



AGENCE PUBLIQUE
POUR L'IMMOBILIER
DE LA JUSTICE

MESURES DE QUALITE L'AIR – ETABLISSEMENT PENITENTIAIRE DE VANNES (56)

Rapport d'étude

V2 – *Novembre 2024*

IDENTIFICATION DU DOCUMENT

Projet	ÉTABLISSEMENT PÉNITENTIAIRE – Site de Vannes		
Maître d’Ouvrage	APIJ		
Document	Étude de qualité de l’air		
Version	Version 2	Date	Novembre 2024

REVISION DU DOCUMENT

Version	Date	Rédacteur(s)	Qualité du rédacteur(s)	Contrôle	Modifications
1	04/11/2024	P.MONTENOT	Chargé Etude	V.MICHAUD A.BOLLIET	Version initiale
2	15/11/2024	P.MONTENOT	Chargé Etude	V.MICHAUD A.BOLLIET	Corrections

SOMMAIRE

1. Introduction3

1.1. PREAMBULE3

1.2. RAPPEL REGLEMENTAIRE4

1.3. NOTIONS GENERALES SUR LES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES6

2. Caractérisation de la qualité de l'air11

2.1. MOYENS DE MESURES 11

2.2. CONDITIONS METEOROLOGIQUES 13

2.3. VALIDITE DES POINTS DE MESURES..... 18

2.4. INTERPRETATION DES RESULTATS 19

2.5. COMPARAISON AUX NORMES EN VIGUEUR 19

3. Synthèse de l'état initial.....20

4. Annexes21

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Plan de situation (Egis)..... 3

Figure 2 : Schéma de création de l'accès au futur centre pénitentiaire4

Figure 3 : Disposition des capteurs de dioxyde d'azote dans le boîtier (Egis)..... 11

Figure 4 : Plan d'échantillonnage (Egis)..... 13

Figure 5 : Localisation de la station Météo France Vannes-Séné 15

Figure 6 : Températures moyennes observées à la station Vannes-Séné durant la campagne (Egis-Météo France) 16

Figure 7 : Températures moyennes et précipitations à la station Vannes-Séné durant la campagne (Egis-Météo France)..... 16

Figure 8 : Précipitations cumulées à la station Vannes-Séné durant la campagne (Egis-Météo France) 17

Figure 9 : Rose des vents lors de la campagne estivale sur la station Vannes-Séné (Egis-Météo France) 17

Figure 10 : Rose des vents moyenne 3 ans sur la station Vannes-Séné (Egis-Météo France)..... 18

Tableau 1 : Critères nationaux de la qualité de l'air 10

Tableau 2 : Critères de localisation des sites de mesures Egis 13

Tableau 3 : Résultats de la campagne de mesure estivale du 05/09/2024 au 03/10/2024 (Egis – Passam) 19

1. Introduction

1.1. Préambule

Dans le cadre de la gestion par l'APIJ du parc immobilier du ministère de la Justice, il est envisagé la création d'une voie nouvelle pour accéder à l'établissement pénitentiaire de Vannes (56

Dans ce contexte, l'APIJ a missionné Egis pour la réalisation de mesures in situ de NO₂ (polluant retenu pour la pollution routière).

Ce projet est localisé dans le département du Morbihan sur la commune de Vannes (Cf. Figure 1).

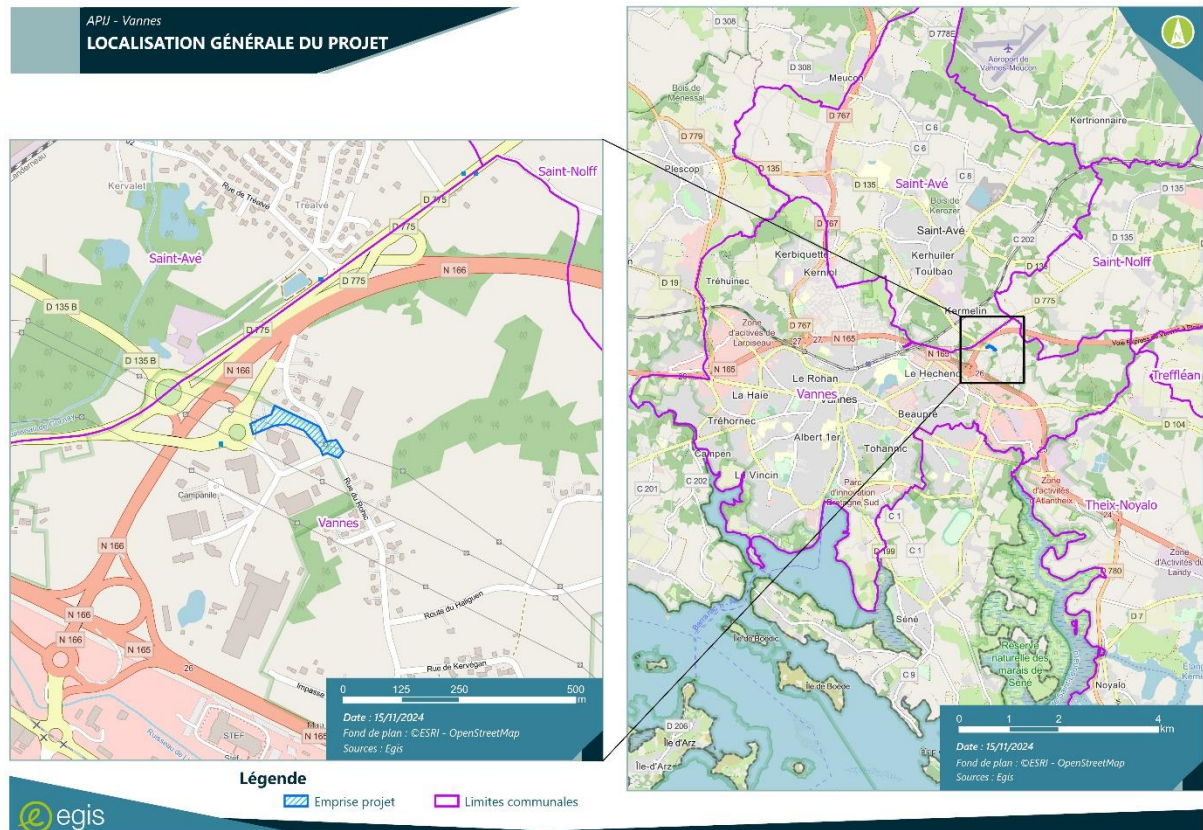


Figure 1 : Plan de situation (Egis)

