



Campagne de mesure de la qualité de l'air - Quartier Nord Saint-Martin (35)

Campagne de mesure 2023

Version du 29/09/2023

Etude réalisée par Air Breizh à la demande de Rennes Métropole

Avertissements

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant et un lieu donné, caractérisé par des conditions climatiques propres.

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

Conditions de diffusion

Air Breizh est l'organisme agréé de surveillance de la qualité de l'air dans la région Bretagne, au titre de l'article L221-3 du Code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 13 juin 2022 pris par le ministère de l'Environnement portant renouvellement de l'agrément de l'association.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Breizh est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Breizh réserve un droit d'accès au public à l'ensemble des résultats de mesures et rapports d'études selon plusieurs modalités : document papier, mise en ligne sur son site internet www.airbreizh.asso.fr, résumé dans ses publications, ...

Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.

Air Breizh ne peut, en aucune façon, être tenu responsable des interprétations et travaux utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Breizh n'aura pas donné d'accord préalable.

Organisation interne – contrôle qualité

| | | | |
|--------------------------|---|-----------------------------------|---|
| Projet : | Campagne de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35) | | |
| Version (date) | Modifications | Auteur | Validation |
| Version du 29/09/2023 | Création | F. Moreau (ingénieur d'études) | O. Cesbron (Ingénieur d'études) O. Le Bihan (Responsable du service études) G. Lefeuvre (Directeur) |

Relecture externe

Service Réseaux d'Energies et de chaleur (SREC)

Christine Rident

Table des matières

| | |
|--|----|
| Avertissements | 2 |
| Conditions de diffusion | 2 |
| Organisation interne – contrôle qualité | 2 |
| Relecture externe..... | 2 |
| Introduction | 6 |
| Présentation de la zone d'étude..... | 7 |
| I. Le dispositif mis en œuvre | 8 |
| 1. Polluants étudiés..... | 8 |
| 2. Réglementation..... | 10 |
| II. Matériel et méthode de mesure..... | 11 |
| 1. Techniques de mesure | 11 |
| 2. Stratégie d'échantillonnage | 13 |
| III. Contexte des mesures..... | 16 |
| 1. Contrôle de la qualité des mesures | 16 |
| 2. Contexte météorologique..... | 17 |
| 3. Fonctionnement de la chaufferie | 21 |
| IV. Matériel et méthode..... | 22 |
| 1. Méthode d'exploitation des données - | 22 |
| 2. Seuils de référence..... | 22 |
| V. Mise à jour de l'état initial | 23 |
| 1. Evolution spatiale des niveaux (NO ₂)..... | 23 |
| 2. Evolution temporelle des niveaux (NO ₂) | 25 |
| 3. Evolution temporelle des niveaux (CO) | 29 |
| 4. Comparaison à l'étude 2021..... | 31 |
| VI. Analyse partielle de l'impact de la chaufferie | 32 |
| 1. Evolution temporelle des niveaux (NO ₂) | 32 |
| 2. Evolution temporelle des niveaux (CO) | 34 |
| Conclusion..... | 36 |
| Annexes..... | 38 |
| Annexe 1 : Présentation d'Air Breizh | 39 |

Index des Figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Zone d'étude - quartier Nord Saint-Martin | 7 |
| Figure 2 : Chaufferie Nord Saint-Martin | 7 |
| Figure 3 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en monoxyde de carbone mesurées | 8 |
| Figure 4 : Tube à diffusion passive sous abri | 12 |
| Figure 5 : Camion laboratoire (P13) | 13 |
| Figure 6 : Localisation des points de mesure autour de l'emplacement de la chaufferie Nord Saint-Martin | 14 |
| Figure 7 : Comparaison des séries de mesure avec les tubes passifs (Point 13) et l'analyseur de NO ₂ | 16 |
| Figure 8 : Comparaison des conditions de vents pendant la surveillance aux normales météorologiques | 18 |
| Figure 9 : Plan d'échantillonnage et rose des vents (16/02 – 16/03/2023) | 18 |
| Figure 10 : Précipitations (mm) lors de la campagne de mesure (Station Rennes Saint-Jacques) | 19 |
| Figure 11 : Température (°C) lors de la campagne de mesure (Station Rennes Saint-Jacques) | 20 |
| Figure 12 : Fonctionnement de la chaufferie : puissance utile (MW u) en moyenne journalière [Données ENGIE] | 21 |
| Figure 13 : Répartition spatiale des concentrations moyennes de NO ₂ relevées durant la campagne | 24 |
| Figure 14 : Classement des concentrations mesurées sur le secteur étudié et comparaison avec les mesures des stations du réseau Air Breizh de Rennes Métropole | 24 |
| Figure 15 : Evolution des concentrations en NO ₂ par série de mesure | 25 |
| Figure 16 : Evolution des concentrations en NO ₂ sur la zone d'étude (P13) et à la station Thabor (données journalières µg/m ³) – du 16/02 au 16/03/2023. | 27 |
| Figure 17 : Profils journaliers des concentrations en NO ₂ sur la zone d'étude (P13) et à la station Thabor (UF), du 16/02 au 16/03/2023. | 27 |
| Figure 18 : Box Plot des mesures en NO ₂ , zone d'étude (P13) et station Thabor (UF) (données horaires µg/m ³) | 28 |
| Figure 19 : Evolution des concentrations en NO ₂ sur la zone d'étude (P13) et à la station Thabor (données max horaires µg/m ³) – du 16/02 au 16/03/2023. | 28 |
| Figure 20 : Box Plot des mesures en CO sur la zone d'étude et à la station Plouvorn (données horaires mg/m ³). | 29 |
| Figure 21 : Profil journalier des concentrations en CO sur la zone d'étude (P13) et à la station Plouvorn, du 16/02 au 16/03/2023. | 30 |
| Figure 22 : Evolution horaire des concentrations en CO sur la zone d'étude (P13) et à la station Plouvorn, du 16/02 au 16/03/2023. | 30 |
| Figure 23 : Evolution des concentrations en NO ₂ sur la zone d'étude (P13) et à la station Thabor (données journalières µg/m ³) – du 16/03 au 30/03/2023. | 33 |
| Figure 24 : Evolution journalière des concentrations en NO ₂ sur la zone d'étude (P13) et aux stations de référence (Thabor et Les Halles) (données max horaires µg/m ³) en fonction de la puissance utile de la chaufferie (données max horaires) – du 16/03 au 30/03/2023. | 34 |
| Figure 25 : Evolution journalière des concentrations en CO sur la zone d'étude (P13) (données max horaires µg/m ³) en fonction de la puissance utile de la chaufferie (données max horaires) – du 16/02 au 30/03/2023. | 35 |

Index des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Tableau de synthèse des valeurs guides et réglementaires des polluants étudiés..... | 10 |
| Tableau 2 : Séries de prélèvement par tube passif lors de la campagne | 15 |
| Tableau 3 : Synthèse météorologique et comparaison aux normales. | 19 |
| Tableau 4 : Résultats des concentrations en NO ₂ (µg/m ³)..... | 23 |
| Tableau 5 : Synthèse statistique des mesures en NO ₂ lors de la campagne (µg/m ³) – du 16/02 au 16/03/2023..... | 26 |
| Tableau 6 : Synthèse statistique des mesures en CO lors de la campagne de mesure (µg/m ³)..... | 29 |
| Tableau 7 : Synthèse statistique des mesures en NO ₂ lors de la campagne (µg/m ³) – du 22/03 au 30/03/2023..... | 32 |
| Tableau 8 : Comparaison des mesures en CO lors du fonctionnement de la chaufferie Nord St-Martin (du 22/03 au 30/03/2023) avec celles de l'état initiale (du 16/02 au 16/03/2023)..... | 34 |

INTRODUCTION

La société En'RnoV a mis en service courant 2021 une nouvelle chaufferie gaz, située rue Jean-Julien Lemordant à Rennes (35), d'une puissance totale de 25 MW.

Avant la mise en service de cette chaufferie, Air Breizh avait réalisé une étude de l'état initial de la qualité de l'air ainsi qu'une modélisation atmosphérique des rejets futurs de l'installation en janvier/février 2021¹.

