mettre en œuvre des zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) par les collectivités
 - o Poursuivre le déploiement en équipement de certificats qualité de l'air (Crit'Air)
 - o Déploiement de bornes de recharges pour les véhicules électriques
 - o Poursuivre le renouvellement du parc public et des transports collectifs par des véhicules faiblement émetteurs
 - o Réduire les émissions de particules liées au freinage des véhicules
- Renforcer le contrôle des émissions des véhicules et engins mobiles
 - o Contrôler les émissions réelles des véhicules routiers
 - o Renforcer le contrôle technique des véhicules
 - o Soutenir l'adoption de nouvelles normes européennes ambitieuses

Des actions visant à l'amélioration des connaissances et à l'innovation sont également prévues :

- Améliorer les inventaires d'émissions
- Améliorer les connaissances sur l'origine des pollutions et leurs impacts
- Améliorer les connaissances sur l'ozone
- Identifier et évaluer les technologies et techniques de réduction et de contrôle des émissions de polluants atmosphériques

PNSE4

Le 4^{ème} Plan National Santé Environnement (PNSE) a pour objectif d'établir une feuille de route gouvernementale afin de réduire l'impact des altérations de l'environnement sur la santé. Celui-ci couvre la période 2021-2025. Sa mise en œuvre a été placée sous le copilotage des ministères en charge de l'environnement et de la santé.

Ce plan s'articule autour de 4 objectifs :

- S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes ;
- Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire ;
- Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires ;
- Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et des écosystèmes.

Il comporte 20 actions dont les suivantes concernent plus spécifiquement la qualité de l'air extérieur :

- Action n°1 : Connaître l'état de son environnement et les bonnes pratiques à adopter ;
- Action n°7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement ;
- Action n°17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement ;
- Action n°18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health.

DOCUMENTS REGIONAUX ET LOCAUX

PRSE3

À ce jour, le PNSE4 n'est pas décliné à l'échelle des régions.

Le troisième Plan Régional Santé Environnement (PRSE 3) de la Nouvelle Aquitaine pour la période 2017-2021, porté conjointement par l'Etat, la Région et l'Agence Régionale de Santé (ARS) et adapté du PNSE 3 (prédécesseur du PNSE4, à l'échelle nationale), décline diverses actions pour lutter contre les impacts sanitaires provenant de l'environnement. Cinq objectifs structurent ce plan :

- Agir sur les pesticides et les risques émergents ou qui progressent,
- Promouvoir un environnement favorable à la santé et adapté aux caractéristiques des territoires,
- Améliorer la qualité de l'eau potable et l'accès à une alimentation saine et durable,
- Protéger la santé des femmes enceintes, des jeunes enfants et des jeunes,
- Permettre à chacun d'être acteur de sa santé.

Dans ces axes de travail figurent des actions concrètes telles que :

- Contribuer à l'amélioration des connaissances sur les pesticides et à leur diffusion,
- Améliorer et intensifier l'information sur la lutte contre la prolifération du moustique tigre
- Agir avec une approche globale et intégrée pour l'amélioration de l'air intérieur dans l'habitat,
- Inciter les personnes responsables de la production et de la distribution de l'eau (maîtres d'ouvrages et exploitants) à mettre en œuvre des Plans de Gestion de la Sécurité Sanitaire de l'Eau (PGSSE)

PCAET

Le Grand Périgueux a adopté en 2019 son nouveau plan climat. Ce dernier repose sur trois grands axes :

- Diminuer la consommation d'énergie à l'horizon 2030 ;
- Préserver les ressources naturelles ;
- Devenir une agglomération à haute qualité environnementale.

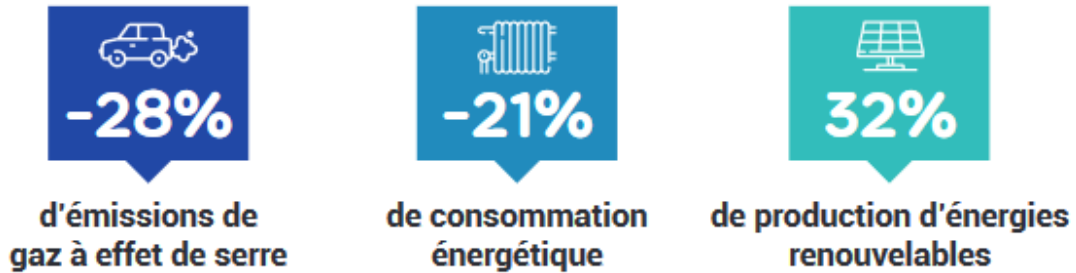


Figure 30 : Objectifs chiffrés du PCAET du Grand Périgueux d'ici 2030

Six thématiques sont notamment développées afin d'atteindre les objectifs fixés :