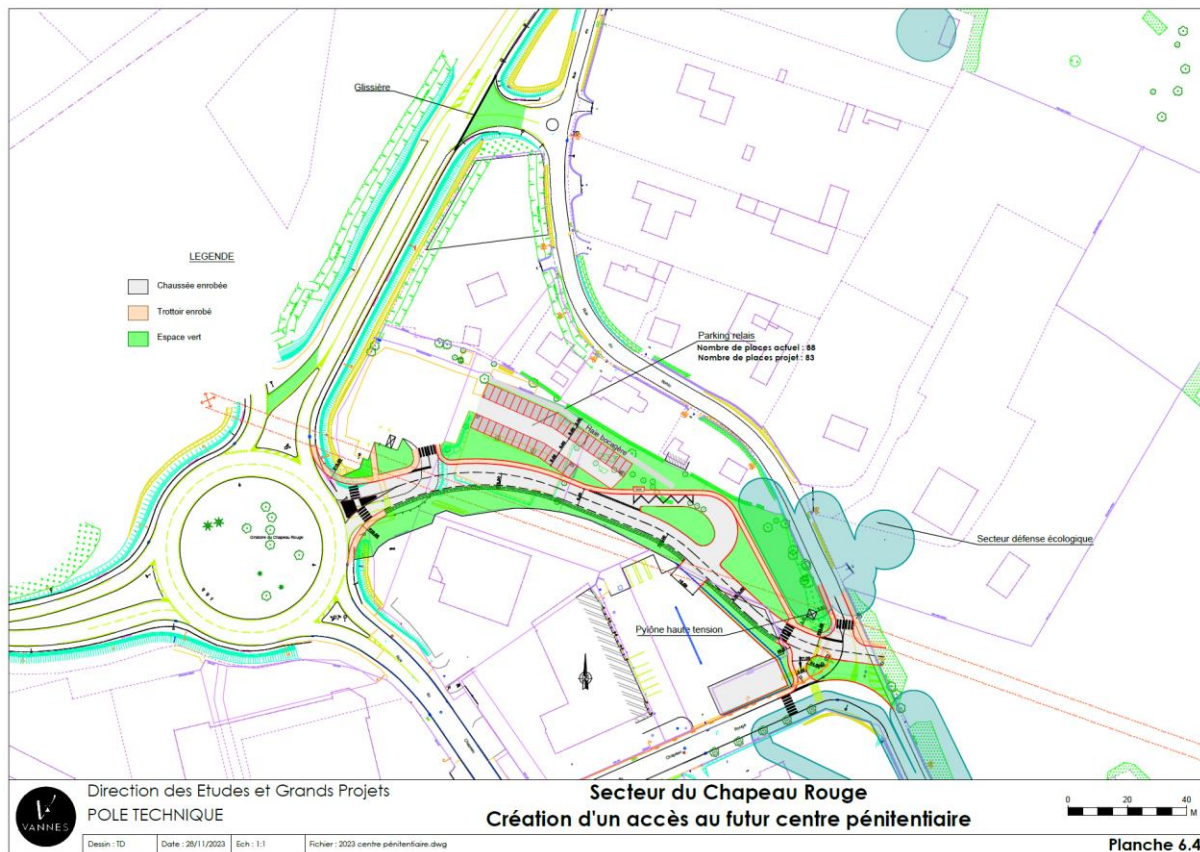


Figure 2 : Schéma de création de l'accès au futur centre pénitentiaire

1.2. Rappel réglementaire

En matière de pollution atmosphérique, la réglementation française est transcrite au travers de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Loi LAURE) du 30 décembre 1996, codifiée aux articles L.220-1 et L.220-2 du Code de l'environnement, qui définit « le droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé ».

La méthodologie des études air et santé des études d'impact s'inscrit dans le référentiel réglementaire et s'appuie sur les documents suivants :

- Le Code de l'environnement, avec en particulier :
 - l'article L.122-1 (partie législative) imposant que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact ;
 - l'article R.122-5 (partie réglementaire) décrivant le contenu attendu d'une étude d'impact et prévoyant qu'une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement soit réalisée, en particulier sur l'air et la santé. Ainsi, conformément à cet article, le volet « air et santé » des études environnement doit fournir dans le cadre des études préalables les éléments techniques nécessaires à la réalisation de l'étude d'impact présentée à l'enquête publique ;
- La circulaire Direction Générale de la Santé (DGS) n°2000-61 du 3 février 2000 relative au guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impacts ;
- La directive européenne n°2008/50/CE du 21 mai 2008 relative à la qualité de l'air ambiant et à un air pur pour l'Europe et qui fusionne les Directives 1999/30/CE, 2000/69/CE et 2002/3/CE ;
- La résolution législative du Parlement européen du 24 avril 2024 sur la proposition de directive du Parlement européen et du Conseil concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe (texte non encore voté) ;

- L'avis de l'Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (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 pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – InVS - février 2000 ;
- Le guide méthodologique pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées – Institut National de l'Environnement industriel et des RISques (INERIS) – 2021 ;
- Le guide de recommandations sur l'échantillonnage spatial intitulé « Adaptation des plans d'échantillonnage aux objectifs des campagnes », Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) – 2007 ;
- La note de la DGS n°2014-307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- La note technique relative à l'évaluation des projets de transport, Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM) – 27 juin 2014 ;
- L'étude d'impact - Projets d'infrastructures linéaires de transport – Centre d'Études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) – décembre 2020 ;
- L'instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national – DGITM – 8 novembre 2018 ;
- La note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019.

Ainsi, même si le projet concerne plus un projet d'aménagement (construction d'un nouveau centre pénitentiaire) qu'un projet routier *stricto sensu*, la production de cette étude sera réalisée sur la base de la note technique du 22 février 2019¹ relative aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières. Cette note technique est venue actualiser la précédente note de 2005, annexée à la circulaire DGS/SD7B/2005/273 du 25 février 2005. Bien que cette réglementation soit spécifique aux projets routiers, c'est à ce jour la réglementation de référence pour les projets urbains ou les projets d'aménagement, sur laquelle s'appuient les services instructeurs.

Aussi, dans le contexte de ce projet (construction d'un nouveau centre pénitentiaire) et de cette note technique, un état initial de la qualité de l'air a été réalisé en mesurant les teneurs en NO₂, principal traceur de la pollution issue du trafic routier.

¹ Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières - Document 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. Version du document du 22 02 2019 - CEREMA

1.3. Notions générales sur les polluants atmosphériques

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

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

1.3.1 Origine et toxicité des principaux polluants atmosphériques

1.3.1.1 Les oxydes d'azote (NO_x)

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

Les principales sources d'oxydes d'azote sont le transport routier et les installations de combustion. Le pot catalytique a permis, depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence, mais l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de la forte augmentation du trafic et de la durée de renouvellement du parc automobile. De plus, les véhicules diesel, en forte progression ces dernières années, rejettent davantage de NO_x que les véhicules essence. Le dioxyde d'azote est un polluant indicateur du transport routier.

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

1.3.1.2 Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone se forme lors des combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul, bois). Ces principales sources sont le trafic routier et le chauffage résidentiel.

Le monoxyde de carbone agit comme un gaz asphyxiant. À des fortes teneurs et en milieu confiné, il se combine avec l'hémoglobine du sang empêchant l'oxygénation de l'organisme. Il peut alors causer des intoxications (maux de tête, vertiges, voire coma) et peut être mortel en cas d'exposition prolongée à des concentrations élevées.

1.3.1.3 Le dioxyde de soufre (SO_2)

Le dioxyde de soufre est un sous-produit de la combustion du soufre contenu dans les matières organiques. Les émissions de SO_2 sont ainsi directement liées aux teneurs en soufre des combustibles (gazole, fuel, charbon...).

Le dioxyde de soufre est généralement associé à une pollution d'origine industrielle, en raison principalement des consommations en fioul lourd et en charbon de ce secteur.

Le dioxyde de soufre est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires. L'inflammation de l'appareil respiratoire entraîne de la toux, une exacerbation de l'asthme, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires.

1.3.1.4 Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

Les COVNM regroupent un ensemble de composés formés d'atomes d'hydrogène et de carbone (hydrocarbures), associés parfois à d'autres atomes comme l'azote, le chlore, le soufre, les halogènes (brome, chlore, fluor, etc.), le phosphore ou l'oxygène. Ces composés se caractérisent par une grande volatilité dans les conditions normales de température et de pression.