Lors de la présentation de ces résultats auprès du Comité des riverains en mai 2021, Rennes Métropole et son concessionnaire (En'RnoV) se sont engagés sur la réalisation de nouvelles investigations à la suite de la mise en fonctionnement de la chaufferie.

Dans ce cadre, Air Breizh a été sollicité pour réaliser cette campagne de mesure en phase exploitation pour **comparer les niveaux avant et après la mise en fonctionnement de la chaufferie**. Cette comparaison avait pour objectif initial d'étudier l'impact des rejets de l'installation sur son environnement.

Cette campagne a démarré le 16/02 pour une période prévue initialement d'un mois.

Le 14/03/23, nous avons été informés par l'exploitant que la chaufferie était à l'arrêt depuis le 17/02/23 en raison d'une défaillance technique. L'installation a été remise en service le 17/03 avec un fonctionnement normal à partir du 22/03/23.

En accord avec Rennes Métropole et l'exploitant, les analyses en continu ont été prolongées de deux semaines (jusqu'au 30/03/2023) pour permettre la comparaison partielle des niveaux avant et après la mise en fonctionnement de la chaufferie. Les prélèvements passifs n'ont pas pu être prolongés au-delà de la date initialement prévue (fin le 16/03).

Du fait de ces évènements, les objectifs suivants ont été définis pour cette campagne :

- **Période du 17/02 au 16/03 - chaufferie à l'arrêt** : mise à jour de l'état initial réalisé en janvier/février 2021
- **Période du 17/03 au 30/03 – chaufferie en fonctionnement** - seules les mesures en continu ont été prolongées sur un site : analyse partielle de l'impact de la chaufferie.

Une **interprétation partielle de l'impact de la chaufferie sur son environnement** est réalisée dans ce rapport à partir de ces données (arrêt/fonctionnement de l'installation). En raison d'un régime de fonctionnement partiel de l'installation (demande de chauffage moins importante à cette période), une nouvelle campagne de mesure devra être réalisée dans des conditions normales de fonctionnement de la chaufferie.

¹ <https://www.airbreizh.asso.fr/publication/impact-dune-installation-de-chaufferie-sur-les-emissions-atmospheriques-enrnov/>

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

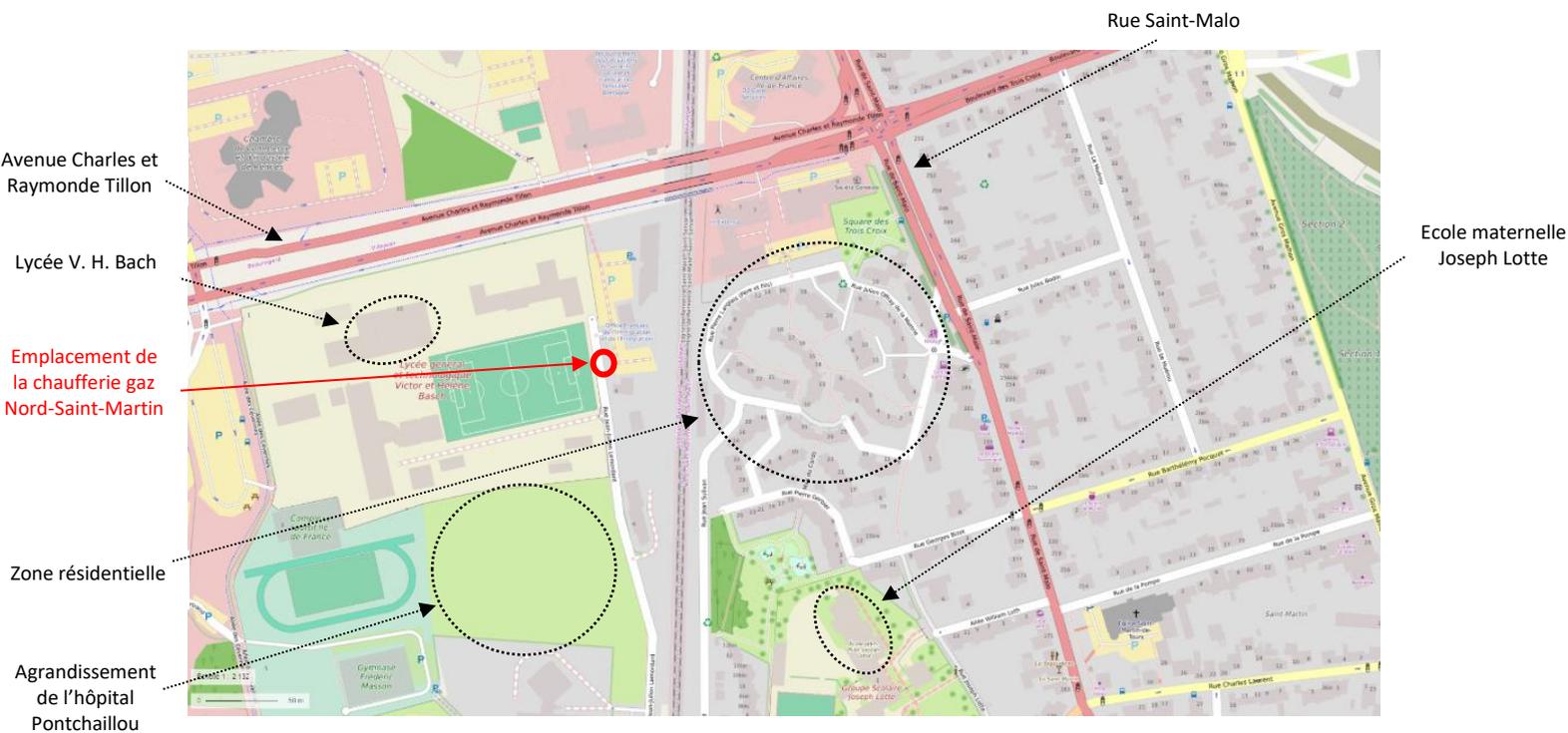


Figure 1 : Zone d'étude - quartier Nord Saint-Martin

La Figure 1 présente la zone d'étude, située dans quartier Nord Saint-Martin au Nord de Rennes. Ce quartier est essentiellement résidentiel.

L'emplacement de la chaufferie gaz, située à proximité immédiate de nombreuses habitations et du lycée Victor-et-Hélène-Basch, fait de ce secteur une zone sensible vis-à-vis de la qualité de l'air.

Il est également intéressant de noter la présence de deux axes routiers au Nord et à l'Est du secteur d'étude : l'avenue Charles et Raymonde Tillon et la rue Saint-Malo. Ces axes connaissent un trafic important² et ont un impact sur la qualité de l'air à proximité comme vu dans la première étude en 2021.

Pendant la campagne de mesure, la zone au Sud du Lycée V. H. Bach était en travaux (agrandissement de l'hôpital Pontchaillou). Les activités liées au chantier peuvent influencer la mesure des polluants à proximité.

La chaufferie Nord Saint-Martin est présentée en Figure 2.



Figure 2 : Chaufferie Nord Saint-Martin

² TMJA rue de Saint Malo : 17 785 vh/j ; TMJA boulevard Charles et Raymonde Tillon : 12 081 vh/j

[Source : données interpolées pour 2018 à partir de modèles de trafic de Rennes Métropole]

I. LE DISPOSITIF MIS EN ŒUVRE

1. Polluants étudiés

Les émissions de polluants dans l'air par les chaufferies sont réglementées. En effet, des valeurs limites d'émission de dioxyde de soufre (SO₂), d'oxydes d'azote (NO_x), de monoxyde de carbone (CO) et de particules (PM) sont délivrées par l'arrêté du 3 Août 2018, article 58, paragraphe II.

Concernant les nouvelles chaufferies fonctionnant plus de 500h par an au gaz naturel (cas de la chaufferie Nord-Saint-Martin), les concentrations dans les fumées en sortie de cheminée de NO_x et de CO sont limitées à 100 mg/Nm³. Les émissions de SO₂ et de PM ne sont quant à elles pas réglementées dans ce cas précis et ne seront donc pas mesurées dans le cadre de cette campagne.