1. Mobilité : réduire les déplacements motorisés et leurs impacts
2. Aménagement et urbanisme : planifier des règles d'urbanisme durable et intégrer l'excellence environnementale dans les projets de construction et d'aménagement
3. Rénovation des bâtiments : Améliorer l'empreinte écologique des bâtiments publics et privés et lutter contre la précarité énergétique
4. Energies renouvelables : Produire des énergies renouvelables locales et acceptables
5. Activités économiques : Faire de la transition énergétique une opportunité de développement économique.
6. Communication, sensibilisation : Sensibiliser et mobiliser l'ensemble des acteurs.

14 Annexe 2 : Méthodes de mesure

DIOXYDE D'AZOTE

Le dioxyde d'azote NO_2 est mesuré à l'aide d'un échantillonneur passif long term de marque Passam dans lequel il diffuse et est piégé sur un support solide imprégné de triéthanolamine (TEA).

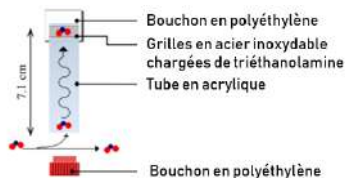


Figure 31 : Principe de l'échantillonneur passif Passam

L'analyse est ensuite conduite par spectrophotométrie dans le visible à 542 nm par le laboratoire Passam AG.

BENZENE

Le benzène est mesuré à l'aide d'un échantillonneur passif de marque Radiello. Le dispositif Radiello® est composé d'une cartouche adsorbante, d'un corps diffusif et d'un support.

L'échantillonneur diffusif comprend deux surfaces cylindriques et coaxiales, la première diffusif et la seconde adsorbante. Sous un gradient de concentration, les molécules pénètrent la surface diffusif et sont piégées par la surface adsorbante. L'échantillonneur par diffusion est exposé à l'air pendant une durée définie. La concentration du gaz recherché en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est ensuite calculée à partir de la masse du composé retrouvée sur le tube après analyse et le débit de piégeage défini par le fabricant.



Figure 32 : Échantillonneur passif Radiello

Pour la recherche de benzène, la cartouche utilisée (Radiello code 145) est un tube de 4,8 mm de diamètre en filet acier inoxydable rempli avec 350 ± 10 mg de charbon graphité. Les mesures sont conduites conformément à la norme NF EN ISO 16017-2. Lors de l'analyse, les composés piégés sont désorbés par désorption thermique, puis analysés par Chromatographie Gazeuse (GC) capillaire couplée à un détecteur FID ou MS.

L'analyse des échantillons est effectuée par le laboratoire WESSLING.

PARTICULES (PM₁₀ ET PM_{2,5})

La mesure en continu des particules PM₁₀ et PM_{2,5} a été réalisée à l'aide d'une station de suivi de la qualité de l'air extérieur pouvant mesurer en continu ces polluants : le capteur NEMO® (Next Environmental Monitoring) QAE. La fréquence d'échantillonnage est de 10 minutes.

Tableau 21 : Caractéristiques du Nemo QAE

Caractéristiques techniques du capteur interne	
PM₁₀ / PM_{2,5}	
Méthode de détection/Type de capteur	Laser néphélomètre
Canaux de mesure	0 - 1 000 µg/m ³
Pas de temps	10 min