Ils proviennent des transports et de nombreux procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants, imprimerie, etc.) mais également d'usages domestiques (utilisation de solvants, application de peinture).

Leurs effets sont très divers selon la nature des composés : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des voies respiratoires, une diminution de la capacité respiratoire ou des risques d'effets mutagènes et cancérogènes (formaldéhyde, benzène, etc.).

Le **benzène (C₆H₆)** est un Hydrocarbure Aromatique Monocyclique (HAM). Il peut être d'origine naturelle (volcans, feux de forêts, pétrole ou gaz naturel), mais il a surtout une origine anthropique (gaz d'échappement, manufactures, industrie, fumée de tabac). Il est émis majoritairement par le trafic routier, notamment les véhicules à motorisation essence dont les deux roues motorisées.

Le benzène est classé parmi les « cancérogènes certains pour l'homme » (leucémie myéloïde aiguë groupe I, Classification du CIRC). Sa toxicité hématologique par atteinte de la moelle osseuse est connue depuis longtemps. Elle touche toutes les lignées sanguines et peut se manifester par une anémie ou, plus rarement, une polyglobulie (lignée des globules rouges), une leucopénie ou parfois une hyperleucocytose (globules blancs) ou une thrombopénie (plaquettes).

1.3.1.5 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

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

Le **benzo(a)pyrène (C₂₀H₁₂)** est formé lors de combustion incomplète ou de la pyrolyse de matériaux organiques. Ainsi, il est présent dans les suies et fumées de toutes origines, dans les gaz d'échappement des moteurs à explosion, dans la fumée de cigarette, etc.

Le benzo(a)pyrène, considéré comme traceur de la pollution urbaine aux HAP, est reconnu comme cancérogène catégorie 1² pour l'homme. Par ailleurs, l'Union européenne l'a classé comme toxique pour la reproduction, catégorie 2 (fertilité et développement).

² Substances dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré

1.3.1.6 Les particules en suspension

Les particules constituent un mélange complexe étant donné la variété de leurs compositions chimiques et de leurs tailles. La surveillance réglementaire porte sur les particules PM10 (de diamètre inférieur à 10 µm) et PM2,5 (de diamètre inférieur à 2,5 µm).

Les sources de particules sont multiples. Elles sont émises par la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), le secteur résidentiel et tertiaire, le trafic routier, l'industrie (incinération, sidérurgie), l'agriculture, les chantiers et les carrières. Les particules PM2,5 sont majoritairement formées par les phénomènes de combustion (secteur résidentiel et tertiaire, trafic routier), tandis que les activités mécaniques (secteur agricole, chantier) favorisent la formation des particules de taille plus importante (PM10). Les sources indirectes de particules résultent essentiellement de la transformation chimique des polluants gazeux et des processus de remise en suspension des poussières déposées au sol.

Selon leur granulométrie (taille), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. De plus, les particules fines peuvent véhiculer des substances toxiques. L'ensemble des particules fines, ainsi que la pollution de l'air extérieur, est classé comme cancérigènes certains (groupe 1) pour l'homme par l'OMS depuis 2016.

1.3.1.7 Les métaux lourds

Les métaux lourds proviennent majoritairement de la combustion des combustibles fossiles (charbon, pétrole), de la combustion des ordures ménagères, ainsi que de certains procédés industriels (métallurgie des métaux non ferreux notamment).

Dans le cadre des études air et santé des infrastructures de transport routier, deux métaux sont retenus : le nickel et l'arsenic.

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

Le nickel, absorbé par voie respiratoire en exposition chronique, provoque un effet inflammatoire sur les muqueuses nasales et les bronches. Le nickel est considéré comme agent potentiellement cancérigène par le CIRC, en revanche les oxydes de nickel sont classés dans le groupe 1, c'est-à-dire reconnus cancérigènes pour l'homme par le CIRC et l'Union européenne. L'exposition aiguë est responsable de troubles digestifs et généraux assez limités, une détresse respiratoire est possible après inhalation. Il n'est pas irritant pour la peau. Le nickel est un sensibilisant cutané (eczéma) et respiratoire (rhinite, asthme), l'inhalation répétée provoque des bronchites chroniques. Le nickel provoque un risque accru de tumeurs de la cavité nasale et des poumons.

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

L'arsenic est essentiellement absorbé par voie digestive, mais aussi par voie respiratoire et à un moindre degré par voie cutanée. L'exposition aiguë par ingestion peut provoquer des atteintes digestives parfois graves, des atteintes neurologiques centrale et périphérique, cardiovasculaire, hépatique ou rénale pouvant aller jusqu'à la mort. Par inhalation, on observe une irritation respiratoire et conjonctivale. L'exposition cutanée peut être responsable d'atteintes neurologiques. Des irritations cutanées et de graves brûlures oculaires sont possibles lors de contacts cutanés ou muqueux. Une exposition répétée ou prolongée pourrait entraîner des signes cutanés, muqueux, phanériens (cheveux, poils et ongles) et des atteintes neurologiques ou hématologiques. L'augmentation du nombre de cancers du poumon et de la peau est décrite dans plusieurs études.

1.3.2 Réglementation dans l'air ambiant

- Les critères nationaux de la qualité de l'air sont définis aux articles R.221-1 à R.221-3 du Code de l'environnement. Les principales valeurs mentionnées dans la réglementation française sont synthétisées dans le Tableau 1.
- Les définitions de ces valeurs seuils sont rappelées ci-après.
 - **Valeur limite** : niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
 - **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, à atteindre sur une période donnée dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
 - **Valeur cible** : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
 - **Seuil d'information et de recommandation** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel des effets limités et transitoires sont constatés sur la santé de catégories de la population particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée ;
 - **Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

À titre indicatif, les **recommandations de l'OMS** sont présentées dans ce tableau. Il s'agit de valeurs guide pour la protection de la santé humaine qui à ce jour ne sont pas réglementaires. Elles sont non réglementaires, donc non contraignantes.

À titre indicatif également, les **propositions inscrites dans la résolution législative du Parlement européen du 24 avril 2024 sur la proposition de directive du Parlement européen et du Conseil concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe** (texte non encore voté) **pour les Valeurs limites à atteindre au 1^{er} janvier 2030** sont indiquées dans ce tableau. Il s'agit encore de valeurs non promulguées qui sont *de facto* non contraignantes mais qui donnent une indication des réglementations européennes et françaises à venir.