On constate par ailleurs que les concentrations moyennes en monoxyde de carbone mesurées en ville, même à proximité de zone à fort trafic automobile émettrice de CO, sont en baisse ces dernières années pour atteindre des niveaux extrêmement bas. La Figure 3 montre des niveaux de concentrations annuelles en CO inférieurs à 0,4 mg/m³ stables depuis 2009 au niveau de 3 stations de trafic situées à Rennes et Brest, alors que la valeur limite réglementaire imposée par l'article R221-1 du Code de l'environnement est de 10 mg/m³ (maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h). Devant le très faible risque de dépassement de cette valeur limite, Air Breizh a décidé depuis 2015 d'arrêter la surveillance réglementaire via la mesure pour ce paramètre. Celle-ci s'effectue désormais par des outils de modélisation régionale.

Depuis 2022, le monoxyde de carbone est suivi à la station Plouvorn dans le cadre de la surveillance des rejets de la centrale de Landivisiau.

Lors de la première étude de l'état initial, le CO n'avait pas été mesuré en raison des faibles niveaux de fond rencontrés. Cette nouvelle campagne prévoit la mesure de ce polluant pour la surveillance d'éventuels pics de concentration pendant le fonctionnement de la chaufferie.

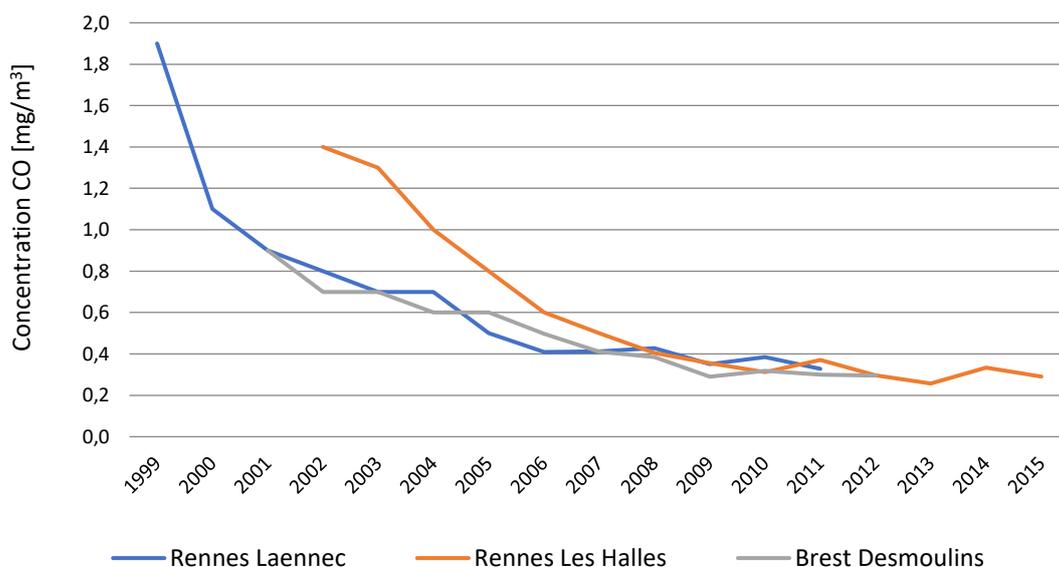


Figure 3 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en monoxyde de carbone mesurées

a) Les oxydes d'azote

Le dioxyde d'azote (NO_2) est un gaz très réactif faisant partie de la famille des oxydes d'azote (NO_x). Il peut être émis dans l'atmosphère de manière directe, par des processus de combustion (installations de combustion industrielle, chauffage résidentiel, etc.), mais aussi de manière indirecte par photo-oxydation du monoxyde d'azote (NO), dont la principale source d'émission est le trafic routier. Ainsi, les concentrations en NO et NO_2 augmentent généralement aux heures de pointe dans les villes.

Le NO_2 est réglementé dans le code de l'environnement car il a des effets néfastes sur la santé : une exposition à long terme peut altérer la fonction pulmonaire et augmenter les risques de troubles respiratoires. Le dioxyde d'azote pénètre profondément dans les voies respiratoires, où il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants. Il est irritant pour les bronches et entraîne la peroxydation des lipides des membranes cellulaires, ce qui induit la libération de radicaux libres.

Le terme "oxydes d'azote" (NO_x) désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Associés aux composés organiques volatils (COV), et sous l'effet du rayonnement solaire, les oxydes d'azote favorisent la formation d'ozone dans les basses couches de l'atmosphère (troposphère). En France, des dépassements des normes sanitaires dans l'air ambiant persistent, bien qu'elles soient moins nombreuses que par le passé. Les NO_x contribuent aussi à la formation des retombées acides et à l'eutrophisation des écosystèmes. Les oxydes d'azote jouent un rôle dans la formation de particules fines dans l'air ambiant.

Les oxydes d'azote, présentent des concentrations hivernales plus importantes qu'en été, en raison notamment des conditions atmosphériques plus stables et d'émissions plus importantes (le chauffage notamment).

b) Le monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz toxique, incolore, inodore, sans saveur et non irritant. Il n'est donc pas perceptible par la personne exposée. Cette molécule provient de la combustion incomplète de matières carbonées (gaz naturel, bois, charbon, butane, essence, fioul, pétrole, propane).

La densité de ce gaz, proche de celle de l'air, lui confère la capacité de se diffuser rapidement dans l'atmosphère pour former avec l'air un mélange très toxique pour l'homme. Chez l'être humain, il est la cause de nombreuses intoxications domestiques, parfois mortelle.

2. Réglementation

Les valeurs de référence sont issues du code de l'environnement (article R221-1)³ et des nouvelles lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air (révisées en 2021)⁴. Elles sont présentées dans le Tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 : Tableau de synthèse des valeurs guides et réglementaires des polluants étudiés.

| Dioxyde d'azote (NO₂) | | | |
|---|---------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | Moyenne horaire | Moyenne journalière | Moyenne annuelle |
| Valeur limite pour la protection de la santé humaine | 200 µg/m ³ * | | 40 µg/m ³ |
| Seuil d'information et de recommandation | 200 µg/m ³ | | |
| Seuils d'alerte | 400 µg/m ³ ** | | |
| Niveau critique pour la protection de la végétation (NO_x) | | | 30 µg/m ³ |
| Valeur guide OMS 2021 | | 25 µg/m ³ *** | 10 µg/m ³ |
| Monoxyde de carbone (CO) | | | |
| Valeur limite pour la protection de la santé humaine | 10 mg/m ³ **** | | |
| Valeur guide OMS 2021 | | 4 mg/m ³ *** | |

* En moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.

** 400 µg/m³ en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives ou 200 µg/m³ en moyenne journalière pendant 2 jours consécutifs et prévision pour le troisième jour.

*** A ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an.

**** A ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

***** Pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h.

Il est à noter que les valeurs de référence issues des lignes directrices de l'OMS sont établies sur la base de données scientifiques et constituent des niveaux d'exposition idéaux pour la protection de la santé humaine. Les réglementations européenne et française évoluent progressivement vers ces valeurs guides, les Directives sont en cours de révision.

³Article R221-1 du code de l'environnement qui transpose les directives européennes 2008/50/CE et 2004/107/CE

⁴Résumé d'orientation (OMS 2021) : Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air

II. MATERIEL ET METHODE DE MESURE

Durant cette étude, deux techniques de mesure complémentaires ont été employées :

- Des mesures **en continu** dans l'air ambiant par des analyseurs pour suivre l'évolution des niveaux en monoxyde de carbone (CO) et en oxydes d'azote (NOx).
- Des prélèvements passifs du dioxyde d'azote (NO₂) selon un maillage de la zone d'étude.

Les résultats de ces mesures sont comparés aux valeurs limites réglementaires et aux résultats de l'état initial réalisé en 2021.

1. Techniques de mesure

a) Analyseur de NO₂ : AC32e

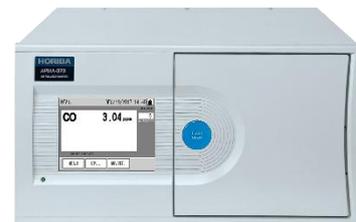
L'analyseur AC32e est couramment utilisé pour la mesure réglementaire du NO₂ dans l'air ambiant. Cet analyseur a été certifié QAL1 par le TÜV, homologué par l'USEPA et a été reconnu conforme par le LCSQA pour la surveillance réglementaire du dioxyde d'azote.