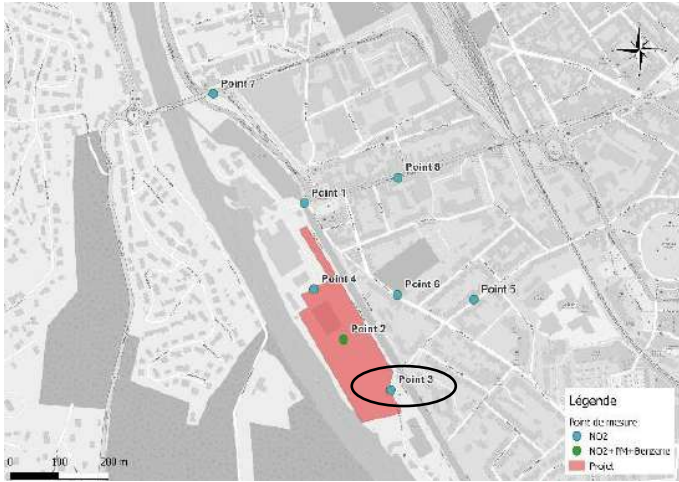



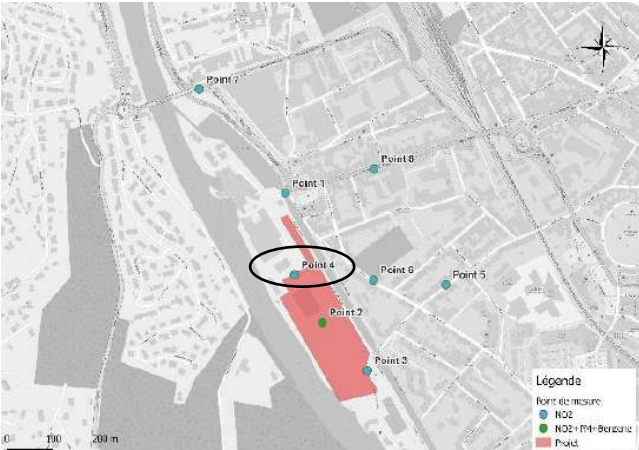

Figure 33 : Nemo QAE

15 Annexe 3 : Fiches descriptives des points de mesure

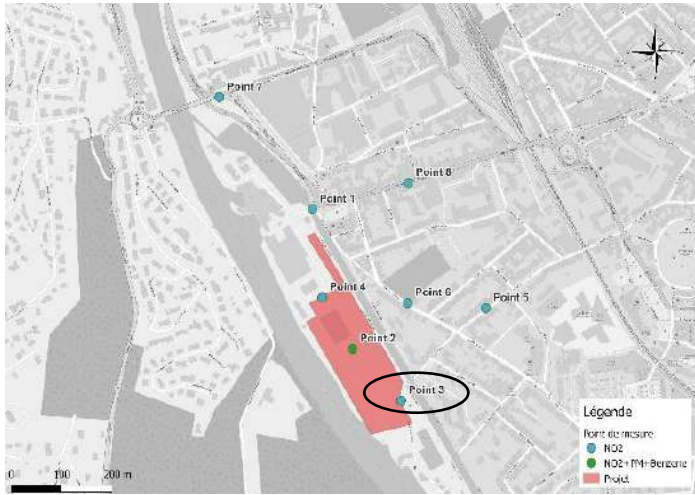

1		Périgueux			
Caractérisation du site					
Désignation du site	Point 1	Coordonnées géographiques	Latitude	45.183542 N	
			Longitude	0.703843 E	
Conditions d'exposition					
Type de milieu	Urbain	Début de la mesure	Fin de la mesure		
Distance à la voie la plus proche	2 m (Promenade du canal)	09/11/2022	23/11/2022		
Type de support	Lampadaire				
Illustrations					
					
Résultats					
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose		
NO ₂	FIX-170	12:05	14:21		


2		Périgueux		
Caractérisation du site				
Désignation du site	Point 2	Coordonnées géographiques	Latitude	45.181051 N
			Longitude	0.7048634 E
Conditions d'exposition				
Type de milieu	Urbain	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	75 m (Chemin de Halage)	09/11/2022	23/11/2022	
Type de support	Armature entreprise Barcométal			
Illustrations				
 <p>The illustration block contains two images. On the left is a map of an urban area with several measurement points labeled Point 1 through Point 8. Point 2 is highlighted with a red circle and a red background. A legend in the bottom right of the map indicates: Point de mesure (blue dot), NO2 (green dot), NO2 + PM10 + Benzène (red dot), and Point (red area). On the right is a photograph of a measurement station mounted on a metal pole, showing a white cylindrical sensor and a blue box.</p>				
Résultats				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO ₂	FIX-182	13:53	14:55	
Benzène	W-145-618	13:53	14:55	
PM10, PM2.5	QAE 3	13:53	14:55	

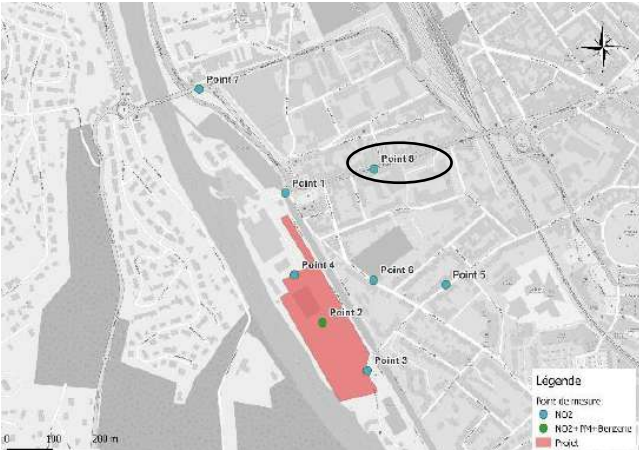

3		Périgueux		
Caractérisation du site				
Désignation du site	Point 3	Coordonnées géographiques	Latitude	45.180133 N
			Longitude	0.7060898 E
Conditions d'exposition				
Type de milieu	Urbain	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	1 m (Chemin du Rousseau)	09/11/2022	23/11/2022	
Type de support	Poteau électrique			
Illustrations				
 				