Polluants	Recommandations OMS	Valeurs limites	Objectif de qualité ou valeur cible	Seuils d'information et d'alerte	Valeurs limites à atteindre au 1er janvier 2030
					Adoptées par le Parlement européen le 24 avril 2024 (en attente du vote du Conseil européen)
Dioxyde d'azote NO ₂	En moyenne annuelle 10 µg/m ³ En moyenne journalière 25 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 j par an	En moyenne annuelle 40 µg/m ³ En moyenne horaire depuis le 1er janvier 2010 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 h par an (P99,8)	En moyenne annuelle 40 µg/m ³	En moyenne horaire information et recommandation : 200 µg/m ³ alerte : 400 µg/m ³ sur 3 h consécutives et 200 µg/m ³ si dépassement J-1 et risque pour J+1	En moyenne annuelle 20 µg/m ³ En moyenne journalière 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile En moyenne horaire 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus d'une fois par année civile
	En moyenne journalière 40 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 j par an	En moyenne journalière 125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 j par an (P99,2) En moyenne horaire depuis le 1er janvier 2005 350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 h par an (P99,7)	En moyenne annuelle 50 µg/m ³	En moyenne horaire information et recommandation : 300 µg/m ³ alerte : 500 µg/m ³ sur 3 h consécutives	En moyenne annuelle 20 µg/m ³ En moyenne journalière 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile En moyenne horaire 350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus d'une fois par année civile
Benzène C ₆ H ₆		En moyenne annuelle 5 µg/m ³	En moyenne annuelle 2 µg/m ³		En moyenne annuelle 3,4 µg/m ³
Monoxyde de carbone CO	En moyenne journalière 4 000 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 j par an	En moyenne sur 8 heures 10 000 µg/m ³			En moyenne sur 8 heures 10 000 µg/m ³ En moyenne journalière 4 000 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 µm PM10	En moyenne annuelle 15 µg/m ³ En moyenne journalière 45 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 j par an	En moyenne annuelle depuis le 1er janvier 2005 40 µg/m ³ En moyenne journalière depuis le 1er janvier 2010 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 j par an (P90,4)	En moyenne annuelle 30 µg/m ³		En moyenne annuelle 20 µg/m ³ En moyenne journalière 45 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile
	En moyenne annuelle 5 µg/m ³ En moyenne journalière 15 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 j par an	En moyenne annuelle 25 µg/m ³ depuis 2015	En moyenne annuelle Objectif de qualité : 10 µg/m ³ Valeur cible : 20 µg/m ³		En moyenne annuelle 10 µg/m ³ En moyenne journalière 25 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile
Plomb Pb		En moyenne annuelle depuis le 1er janvier 2002 0,5 µg/m ³	En moyenne annuelle 0,25 µg/m ³		En moyenne annuelle 0,5 µg/m ³
Arsenic As			En moyenne annuelle Valeur cible : 6 ng/m ³		En moyenne annuelle 6 ng/m ³
Cadmium Cd			En moyenne annuelle Valeur cible : 5 ng/m ³		En moyenne annuelle 5 ng/m ³
Nickel Ni			En moyenne annuelle Valeur cible : 20 ng/m ³		En moyenne annuelle 20 ng/m ³
Benzo(a)pyrène			En moyenne annuelle Valeur cible : 1 ng/m ³		En moyenne annuelle 1 ng/m ³
Ozone O ₃	Max jour de la moyenne sur 8 h 100 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 j par an Pic saisonnier* 60 µg/m ³		Objectif de qualité (santé) Max jour de la moyenne sur 8 h 120 µg/m ³ Valeur cible (santé) Max jour de la moyenne sur 8 h à ne pas dépasser plus de 25 j/an en moyenne sur 3 ans 120 µg/m ³	En moyenne horaire information et recommandation : 180 µg/m ³ alerte : seuil 1 - 240 µg/m ³ sur 3 h consécutives seuil 2 - 300 µg/m ³ sur 3 h consécutives seuil 3 - 360 µg/m ³	Valeur cible Max jour de la moyenne sur 8 h 100 µg/m ³

Source : Articles R221-1 à R221-3 du Code de l'Environnement - Organisation Mondiale de la Santé (OMS) - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022PC0542&from=EN>
*Moyenne de la concentration moyenne quotidienne maximale d'ozone sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'ozone a été la plus élevée

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

2. Caractérisation de la qualité de l'air

Afin de caractériser plus précisément la qualité de l'air dans la zone d'étude, une première campagne de mesures de NO₂ de 4 semaines in situ de la qualité de l'air a été réalisée du 05 septembre au 03 octobre 2024 (campagne estivale).

Cette campagne a pour objectif caractériser la qualité de l'air de la zone d'étude durant la période d'exposition des dispositifs de mesures.

Une seconde campagne de mesures sera réalisée début 2025 (campagne hivernale) afin de compléter cet état initial.

2.1. Moyens de mesures

Les mesures ont été réalisées par échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote. Ces moyens de mesures, peu encombrants et relativement simples à mettre en place, permettent d'instrumenter simultanément un nombre important de sites.

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

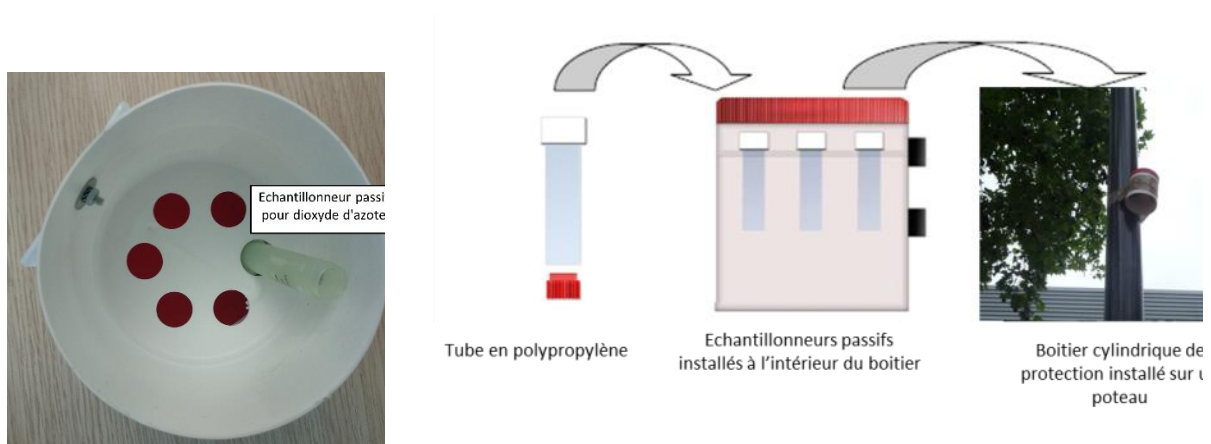


Figure 3 : Disposition des capteurs de dioxyde d'azote dans le boîtier (Egis)

Durant la période d'instrumentation, les capteurs ont été placés dans des boîtiers afin de les préserver des intempéries (Cf. Figure 3). Tous les capteurs ont été installés sur le site le premier jour et retirés le dernier jour afin d'harmoniser les temps d'exposition pour l'ensemble des capteurs.

Sur chaque site de mesures, les échantillonneurs passifs ont ainsi été exposés 14 jours, puis remplacés par de nouveaux afin d'éviter toute saturation. Lors de leur dépose, ils sont rebouchés hermétiquement et analysés en laboratoire (colorimétrie pour le dioxyde d'azote).

Les analyses du dioxyde d'azote ont été réalisées suivant :

- La norme EN 13528 (Qualité de l'air - Échantillonneurs par diffusion pour la détermination des concentrations des gaz et des vapeurs) ;
- La méthode Saltzman (colorimétrie après réaction avec l'acide sulfanilique et le dichlorate de N-(naphtyl-1) éthylenediamine)³.

À l'issue des analyses, une teneur moyenne en polluants pour chaque site de mesure a été établie pour la période d'exposition.