Il permet de fournir des mesures en continu, à des concentrations faibles (limite de détection : 0,2 ppb), en utilisant le principe de chimioluminescence, méthode standard pour la mesure des oxydes d'azotes (EN 14211)⁵.

b) Analyseur CO : APMA370

L'analyseur APMA 370 est couramment utilisé pour la mesure réglementaire du CO dans l'air ambiant. Cet analyseur est certifié par le TÜV, homologué par l'USEPA et a été reconnu conforme par le LCSQA pour la surveillance réglementaire du monoxyde de carbone.



Il permet de fournir des mesures en continu, à des concentrations faibles (limite de détection : 0,02 ppm), en utilisant le principe de l'absorption non dispersive des infrarouges, méthode standard pour la mesure du monoxyde de carbone (ISO 4224:2000)⁶.

⁵ EN 14211 (octobre 2012) : Air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote et monoxyde d'azote par chimioluminescence

⁶ ISO 4224:2000(fr) Air ambiant — Dosage du monoxyde de carbone — Méthode par spectrométrie dans l'infrarouge selon un procédé de type non dispersif

c) Mesure passive du NO₂ : tube RADIELLO®

Le dioxyde d'azote a été mesuré au moyen de tubes à diffusion passive (Figure 4).

L'échantillonnage passif est une technique de mesure courante dans la surveillance de la qualité de l'air. Cette mesure est économique et facile à mettre en œuvre, ce qui permet de déployer plusieurs appareils par campagne pour avoir une meilleure répartition spatiale.

Cette technique est basée sur le transfert de matière d'une zone à une autre par diffusion moléculaire (sans mouvement actif de l'air), sous l'effet d'un gradient de concentration. Le polluant est piégé sur un support imprégné d'une substance chimique adaptée à l'absorption des polluants recherchés.

Les échantillonneurs passifs sont exposés à l'air ambiant pendant une semaine puis analysés selon la norme EN 14211 (2005)⁷ par un laboratoire sous-traitant (laboratoire AirParif). La concentration atmosphérique moyenne sur la période d'échantillonnage est calculée à partir de la masse piégée, la durée d'exposition et le débit d'échantillonnage.

Remarque : L'échantillonnage par tube à diffusion ne fournit pas de données en temps réel, mais fait état d'une situation moyenne sur la durée d'exposition des tubes. Les élévations ponctuelles de concentrations ne sont donc pas observées.



Figure 4 : Tube à diffusion passive sous abri

⁷ EN 14211 (2005) : « Qualité de l'air ambiant — méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote et en monoxyde d'azote par chimiluminescence ».

2. Stratégie d'échantillonnage

a) Mesure passive du NO₂

Les points de prélèvements ont été implantés selon le maillage présenté en Figure 6 (en page suivante). La stratégie d'échantillonnage est la même que pour la campagne réalisée en 2021 à l'exception du point 17 qui a été ajouté à proximité de la chaufferie pour mesurer l'impact maximal de l'installation (point déterminé à l'aide d'une étude¹ de dispersion prévisionnel des concentrations).

Les points sont tous situés dans un rayon de 250 mètres autour de l'emplacement de la chaufferie. D'après la modélisation de la dispersion des rejets de la chaufferie Nord-Saint-Martin¹, ce périmètre est suffisant pour contenir les zones où l'impact des émissions de la chaufferie sur les concentrations de NO₂ sera maximal. Au sein de ce secteur, 2 périmètres intermédiaires centrés sur l'emplacement de la chaufferie ont été définis à 50 et 150 mètres de celui-ci. Des points de mesure ont alors été définis sur chacun de ces périmètres suivant plusieurs transects pour observer de possibles gradients de concentrations selon ces axes. On distingue notamment un transect dans la direction Sud-Ouest/Nord-Est (P8-P2-P3-P13-P14) qui est placé dans la direction des vents dominants dans ce secteur et un autre dans la direction Nord-Sud (P16-P2-P4-P6-P12).

Pour compléter ce réseau, des points de mesure ont également été installés à proximité de lieux sensibles tels que des zones d'habitation, un gymnase (P10) et une école (P7 et P9). Aussi, afin de pouvoir évaluer l'impact du trafic routier sur les concentrations en NO₂ dans le secteur, des points de mesure ont été installés le long de la rue Saint-Malo (P11, P14 et P1) et du boulevard Charles et Raymonde Tillon (P6). Enfin, un **point témoin** a été installé dans le Parc Beauregard, suffisamment loin de la chaufferie pour qu'il soit hors de sa zone d'impact.

b) Emplacement de l'analyseur en continu

Le camion laboratoire (Figure 5 ci-contre) contenant les deux analyseurs (CO et NO_x) a été installé en plein cœur du lotissement, au même endroit que l'étude initiale 2021, à 150 mètres environ à l'Est de l'emplacement de la chaufferie.



Figure 5 : Camion laboratoire (P13)

c) Plan d'échantillonnage

La Figure 6 présente le plan d'échantillonnage. Il comprend **17 points de prélèvement par tube passif et 1 point de mesure en continu**, situés aux mêmes emplacements que la campagne initiale de 2021. Celle-ci avait été réalisée dans l'urgence selon un maillage systématique de la zone ; une étude à posteriori sur la modélisation des rejets atmosphériques de la chaufferie⁸ a mis en évidence une zone de concentration maximale non équipée de tube passif. Ainsi, **1 point de mesure supplémentaire (P17) a été positionné à l'endroit où les concentrations en NO_x et en CO sont les plus impactées.**

⁸ <https://www.airbreizh.asso.fr/publication/impact-dune-installation-de-chaufferie-sur-les-emissions-atmospheriques-enrnov/>