Résultats				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO ₂	FIX-180	12:55	14:43	

4		Périgueux		
Caractérisation du site				
Désignation du site	Point 4	Coordonnées géographiques	Latitude	45.181970 N
			Longitude	0.7041017 E
Conditions d'exposition				
Type de milieu	Urbain	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	76 m (Chemin de Halage)	09/11/2022	23/11/2022	
Type de support	Grillage			
Illustrations				
				
Résultats				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO ₂	FIX-163	14:03	15:04	

5		Périgueux		
Caractérisation du site				
Désignation du site	Point 5	Coordonnées géographiques	Latitude	45.181782 N
			Longitude	0.708228 E
Conditions d'exposition				
Type de milieu	Urbain	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	3 m (Rue Paul Bert)	09/11/2022	23/11/2022	
Type de support	Panneau de signalisation			
Illustrations				
Résultats				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO ₂	FIX-169 FIX-193 FIX-159	12:42	14:33	

6		Périgueux		
Caractérisation du site				
Désignation du site	Point 6	Coordonnées géographiques	Latitude	45.181873 N
			Longitude	0.7062581 E
Conditions d'exposition				
Type de milieu	Urbain	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	3 m (Rue Claude Bernard)	09/11/2022	23/11/2022	
Type de support	Lampadaire			
Illustrations				
 				
Résultats				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO ₂	FIX-168	12:31	14:30	

7		Périgueux		
Caractérisation du site				
Désignation du site	Point 7	Coordonnées géographiques	Latitude	45.185536 N
			Longitude	0.7014973 E
Conditions d'exposition				
Type de milieu	Urbain	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	2 m (D6089)	09/11/2022	23/11/2022	
Type de support	Lampadaire			
Illustrations				
 <p>The illustration consists of two parts. On the left is a map of an urban area in Périgueux, showing several measurement points labeled Point 1 through Point 8. Point 7 is circled in black. A red shaded area on the map indicates the location of the measurement point. A legend in the bottom right of the map identifies the symbols: a blue dot for 'Point de mesure', a green dot for 'NO2', a red dot for 'NO2 + PM10-Berisane', and a red square for 'Point'. On the right is a photograph of a street scene. A blue and white circular sign with a diagonal line is mounted on a pole, with a rectangular sign below it that reads 'LIMITÉ A 40'. The street is paved and has trees and buildings in the background.</p>				
Résultats				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO ₂	FIX-161	12:17	14:14	

8		Périgueux		
Caractérisation du site				
Désignation du site	Point 8	Coordonnées géographiques	Latitude	45.184012 N
			Longitude	0.7062757 E
Conditions d'exposition				
Type de milieu	Urbain	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	2 m (Allée du Port)	09/11/2022	23/11/2022	
Type de support	Lampadaire			
Illustrations				
				
Résultats				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO ₂	FIX-157	11:57	14:04	

16 Annexe 4 : Validation des mesures

Afin de s'assurer de la fiabilité des résultats, pour les prélèvements par échantillonnage passif, la validation technique est réalisée à partir du résultat analytique d'un doublon au point 5.

Le résultat est le suivant :

Tableau 22 : Doublon sur le dioxyde d'azote

Paramètre	Titulaire	Doublon	Moyenne	Écart relatif moyen
NO ₂	11,9	11,2	11,5	5,5 %

L'écart observé témoigne d'une répétabilité très satisfaisante.

Le blanc réalisé sur ce même point atteste d'une absence de contamination des échantillons (résultat inférieur à la limite de quantification du laboratoire).