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

Suivant le laboratoire PASSAM AG qui réalise l'analyse des capteurs passifs à l'issue des campagnes de mesures *in situ*, l'incertitude des mesures par échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote est de $\pm 23,3$ % pour un niveau de concentration dans l'air de 20 - 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La limite de quantification pour l'analyse du dioxyde d'azote est $< 0,3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les mesures par échantillonneur passif ont pour résultats des valeurs moyennes sur la durée d'exposition des capteurs. Ces valeurs permettent ainsi de comparer et de hiérarchiser les sites de mesures instrumentés.

Au total, afin de caractériser la qualité de l'air, **10 sites** pour la mesure du dioxyde d'azote ont été instrumentés de capteurs passifs. Ces capteurs sont localisés :

- À proximité des axes routiers potentiellement impacté par des reports de trafic : 4 sites représentatifs de la qualité de l'air en situation de proximité routière (sites 02, 05, 08 et 09) ;
- En situation de fond, à distance de toute source directe de pollution : 5 sites représentatifs des niveaux moyens de pollution en fond périurbain (sites 01, 03, 04, 06 et 10) et 1 site représentatif des niveaux moyens de pollution en fond rural (site 07).

Les critères de localisation de chacun des sites de mesures sont décrits dans le Tableau 2 et les sites de mesures localisés sur le plan d'échantillonnage de la Figure 4.

Site	Typologie	Influence	Intérêt	Commune	Adresse
Site 01	Périurbaine	Fond	Habitations Clos de Jeanne	Saint-Avé	6 le Clos de Jeanne
Site 02	Périurbaine	Trafic	D775	Saint-Avé	Route D775
Site 03	Périurbaine	Fond	Habitations rue du Rohic	Vannes	15 rue du Rohic
Site 04	Périurbaine	Fond	EHPAD Résidence Plaisance	Vannes	1 rue Stéphane Faye
Site 05	Périurbaine	Trafic	Route de Rennes	Vannes	72 route de Rennes
Site 06	Périurbaine	Fond	Hôtels rue du Chapeau Rouge	Vannes	29 rue du Chapeau Rouge
Site 07	Rurale	Fond	Valeur de fond	Vannes	Route du Haliguen
Site 08	Urbaine	Trafic	Avenue du Général Delestraint - Habitations allée Ker Cécile	Vannes	Avenue du Général Delestraint
Site 09	Périurbaine	Trafic	N165	Vannes	Route N165
Site 10	Périurbaine	Fond	Crèche d'entreprise Le P'tit Club Prat	Vannes	19 impasse Prad Er Rohig

Source : Egis

³ La méthodologie Passam est reconnue par le Joint Research Centre de la Commission Européenne (JRC) dans le document Review of the Application of Diffusive Samplers for the Measurement of Nitrogen Dioxide in Ambient Air in the European Union de 2009. (http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC51106/reqno_jrc51106_eur_23793.pdf, page 71).

Tableau 2 : Critères de localisation des sites de mesures Egis

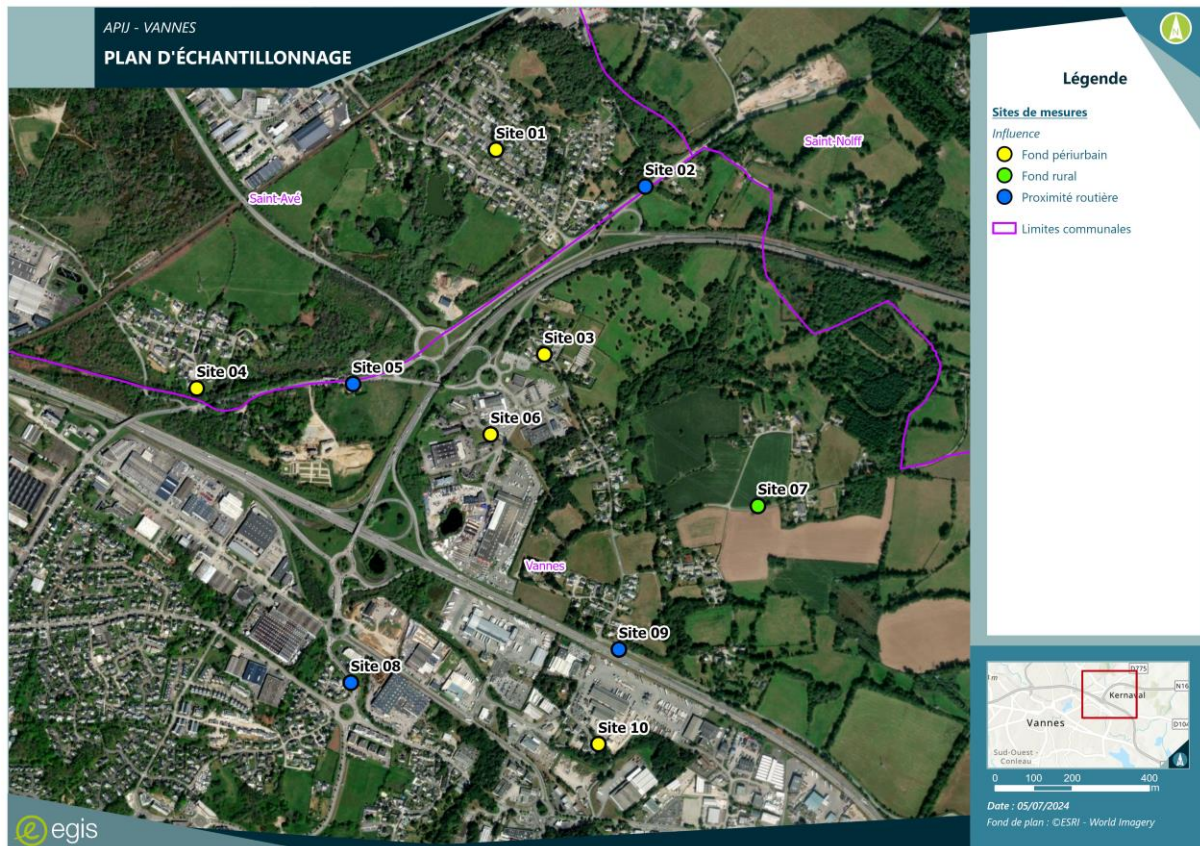


Figure 4 : Plan d'échantillonnage (Egis)

2.2. Conditions météorologiques

L'analyse des conditions météorologiques observées lors de la campagne de mesures permet de mieux apprécier l'influence de celles-ci sur les teneurs mesurées.

La qualité de l'air dépend effectivement à la fois des émissions des différentes sources (industries, transports, tertiaire) et des conditions météorologiques (vitesse et direction du vent...) qui, avec la topographie, influencent le transport, la transformation et la dispersion des polluants.

Les principes météorologiques reposent principalement sur quatre paramètres : le vent, la pluie, la température et la pression. Ces trois paramètres ont un effet direct sur la qualité de l'air et la dispersion des polluants.

2.2.1 Vent

Le vent intervient autant par sa direction pour orienter les panaches de fumées que par sa vitesse pour déplacer les polluants.

Plus la vitesse du vent est faible et plus les polluants risquent de s'accumuler. Cependant un vent fort et de direction clairement définie peut diriger un panache vers une zone spécifique, et, y concentrer ainsi la pollution. C'est parfois le cas des panaches industriels.

La vitesse du vent augmente généralement avec l'altitude. Ainsi, plus les polluants s'élèvent et plus leur dispersion est facilitée.