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

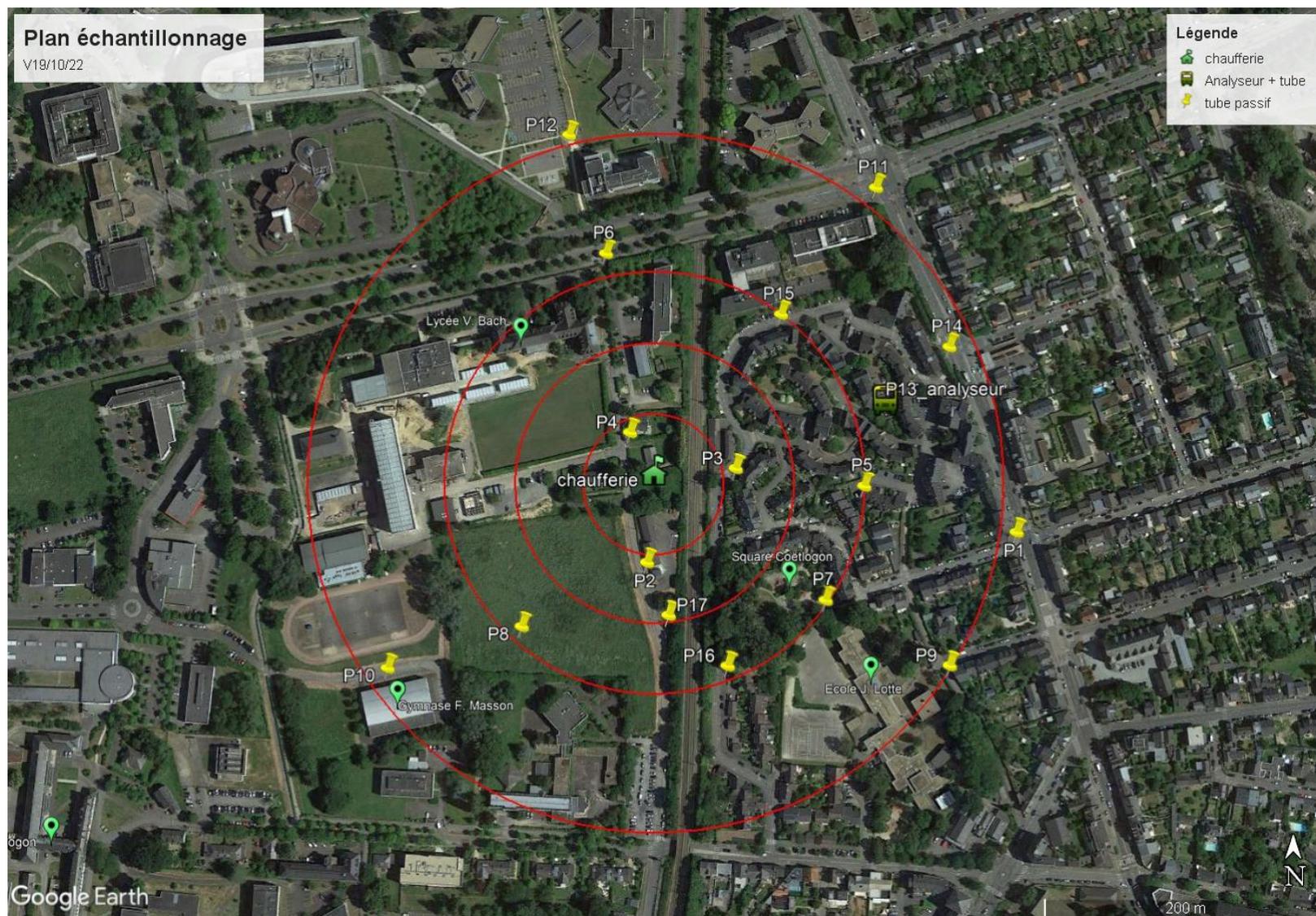


Figure 6 : Localisation des points de mesure autour de l'emplacement de la chaufferie Nord Saint-Martin

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

d) Dates de la campagne de mesure

La campagne de mesure a démarré le 16/02 pour une période prévue initialement d'un mois, avec pour objectif initial d'étudier l'impact des rejets de l'installation sur son environnement.

Le 14/03/23, nous avons été informés par l'exploitant que la chaufferie était à l'arrêt depuis le 17/02/23 en raison d'une défaillance technique. L'installation a été remise en service le 17/03 avec un fonctionnement normal à partir du 22/03/23.

En accord avec Rennes Métropole et l'exploitant, les analyses en continu ont été prolongées de deux semaines (jusqu'au 30/03/2023) pour permettre la comparaison partielle des niveaux avant et après la mise en fonctionnement de la chaufferie. Les prélèvements passifs n'ont pas pu être prolongés au-delà de la date initialement prévue (fin le 16/03).

Du fait de ces événements, les objectifs suivants ont été définis pour cette campagne :

- **Période du 17/02 au 16/03 - chaufferie à l'arrêt** : mise à jour de l'état initial réalisé en janvier/février 2021
- **Période du 17/03 au 30/03 – chaufferie en fonctionnement** - seules les mesures en continu ont été prolongées sur un site : analyse partielle de l'impact de la chaufferie.

Les mesures passives ont été réalisées par série hebdomadaire, sur une période d'un mois, entre le 16 février et le 16 mars 2023 (Tableau 2). Lors de cette période, la chaufferie était à l'arrêt. Par conséquent, les mesures peuvent permettre la mise à jour de l'état initiale réalisée en 2021.

Tableau 2 : Séries de prélèvement par tube passif lors de la campagne

| | Campagne 2023 |
|---------|-------------------|
| Série 1 | 16/02 au 23/02/23 |
| Série 2 | 23/02 au 02/03/23 |
| Série 3 | 02/03 au 09/03/23 |
| Série 4 | 09/03 au 16/03/23 |

Les mesures en continu des deux analyseurs (NO₂ et CO) présents dans le camion laboratoire ont été réalisées entre le 16 février et le 30 mars 2023.

A l'instar des mesures passives, les mesures entre le 16/02 et le 16/03/2023 permettent de mettre à jour l'état initial réalisé en 2021. Les mesures entre le 22/03 et le 30/03/2023 (chaufferie en fonctionnement) peuvent être comparées à titre indicatif aux mesures de la première partie de la campagne (état initial) pour analyser l'impact des émissions de la chaufferie sur son environnement.

III. CONTEXTE DES MESURES

Les résultats des contrôles qualité des prélèvements et mesures sont présentés en préambule de la présentation des résultats et de leurs interprétations.

1. Contrôle de la qualité des mesures

a) Analyseur en continu

Les analyseurs en continu ont fait l'objet d'opérations de maintenance, de vérification et d'étalonnage à fréquence régulière durant la campagne, afin de garantir la qualité des mesures effectuées. Les opérations de vérification et d'étalonnage sont réalisées à partir d'un gaz étalon.

L'analyseur NO₂ a seulement présenté un dysfonctionnement pendant une durée de 4 heures, le 17 février, entre 5 :00 et 9 :00, pendant laquelle la mesure n'a pas été enregistrée.

Le taux de fonctionnement enregistré lors de la campagne a donc été de 99% pour l'analyseur NO₂ et 100% pour l'analyseur CO.

Sur un site de mesure fixe, la Directive 2008/50/CE prescrit une saisie minimale des données de 90% sur la période de mesure afin d'assurer une bonne représentativité des données.

b) Tubes passifs

Comparaison de la méthode de prélèvement à la méthode de référence

Le prélèvement par tube passif, bien qu'il constitue une méthode longuement éprouvée, n'est pas considéré comme une méthode de référence comme c'est le cas pour la mesure en continu par analyseur de NO₂. Afin de s'assurer que les résultats des mesures par tube passif sont fiables dans les conditions de l'étude, un tube a été placé au même emplacement que l'analyseur (P13) pour comparaison.

Sur la Figure 7 ci-dessous, on peut voir que l'écart entre la mesure du tube passif (P13) et celle de l'analyseur NO₂ est faible sur les 4 séries de prélèvement (max 14%). L'écart moyen sur la période de la campagne est de 6 % ce qui est satisfaisant.

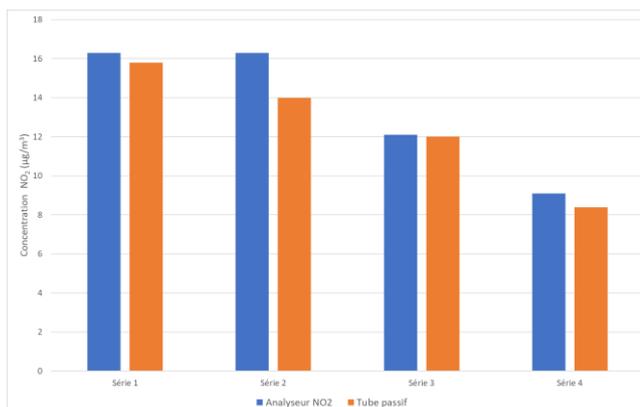


Figure 7 : Comparaison des séries de mesure avec les tubes passifs (Point 13) et l'analyseur de NO₂.

2. Contexte météorologique

Le contexte météorologique peut avoir un impact sur les conditions de dispersion de la pollution atmosphérique. Certains paramètres favorisent la dispersion et/ou leur lessivage (par exemple la pluie), d'autres au contraire vont favoriser une accumulation des polluants (comme les hautes pressions), ou leur formation (comme l'ensoleillement).

Pour une campagne de mesure de la qualité de l'air, il est donc important d'étudier les conditions météorologiques dans lesquelles les mesures des polluants ont été effectuées.

Différents paramètres météorologiques ont fait l'objet d'un suivi pendant la campagne. Ils sont issus de la station Météo France la plus proche des points de mesure, située à l'aéroport de Rennes Saint-Jacques (35).

c) Direction et vitesse des vents

Les conditions de vitesse et de direction des vents sont souvent représentées par une rose des vents. Cette représentation permet de visualiser sur une période donnée :

- Le pourcentage de vent pour chaque direction : plus la pale est de grande taille, plus les vents venant de cette direction ont été nombreux pendant la période ;
- Les vitesses des vents venant de chaque direction : la couleur de chaque pale indique la classe de vitesse et la taille indique le pourcentage de vent avec cette vitesse.