17 Annexe 5 : Rapport d'analyses du laboratoire PASSAM AG – NO₂ - Référence FIX12236

Rapport d'essai de mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

NO₂ Mesure du dioxyde d'azote par un échantillonneur passif

informations client client: ISPIRA ID client: FIX contact: Marie GUIBERT, Marie LEFORT projet: Périgueux référence:	échantillonneurs passifs date de réception: 20.11.2022 type: tube (Palms) polluant: NO ₂ limite de détection: 0.75 µg/m ³ (14 jours) taux d'échantillonnage: 0.734 [ml/min] filtre de protection: oui	analyse méthode: SP01 photomètre, Saizmann analyse: NO ₂ date: 30.11.2022 lieu: passam ag	rapport de test créé le: 01.12.2022 créé par: K. Bodai vérifié le: 05.12.2022 vérifié par: S. Huber nom de fichier: FIX012236 pages: 1
--	---	--	--



note: s'applique à l'échantillon tel que reçu, les résultats inférieurs à la limite de détection sont indiqués par "<" et la valeur associée; cette méthode est accréditée selon ISO/IEC 17025
 incertitude des mesures <25%, taux d'échantillonnage basé sur 20 °C, plus d'informations sur www.passam.ch

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				mesure			résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début		fin		temps d'expo. [h]	blanc [ABS]	échantillon dilution	valeur [ABS]	m analyté/ sampler [µg]	
Point 1	FIX-170	44735	09/11/2022	12:05	23/11/2022	14:21	330.3	0.001	1	0.071	0.10	
Point 2	182	44735	09/11/2022	13:53	23/11/2022	14:55	337.0	0.001	1	0.042	0.09	
Point 3	180	44735	09/11/2022	12:55	23/11/2022	14:43	337.8	0.001	1	0.042	0.09	
Point 4	183	44735	09/11/2022	14:03	23/11/2022	15:04	337.0	0.001	1	0.045	0.10	
Point 5	180	44735	09/11/2022	12:42	23/11/2022	14:33	337.0	0.001	1	0.076	0.17	
Point 5 doublet	103	44735	09/11/2022	12:42	23/11/2022	14:33	337.0	0.001	1	0.072	0.16	
Point 6	100	44735	09/11/2022	12:31	23/11/2022	14:30	330.0	0.001	1	0.113	0.25	
Point 7	161	44735	09/11/2022	12:17	23/11/2022	14:14	314.0	0.001	1	0.119	0.20	
Point 8	157	44735	09/11/2022	11:57	23/11/2022	14:04	290.1	0.001	1	0.195	0.43	
Blanc	159	44735	09/11/2022	12:42	23/11/2022	14:33	265.9	0.001	1	0.003	< 0.001	

18 Annexe 6: Rapport d'analyses du laboratoire WESSLING - Benzène - Référence UPA 22 046893



Accréditation n° 1-1364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr



Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Suivi par :

WESSLING France, 3 Avenue de Norvège, ZA de Courtaboeuf, 91140 Villebon-Sur-Yvette

ISPIRA

Madame Marie LEFORT

AGENCE IDF c/ Work & Share

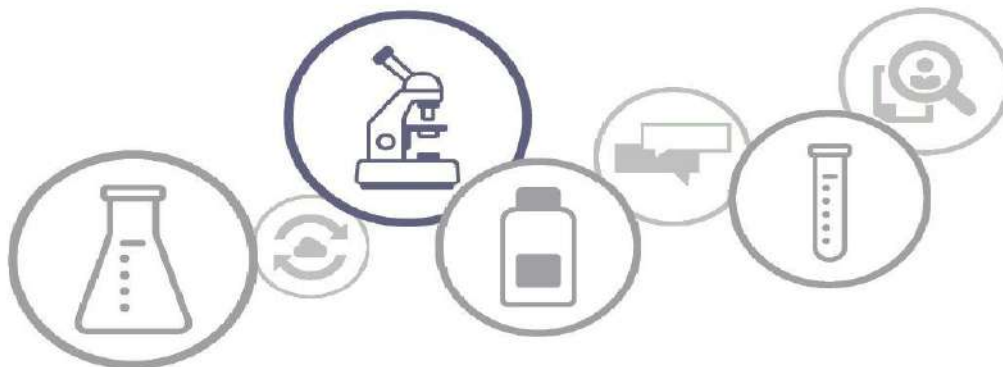
6 rue des Bateliers

92110 CLICHY

N° rapport d'essai UPA22-046893-1
N° commande UPA-16326-22
Interlocuteur (interne) A. Santos
Téléphone +33 164 474 911
Courrier électronique Ana.Santos@wessling.fr
Date 02.12.2022

Rapport d'essai

0001040 - Périgueux



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/IEC 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n° 1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de traitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Rapport d'essai n° : UPA22-046883-1
 Projet : 0001040 - Périgueux



Quality of Life

WESSLING France
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)9 72 53 90 56
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 02.12.2022

N° d'échantillon 22-176558-01
 Désignation d'échantillon Unité Point 2

Composés organiques volatils (COV)

Composés organiques volatils (COV) - NF EN ISO 16017-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Date d'extraction		30/11/2022			
Type de support / N° de lot		Radiello 145			
Benzène		200 (A)			
CAS : 71-43-2	ng	± 15%			
Incertitudes de mesure (k=2 ; 95%)					