2.2.2 Pluie

Les concentrations en polluants dans l'atmosphère diminuent nettement par temps de pluie notamment pour les poussières et les éléments solubles tel que le dioxyde de soufre (SO₂). Les précipitations sont généralement associées à une atmosphère instable, qui favorise une bonne dispersion de la pollution atmosphérique. Les précipitations « lessivent » l'atmosphère. Elles entraînent au sol les polluants les plus lourds. Pour les mesures de NO₂, ce paramètre présente peu d'influence.

2.2.3 Température

La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c'est le cas des composés organiques volatils. Le froid, lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion.

La chaleur estivale et l'ensoleillement favorisent les processus photochimiques, comme la formation d'ozone dont le NO₂ fait partir du cycle.

2.2.4 Pression

La pression est un paramètre important révélateur des conditions météorologiques. Elle permet notamment d'identifier la présence d'une atmosphère stable ou instable. Le type de conditions météorologiques agit directement sur la dispersion des polluants. En effet, une atmosphère instable favorise la dispersion des polluants. Les pressions y sont généralement basses (< 1 015 hPa au niveau de la mer) durant ces conditions.

À contrario, une atmosphère stable a tendance à limiter la dispersion des polluants. C'est notamment le cas en hiver durant les périodes de blocages anticycloniques. Les polluants restent bloqués dans les basses couches de l'atmosphère et s'y accumulent tant que l'épisode perdure. Ces situations favorisent les épisodes de pollution. Les pressions observées y sont généralement hautes (> 1 015 hPa au niveau de la mer) durant ces conditions.

2.2.5 Normales météorologiques

Les normales sur 30 ans et les conditions météorologiques (température, direction et vitesse du vent) relevées au cours de la campagne de mesures, sur la station Météo France de Vannes-Séné sont présentées ci-après. Cette station météorologique est située à 6,7 km au sud du projet (cf. Figure 5).



Figure 5 : Localisation de la station Météo France Vannes-Séné

2.2.6 Conditions météo première campagne – période estivale

La campagne de mesures a été réalisée du 05 septembre au 03 octobre 2024.

Les Figure 6 à Figure 10 présentent la comparaison des températures, des précipitations, de la pression et des vents (vitesse et direction) enregistrées pendant la campagne de mesures, aux normales saisonnières de la station Météo France de Vannes-Séné. Les températures moyennes relevées lors des mesures (moyenne à 15,0 °C) sont cohérentes aux normales saisonnières (16,7 °C en septembre et 13,6 °C en octobre). Les précipitations sont très faibles par rapport aux normales saisonnières sur la campagne (2,2 mm contre 56,3 mm en moyenne). Le nombre de jours de pluie (cumul journalier supérieur à 1 mm) a été plus faible avec 6 jours de pluie donc défavorable à une diminution des concentrations atmosphériques des polluants.

Enfin, les vents mesurés ont été faibles à modérés durant la campagne comme en témoigne la rose des vents. Les vents d'ouest ont été les plus forts. La campagne a eu lieu dans des conditions de vents en cohérence avec les normales sur 3 ans. Les vents ont été favorables à la dispersion des polluants.

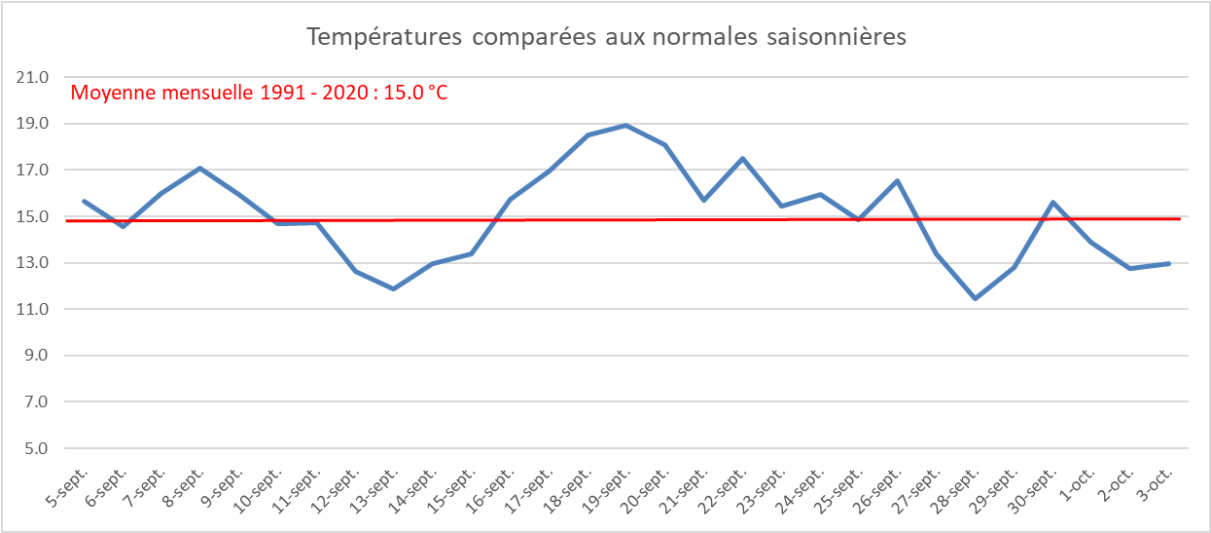


Figure 6 : Températures moyennes observées à la station Vannes-Séné durant la campagne (Egis-Météo France)

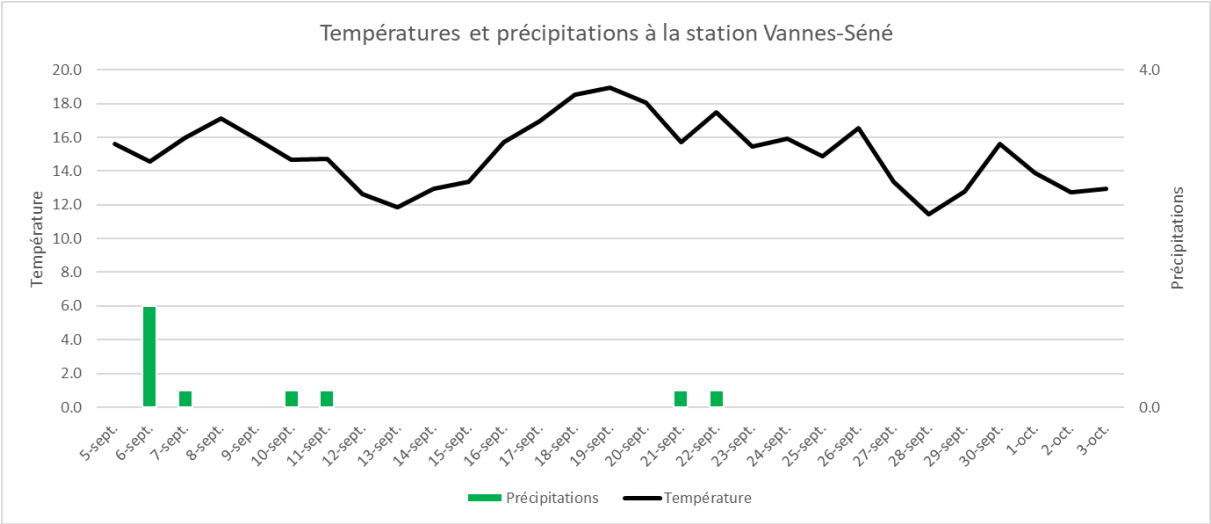


Figure 7 : Températures moyennes et précipitations à la station Vannes-Séné durant la campagne (Egis-Météo France)