Ainsi, plus la pale est grande, plus les vents en provenance de cette direction sont fréquents (direction majoritaire) et au sein de cette pale, plus les couleurs bleues sont foncées (ou orange pour la normale des vents), plus les vents sont forts.

La Figure 8 présente les roses des vents de la station Météo France de Rennes Saint-Jacques, réalisée sur les deux périodes de mesure (du 16 février au 16 mars 2023 et du 16 mars au 30 mars 2023). Elles sont comparées aux normales mensuelles (février et mars) de 1991 à 2020.

On remarque que dans les conditions normales, les vents les plus fréquents proviennent majoritairement du Sud-Ouest et du Nord-Est.

Le profil de la rose des vents de la première partie de campagne (16/02 – 16/03/2023) correspond bien aux normales. Ainsi, lors de la campagne de mesure, les points situés sur l'axe Sud-Ouest / Nord-Est (P11 ; P15, P4, P2, P17, P8, P10) ont été le plus souvent sous les vents en provenance de la chaufferie (bien qu'elle n'ait pas fonctionné sur cette période). Le camion laboratoire (P13) était exposé lorsque les vents provenaient du secteur Ouest/Sud-Ouest (260°). La Figure 9 permet de visualiser l'exposition des points de mesure en fonction de la provenance des vents.

Lors de la seconde partie de campagne (16/03 – 30/03/2023), les vents les plus fréquents provenaient majoritairement du Sud/Sud-Ouest (210°). **Le camion laboratoire ne semble pas avoir été exposé aux rejets de la chaufferie car celui-ci est positionné dans l'axe 260°-70°.**

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

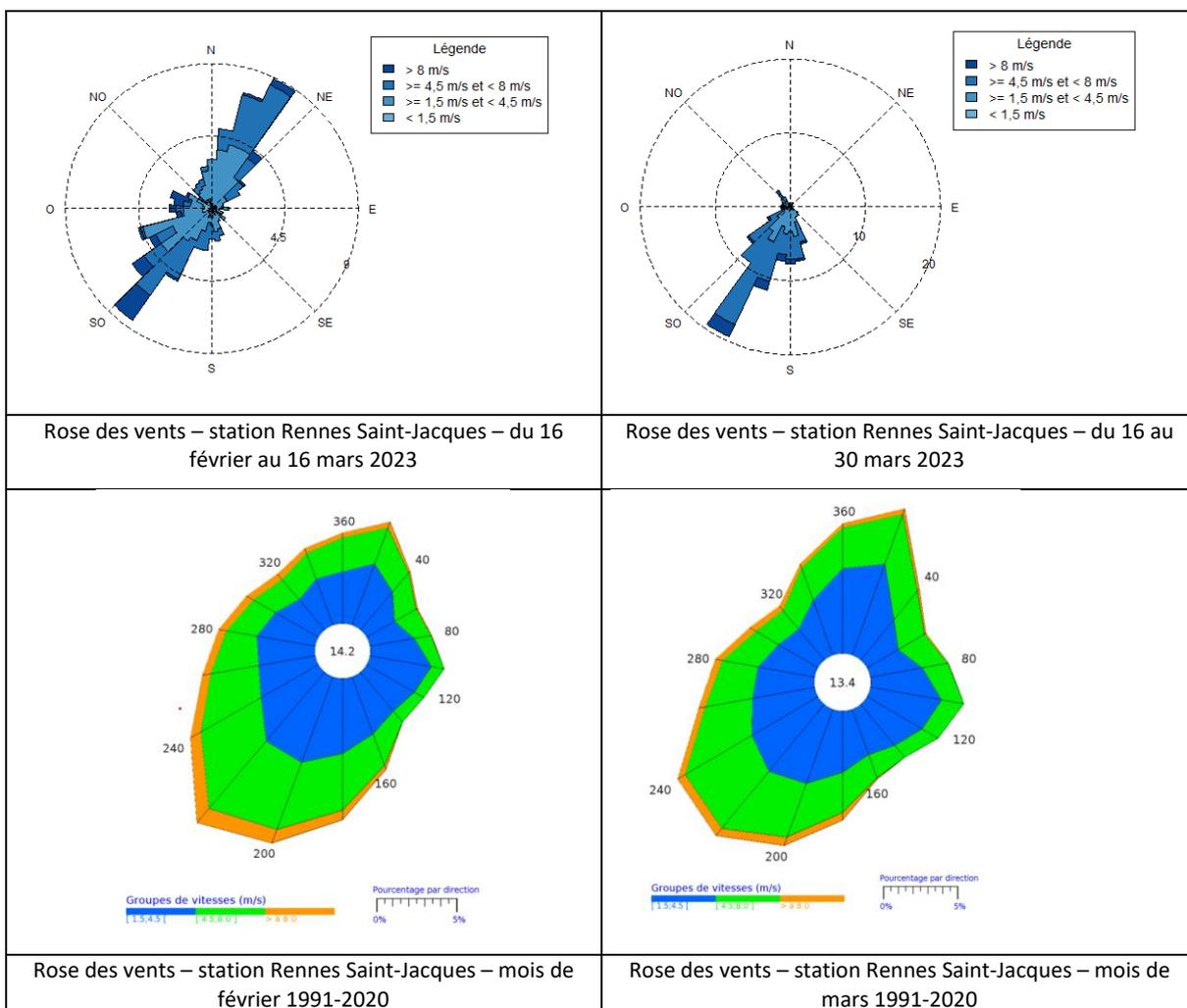


Figure 8 : Comparaison des conditions de vents pendant la surveillance aux normales météorologiques

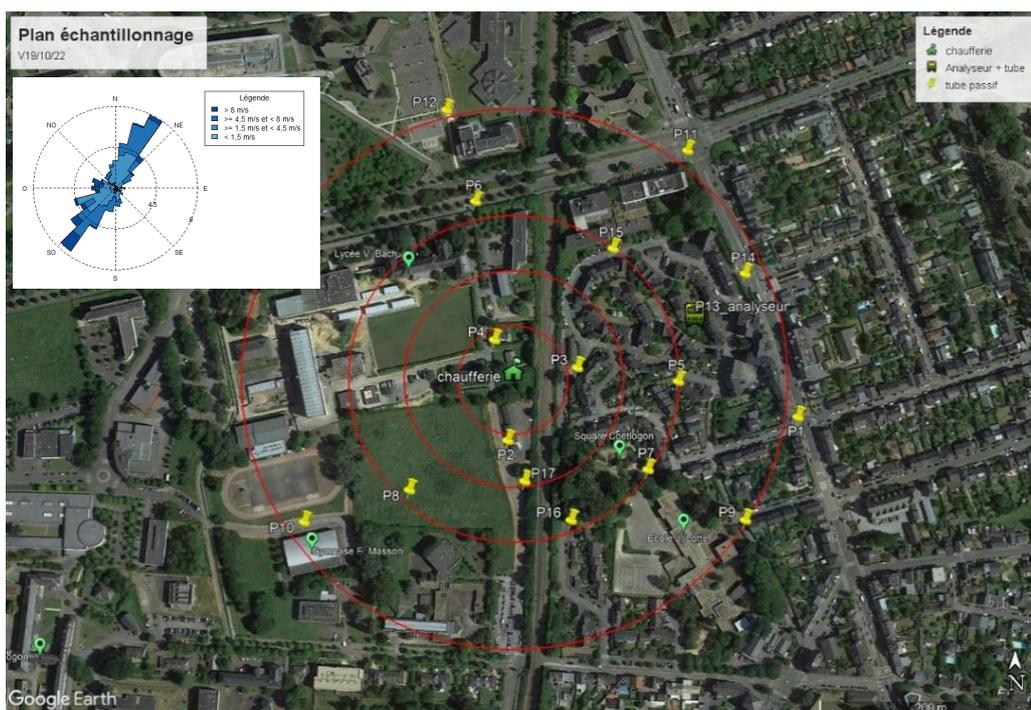


Figure 9 : Plan d'échantillonnage et rose des vents (16/02 – 16/03/2023)

d) Températures et précipitations

La température est un paramètre influent sur les teneurs en polluants atmosphériques. Un important écart thermique entre la nuit et le jour, associé à des températures froides, favorise les phénomènes d'inversion thermique qui contribuent à l'accumulation des polluants (phénomène couramment rencontré au printemps).