Informations sur les échantillons

Date de réception :	29.11.2022			
Type d'échantillon :	Air ambiant			
Date de prélèvement :	23.11.2022			
Heure de prélèvement :	00.00			
Récepteur :	RAD145-618			
Température à réception (C°) :	0,2°C			
Début des analyses :	29.11.2022			
Fin des analyses :	02.12.2022			
Préleveur :	Client			

Rapport d'essai n° : UPA22-046893-1
Projet : 0001040 - Périgueux



WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

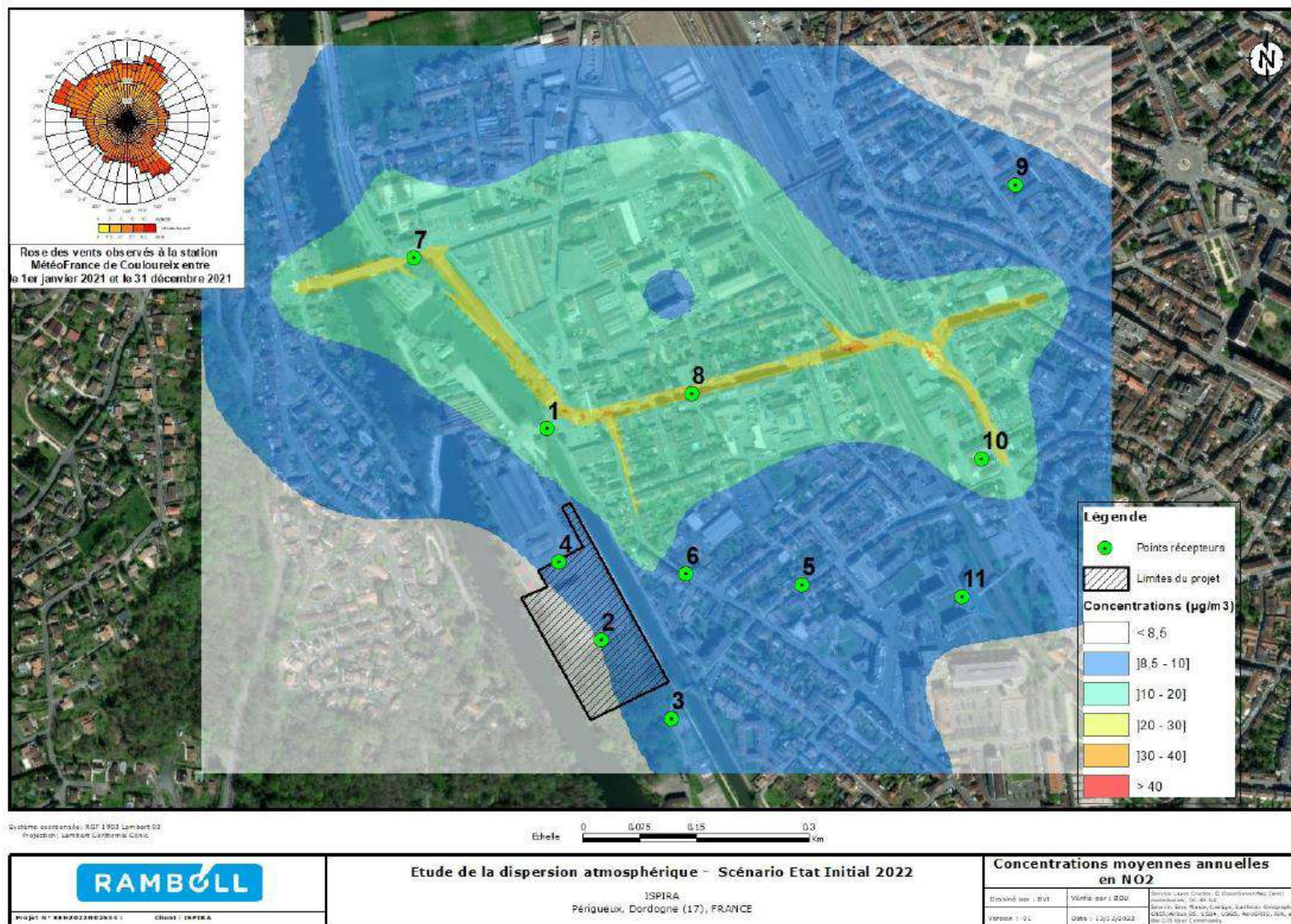
Le 02.12.2022

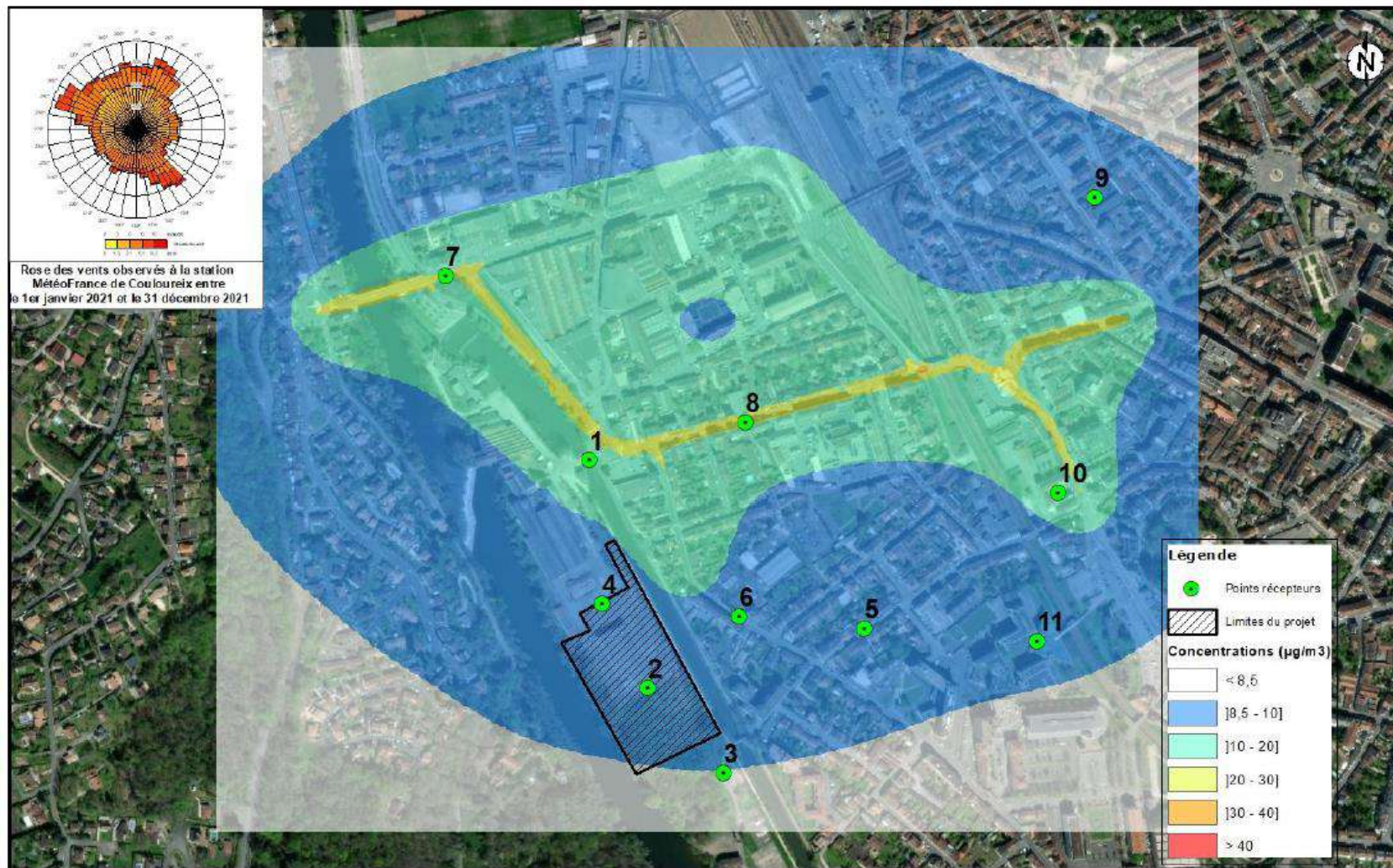
Informations sur vos résultats d'analyses :

Les résultats fournis et les limites de quantification indiquées ne prennent pas en compte le rendement de désorption du support.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction d'interférences chimiques.