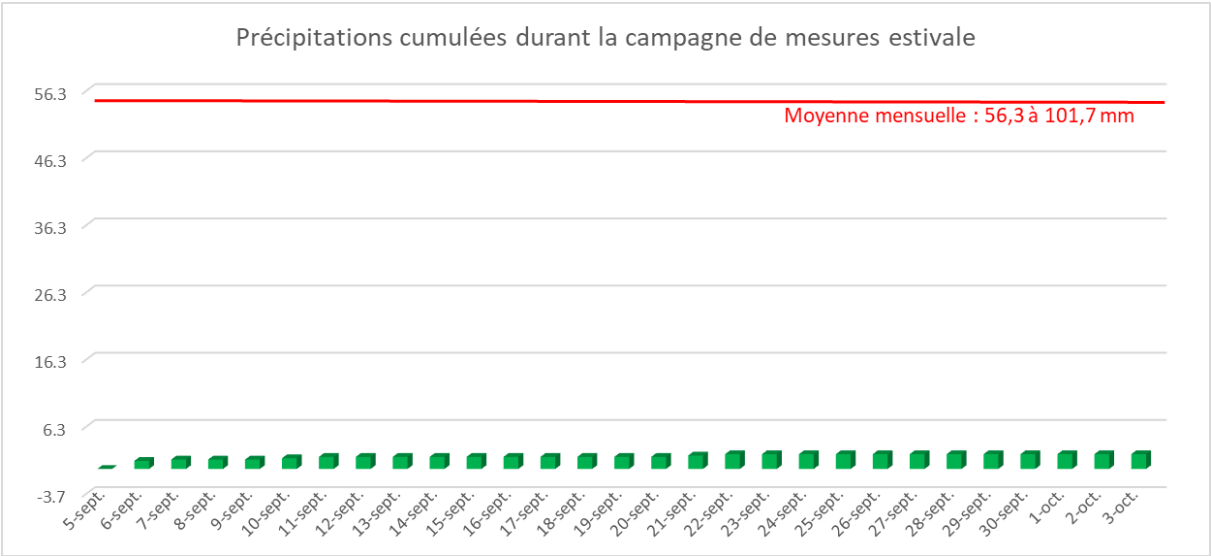


Figure 8 : Précipitations cumulées à la station Vannes-Séné durant la campagne (Egis-Météo France)

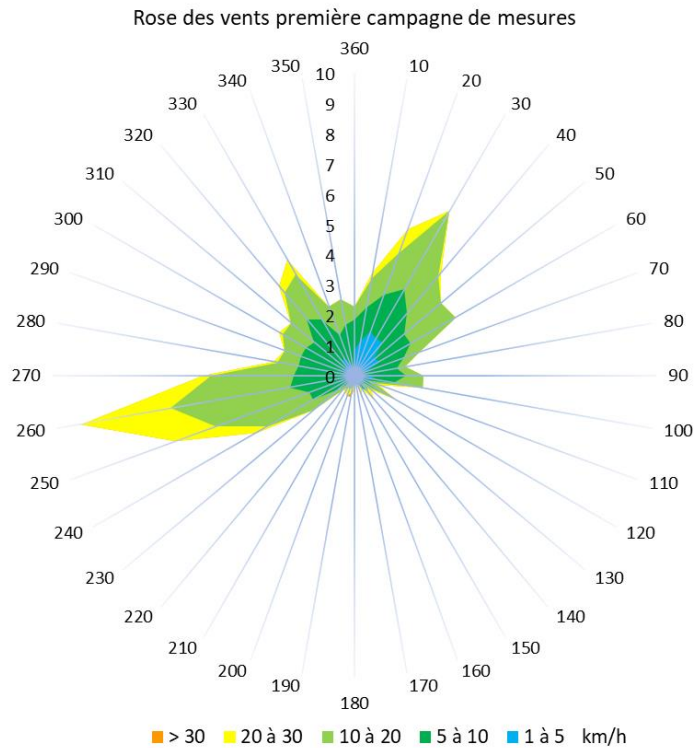


Figure 9 : Rose des vents lors de la campagne estivale sur la station Vannes-Séné (Egis-Météo France)

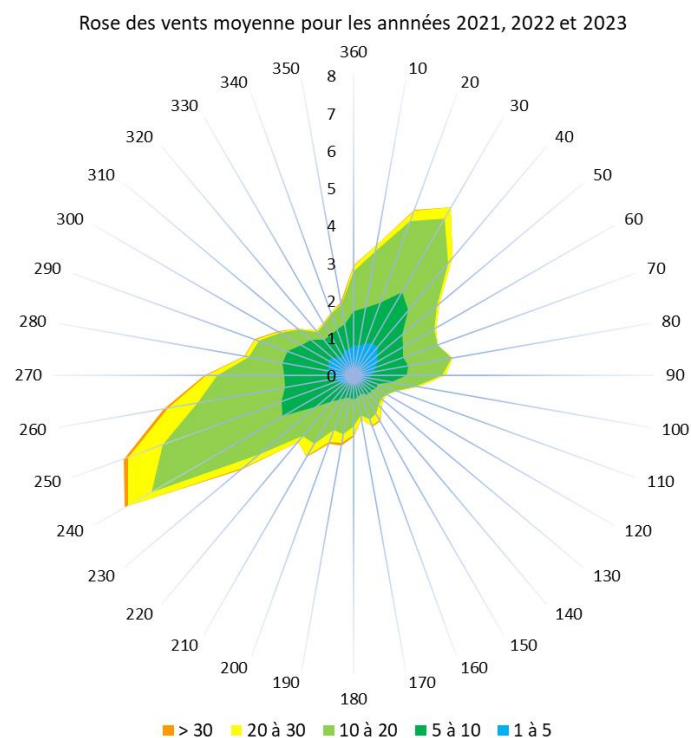


Figure 10 : Rose des vents moyenne 3 ans sur la station Vannes-Séné (Egis-Météo France)

2.3. Validité des points de mesures

Des capteurs témoin, appelés « blancs », ont permis de contrôler la qualité des résultats. Ces blancs ont suivi le parcours des autres capteurs lors de la pose, de la dépose et du transport des capteurs au laboratoire. Les concentrations mesurées sur ces capteurs sont inférieures au seuil de quantification.

Les échantillons n'ont donc pas été contaminés et il n'est pas nécessaire de retrancher la valeur des blancs aux autres mesures.

Un doublon a été positionné sur le site 10 afin de vérifier la fiabilité des capteurs. L'écart entre les 2 capteurs de mesure est inférieur à 1 %.

La répétabilité de la mesure est ainsi validée.

2.4. Interprétation des résultats

Au regard des valeurs moyennes mesurées, les teneurs en dioxyde d'azote relevées lors de la première campagne de mesures sont comprises entre 5,0 µg/m³ (site 01) et 21,3 µg/m³ (site 08), dans un intervalle de valeurs assez large qui reflète bien l'influence des émissions polluantes locales et notamment celles du trafic routier (Cf. Tableau 3).

À proximité des axes routiers et sous l'influence directe des émissions polluantes induites par le trafic :

- En typologie urbaine, la concentration mesurée est de 21,3 µg/m³ (site 08) ;
- En typologie périurbain, les concentrations sont comprises entre 10,4 µg/m³ (site 02) et 17,6 µg/m³ (site 05) avec une moyenne de 14,5 µg/m³ ;
- La concentration moyenne des sites de typologie urbaine et périurbaine est de 16.2 µg/m³.