Quant aux précipitations, elles sont favorables à un lessivage de l'atmosphère, permettant une diminution des concentrations en polluants.

Le Tableau 3 ci-dessous permet de comparer les conditions de température et de précipitations rencontrées pendant la campagne de mesure, par rapport aux normales météorologiques.

On peut voir que les niveaux de précipitations pendant la campagne (du 16/02 au 16/03/2023) sont très proches des normales météorologiques. La Figure 10 présente l'évolution des niveaux de précipitation en cumul journalier pendant la campagne. Les 4 séries de mesure ont rencontrés des précipitations pendant la campagne. La série 2 a eu le moins de précipitation.

La température moyenne mesurée pendant la campagne (du 16/02 au 16/03/2023) se situe entre les normales de février et de mars. La Figure 11 présente l'évolution de la température en moyenne journalière pendant la campagne. On peut voir que la série 2 a rencontrée des températures plus basses par rapport aux autres séries.

Tableau 3 : Synthèse météorologique et comparaison aux normales.

| | Normales de février (1991-2020) | Normales de mars (1991-2020) | Campagne 2023 (du 16/02 au 16/03/2023) |
|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|
| Précipitations (mm) | 51.6 | 48.9 | 49 |
| Température (°C) | 6.6 | 8.8 | 7.4 |

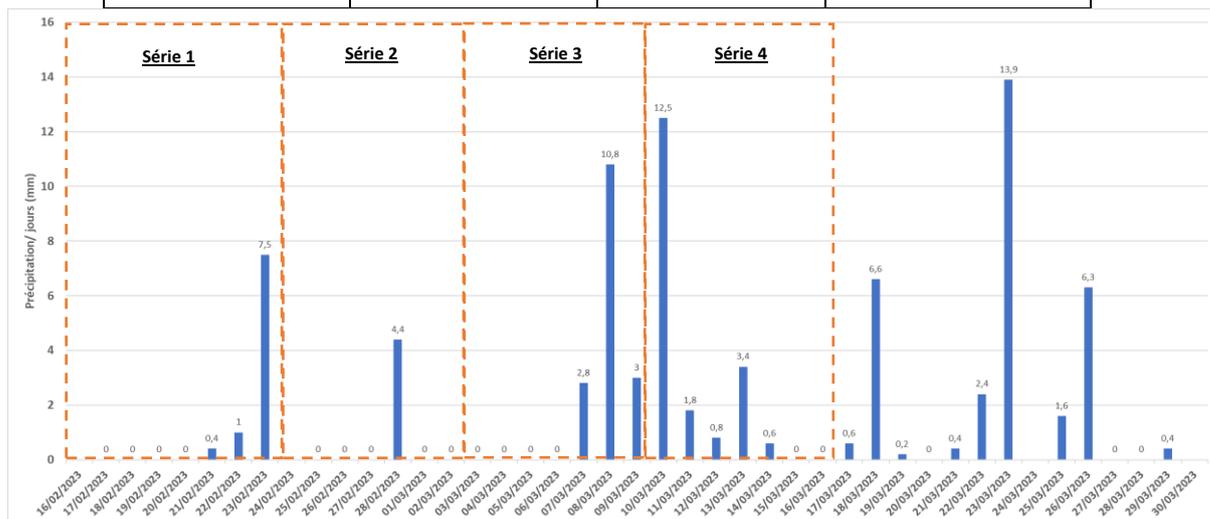


Figure 10 : Précipitations (mm) lors de la campagne de mesure (Station Rennes Saint-Jacques).

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

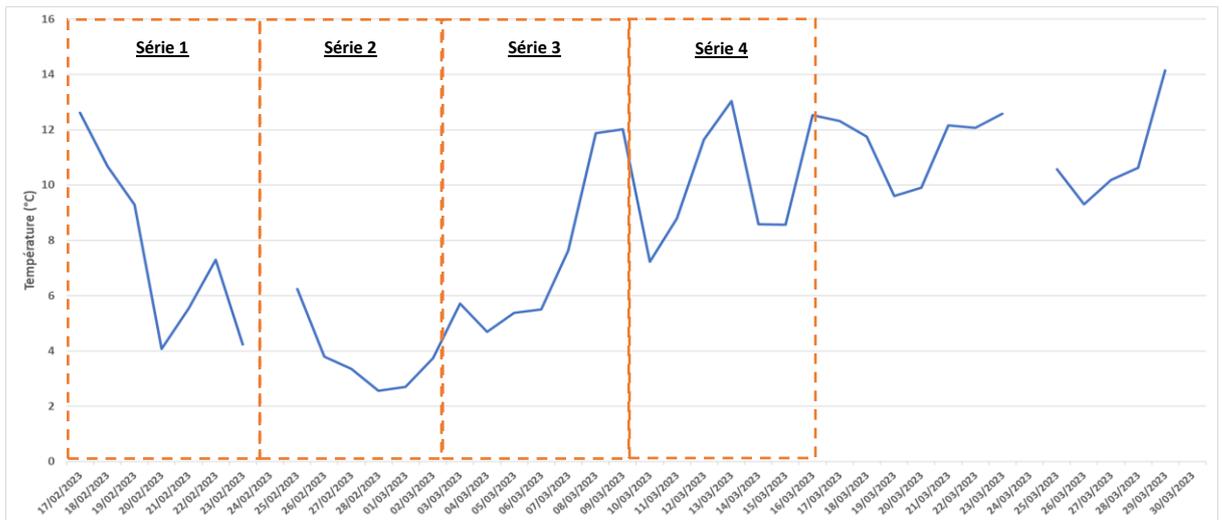


Figure 11 : Température (°C) lors de la campagne de mesure (Station Rennes Saint-Jacques).

Pendant la campagne de mesure, les précipitations et la température ont été proches des normales météorologiques. Le contexte météorologique de la série 2 (mesures passives - NO₂) est légèrement différent par rapport aux autres séries (températures et précipitations plus faibles) et semble plus favorable à une augmentation des niveaux de concentrations dans l'air.

3. Fonctionnement de la chaufferie

La chaufferie a fonctionné pendant 2 jours au début de la campagne de mesure.

Une reprise partielle a été observée le 17/03 suivie d'une nouvelle interruption pendant quatre jours. L'installation repris sont fonctionnement à partir du 22/03/2023 avec un fonctionnement en dessous de sa capacité (25 MWu).

La Figure 12 ci-dessous détaille les jours de fonctionnement de la chaufferie avec la puissance utile communiquée en moyenne journalière [données ENGIE].