Approuvé par :
Audrey GOUTAGNIEUX
Directrice de Production des Laboratoires France
Le 02 décembre 2022

19 Annexe 7 : Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote

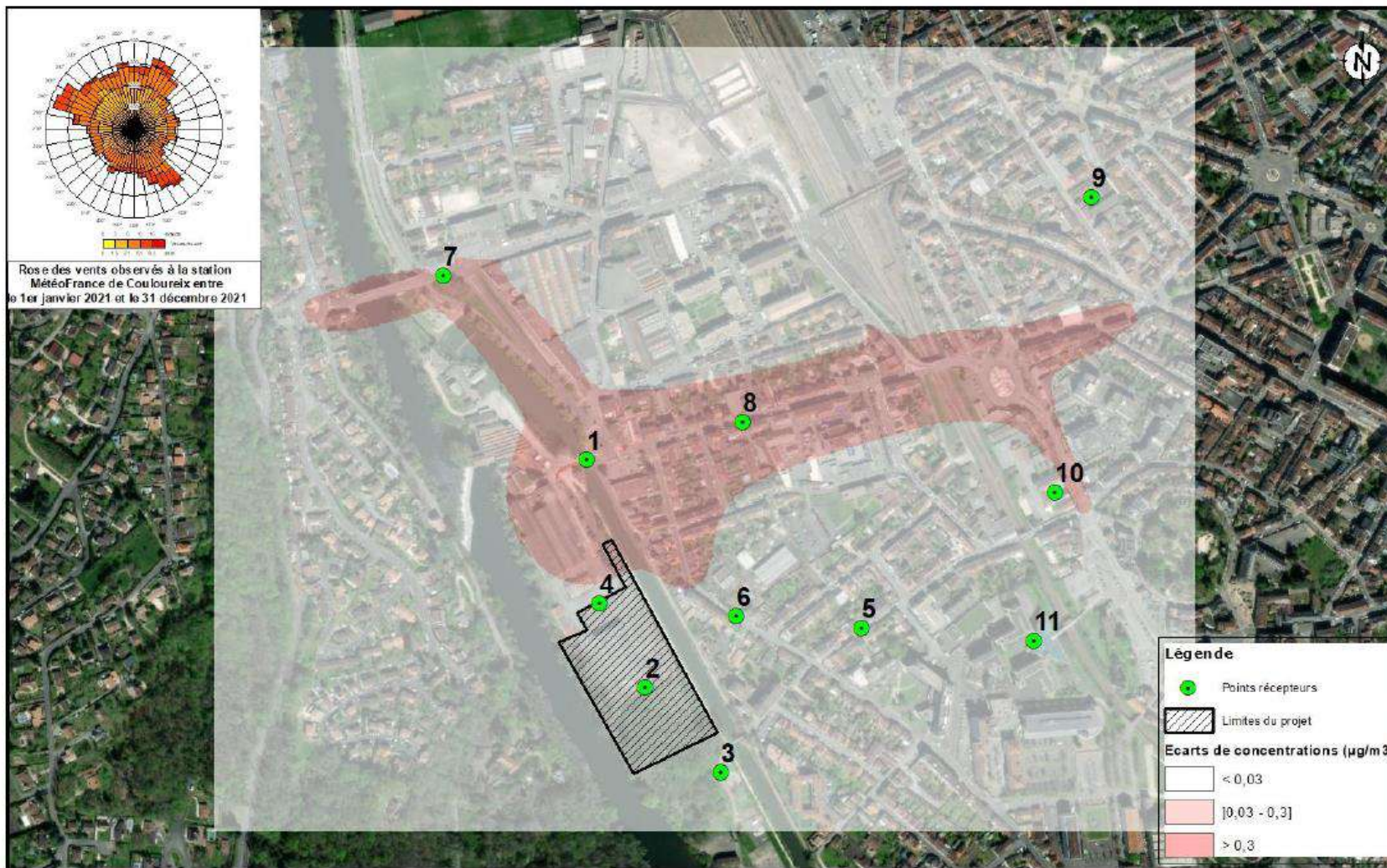




Système coordonné: RGF 1903 Lambert 93
Projection: Lambert Conformé Conic

Echelle 0 0,075 0,15 0,3 km

	Etude de la dispersion atmosphérique - Scénario sans projet 2025		Concentrations moyennes annuelles en NO₂	
	ISPIRA Périgueux, Dordogne (17), FRANCE		Document : DDU Version : 01	Vitesse : DDU Date : 12/12/2022



Systeme coordonné: RGF 1903 Lambert 93
Projection: Lambert Conformé Conic

Projet N° 20210069R1_V1 CREDIT : ISPIRA

Etude de la dispersion atmosphérique - Écarts de concentrations entre 2025 Projet et 2025 Référence

ISPIRA
Périgueux, Dordogne (17), FRANCE

Écarts de concentrations moyennes annuelles en NO₂

Émis par : BVI	Vérifié par : BDU	Service Lead Design : © Objectivemoteo (SAS)
		modélisation : G. de la
Version : 01	Date : 12/12/2022	Source : Sans Revue, Google, Satellite, Esri/DeLorme, IGN, Esri, Mapbox, OpenStreetMap, Swisstopo, UTM, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community