En situation de fond périurbain, les teneurs en dioxyde d'azote sont moindres : elles sont comprises entre 5,0 µg/m³ (site 01) et 13,5 µg/m³ (site 06) avec une moyenne de 9,9 µg/m³.

Numéro du site	Typologie	Influence	Intérêt du site	Dioxyde d'azote	
				Valeur limite et objectif de qualité = 40 µg/m³	
				Moyenne du 05/09 au 03/10/2024	
Site 01	Périurbaine	Fond	Habitations Clos de Jeanne		5.0
Site 02	Périurbaine	Trafic	D775		10.4
Site 03	Périurbaine	Fond	Habitations rue du Rohic		11.7
Site 04	Périurbaine	Fond	EHPAD Résidence Plaisance		8.9
Site 05	Périurbaine	Trafic	Route de Rennes		17.6
Site 06	Périurbaine	Fond	Hôtels rue du Chapeau Rouge		13.5
Site 07	Rurale	Fond	Valeur de fond		8.0
Site 08	Urbaine	Trafic	Avenue du Général Delestraint - Habitations allée Ker Cécile		21.3
Site 09	Périurbaine	Trafic	N165		15.6
Site 10	Périurbaine	Fond	Crèche d'entreprise Le P'tit Club Prat	capteur 1	12.2
				capteur 2	12.1
				Moyenne	12.2

Source : Egis - PASSAM

Tableau 3 : Résultats de la campagne de mesure estivale du 05/09/2024 au 03/10/2024 (Egis - Passam)

2.5. Comparaison aux normes en vigueur

Au regard des moyenne des mesures, aucun site ne dépasse la valeur limite en moyenne annuelle de 40 µg/m³.

La qualité de l'air, au regard des mesures dioxyde d'azote, est donc **satisfaisante** pour l'ensemble des sites de mesure.

À noter que tous les sites de mesures à l'exception des sites 01, 04 et 07 présentent des concentrations moyennes supérieures à la recommandation OMS de 10 µg/m³.

3. Synthèse de l'état initial

Dans le cadre du projet de création d'une nouvelle voie d'accès à l'établissement pénitentiaire de Vannes, l'APIJ a sollicité Egis afin de réaliser des mesures in situ de NO₂ dans la zone d'étude. Lors d'une première campagne de mesures en saison estivale (du 05/09/24 au 03/10/2024), 10 points de mesures de NO₂ ont été réalisés.

Lors de cette première campagne de mesures, toutes les teneurs moyennes en dioxyde d'azote sont inférieures à la valeur limite réglementaire (40 µg/m³). Les sites en situation de fond présentent une concentration moyenne en dioxyde d'azote de 9,9 µg/m³, alors que les sites sous influence trafic ont une concentration moyenne plus élevée, de l'ordre de 16,2 µg/m³.

Au regard des résultats de la campagne de mesures menée en septembre/octobre 2024, la qualité de l'air est globalement satisfaisante sur la zone d'étude.

Une seconde campagne de mesures du NO₂ sera réalisée au début de l'année 2025 (saison hivernale) pour compléter cet état initial de la qualité de l'air.

4. Annexes

Résultats PASSAM

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure					mesure			résultat	
	ID	lot no.	début		fin		temps d'expo. [h]	blanc [ABS]	échantillon dilution	valeur [ABS]	m analyte/ sampler [ug]	C NO2 [ug/m3]
			date	heure	date	heure						
Site 01	FSE 130	45272	05/09/2024	10:10	19/09/2024	10:31	336.4	0.001	1	0.033	0.07	4.1
Site 02	FSE138	45272	05/09/2024	10:20	19/09/2024	10:40	336.3	0.001	1	0.074	0.16	9.4
Site 03	FSE 109	45272	05/09/2024	10:40	19/09/2024	11:00	336.3	0.001	1	0.090	0.20	11.5
Site 04	FSE 119	45272	05/09/2024	11:00	19/09/2024	11:09	336.2	0.001	1	0.056	0.12	7.1
Site 05	FSE 496	45083	05/09/2024	11:11	19/09/2024	11:15	336.1	0.003	1	0.130	0.28	16.4
Site 06	FSE 175	45272	05/09/2024	11:18	19/09/2024	11:25	336.1	0.001	1	0.108	0.24	13.8
Site 07	FSE 19	45272	05/09/2024	11:42	19/09/2024	11:32	335.8	0.001	1	0.062	0.14	7.9
Site 09	FSE 18	45272	05/09/2024	12:10	19/09/2024	12:26	336.3	0.001	1	0.104	0.23	13.3
Site 10	FSE 25	45272	05/09/2024	12:23	19/09/2024	12:36	336.2	0.001	1	0.100	0.22	12.8
Site 10	FSE 9	45272	05/09/2024	12:23	19/09/2024	12:36	336.2	0.001	1	0.100	0.22	12.8
BLc Tr	FSE 552	45475	05/09/2024	12:23	19/09/2024	12:36	336.2	0.001	1	0.001	< 0.01	< 0.4
BLC Te	FSE 556	45475	05/09/2024	12:23	19/09/2024	12:36	336.2	0.001	1	0.001	< 0.01	< 0.4

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure					mesure			résultat	
	ID	lot no.	début		fin		temps d'expo. [h]	blanc [ABS]	échantillon dilution	valeur [ABS]	m analyte/ sampler [ug]	C NO2 [ug/m3]
			date	heure	date	heure						
Site 01	FSE 154	45272	19/09/2024	10:31	03/10/2024	10:51	336.3	0.001	1	0.047	0.10	5.9
Site 02	FSE 40	45272	19/09/2024	10:40	03/10/2024	10:59	336.3	0.001	1	0.089	0.20	11.4
Site 03	FSE 15	45272	19/09/2024	11:00	03/10/2024	11:09	336.2	0.001	1	0.093	0.20	11.9
Site 04	FSE 26	45272	19/09/2024	11:09	03/10/2024	11:16	336.1	0.001	1	0.084	0.18	10.7
Site 05	FSE 28	45272	19/09/2024	11:15	03/10/2024	11:21	336.1	0.001	1	0.147	0.32	18.8
Site 06	FSE 41	45272	19/09/2024	11:25	03/10/2024	11:26	336.0	0.001	1	0.103	0.23	13.2
Site 07	FSE 3	45272	19/09/2024	11:32	03/10/2024	11:32	336.0	0.001	1	0.064	0.14	8.1
Site 08	FSE 49	45272	19/09/2024	12:08	03/10/2024	11:40	335.5	0.001	1	0.166	0.37	21.3
Site 09	FSE 16	45272	19/09/2024	12:26	03/10/2024	11:48	335.4	0.001	1	0.139	0.31	17.9
Site 10	FSE 14	45272	19/09/2024	12:36	03/10/2024	11:58	335.4	0.001	1	0.091	0.20	11.6
Site 10	FSE 37	45272	19/09/2024	12:36	03/10/2024	11:58	335.4	0.001	1	0.090	0.20	11.5
BLc Tr	FSE 27	45272	19/09/2024	12:36	03/10/2024	11:58	335.4	0.001	1	0.001	< 0.01	< 0.4
BLC Te	FSE 21	45272	19/09/2024	12:36	03/10/2024	11:58	335.4	0.001	1	0.002	< 0.01	< 0.4