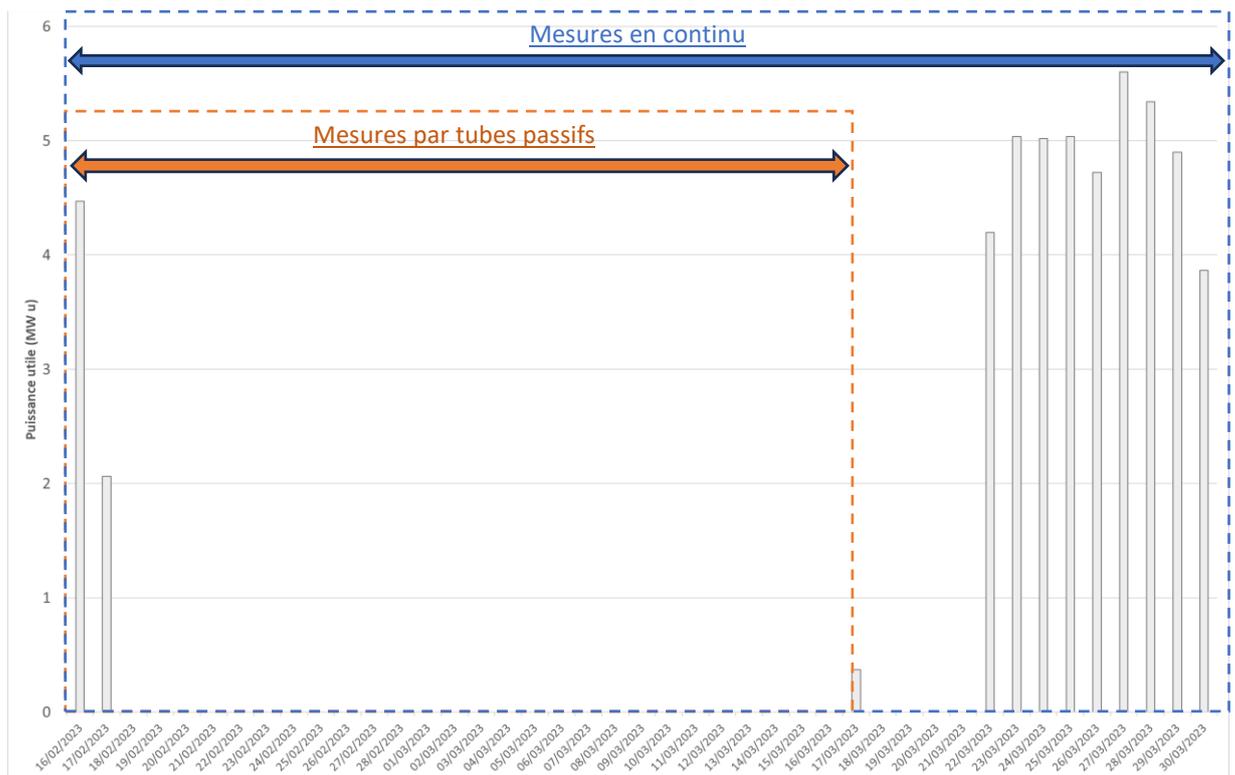


Figure 12 : Fonctionnement de la chaufferie : puissance utile (MW u) en moyenne journalière [Données ENGIE]

IV. MATERIEL ET METHODE

Une première partie présente la méthodologie d'exploitation et d'interprétation des données. Les résultats des mesures des différents polluants sont détaillés par la suite.

1. Méthode d'exploitation des données -

Les mesures ont été réalisées du 16/02 au 30/03 dans deux types de configuration :

- Phase I - du 16/02 au 22/03 : arrêt de la chaufferie,
- Phase II - du 22/03 au 30/03 : fonctionnement de la chaufferie en régime partiel.

La phase I de la campagne permet de mettre à jour l'état initial réalisé deux ans auparavant à la même période (2021). Les résultats seront pris comme référence pour l'interprétation d'une autre campagne qui serait réalisée lors d'une prochaine saison hivernale en régime de fonctionnement normal de la chaufferie.

La phase II permet d'effectuer une première analyse de l'impact de l'installation sur son environnement. Toutefois, la durée limitée de cette campagne (sur un seul point de mesure) et le fonctionnement partiel de la chaufferie ne permettent une analyse complète de l'impact de l'installation.

2. Seuils de référence

Les références suivantes sont utilisées pour l'interprétation des données :

- mesures d'autres stations du réseau de mesure d'Air Breizh ;
- seuils de référence (valeurs recommandées par l'OMS et seuils réglementaires).

a) Comparaison aux autres stations du réseau de mesure d'Air Breizh

Les données de mesure en dioxyde d'azote (NO₂) du camion laboratoire sont comparées à celles de la station urbaine de fond (UF) « Thabor » et à la station urbaine trafic « Les Halles » située en centre-ville de Rennes (cf. **Annexe 1**). Le NO₂ est également mesuré à la station urbaine trafic « Laennec » mais celle-ci n'a pas été retenue pour la comparaison en raison de ses niveaux moins élevés par rapport à la station « Les Halles ».

Dans le cas du monoxyde de carbone (CO), la surveillance réglementaire s'effectue à l'aide d'outils de modélisation régionale depuis 2015. Le CO est suivi à la station Plouvorn pour la surveillance des rejets atmosphériques de la centrale combinée gaz de Landivisiau. Les résultats de cette étude seront comparés aux niveaux mesurés à la station Plouvorn.

b) Comparaison avec les résultats de l'état initial 2021

Les résultats des mesures du 16/02 au 16/03/23 sont comparés à ceux de l'état initial 2021, à titre indicatif, pour étudier l'évolution des concentrations sur la zone d'étude.

c) Seuils réglementaire et valeurs guides de l'OMS

Les valeurs limites réglementaires et les valeurs guides de l'OMS seront également utilisées comme référence (cf. Tableau 1).

V. MISE A JOUR DE L'ETAT INITIAL

Dans ce chapitre, l'état initial de la qualité de l'air à proximité de la chaufferie Nord Saint-Martin est mis à jour à l'aide des mesures réalisées entre le 16/02 et le 16/03/2023 (chaufferie à l'arrêt).

1. Evolution spatiale des niveaux (NO₂)

Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées avec les tubes passifs et avec l'analyseur sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 4).

Tableau 4 : Résultats des concentrations en NO₂ (µg/m³)

| Campagne NO ₂ (du 16/02 au 16/03/2023) | Série 1 | Série 2 | Série 3 | Série 4 | Moyenne mensuelle | incertitudes |
|--|---------|---------|---------|---------|-------------------|--------------|
| P0 (témoin) | 14 | 9 | 9 | 7 | 10 | 57% |
| P1 | 18 | 26 | 21 | 13 | 20 | 40% |
| P2 | 12 | 12 | 10 | 8 | 11 | 53% |
| P3 | 16 | 14 | 11 | 8 | 13 | 49% |
| P4 | 15 | 13 | 11 | 8 | 12 | 51% |
| P5 | 14 | 13 | 11 | 8 | 12 | 51% |
| P6 | 19 | 13 | 12 | 10 | 14 | 47% |
| P7 | 14 | 12 | 10 | 7 | 11 | 53% |
| P8 | 13 | 11 | 9 | 7 | 10 | 57% |
| P9 | 13 | 12 | 11 | 7 | 11 | 54% |
| P10 | 13 | 9 | 8 | 7 | 9 | 59% |
| P11 | 24 | 33 | 28 | 21 | 26 | 36% |
| P12 | 15 | 10 | 9 | 8 | 11 | 53% |
| P13 | 16 | 14 | 12 | 8 | 13 | 49% |
| P14 | 25 | 19 | 16 | 17 | 19 | 40% |
| P15 | 16 | 16 | 13 | 9 | 14 | 46% |
| P16 | 14 | 11 | 10 | 8 | 11 | 52% |
| P17 | 14 | 13 | 11 | 8 | 12 | 50% |
| Camion laboratoire (P13) | 16 | 16 | 12 | 9 | 13 | 15% |
| Thabor (UF) | 14 | 11 | 9 | 9 | 11 | 15% |
| Les Halles (UT) | 28 | 22 | 21 | 19 | 22 | 15% |

Les incertitudes de mesure sont également précisées. Pour les tubes passifs, elles ont été calculées conformément aux préconisations du guide FDX43_070_4_NO₂ (AFNOR). Pour l'analyseur, en l'absence de calcul d'incertitude spécifique pour cette campagne, nous avons reporté l'incertitude maximale tolérée par la réglementation pour ce type de mesure à savoir 15% (selon la Directive 2008/50/CE).

La Figure 13 ci-après permet de mieux situer ces données de concentration moyenne dans l'espace. La

Figure 14 permet, quant à elle, de pouvoir situer les niveaux de NO₂ constatés sur le secteur d'étude (bleu) vis-à-vis du point témoin (vert) et des stations du réseau de surveillance d'Air Breizh sur la Métropole de Rennes, à savoir la station de fond urbain Thabor (en jaune) et la station trafic des Halles (en orange).

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

On constate que la plupart des points de mesure affichent des concentrations voisines de celles du point témoin (10 – 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), excepté pour les points P1, P11 et P14 situés le long de la rue Saint-Malo. On distingue assez clairement cette influence des émissions du trafic qui tend à s'estomper rapidement à mesure qu'on s'éloigne de l'axe routier. Le point P11 affiche une concentration particulièrement élevée, certainement du fait qu'il est situé au carrefour des deux axes principaux où les véhicules sont régulièrement arrêtés au feu de signalisation.

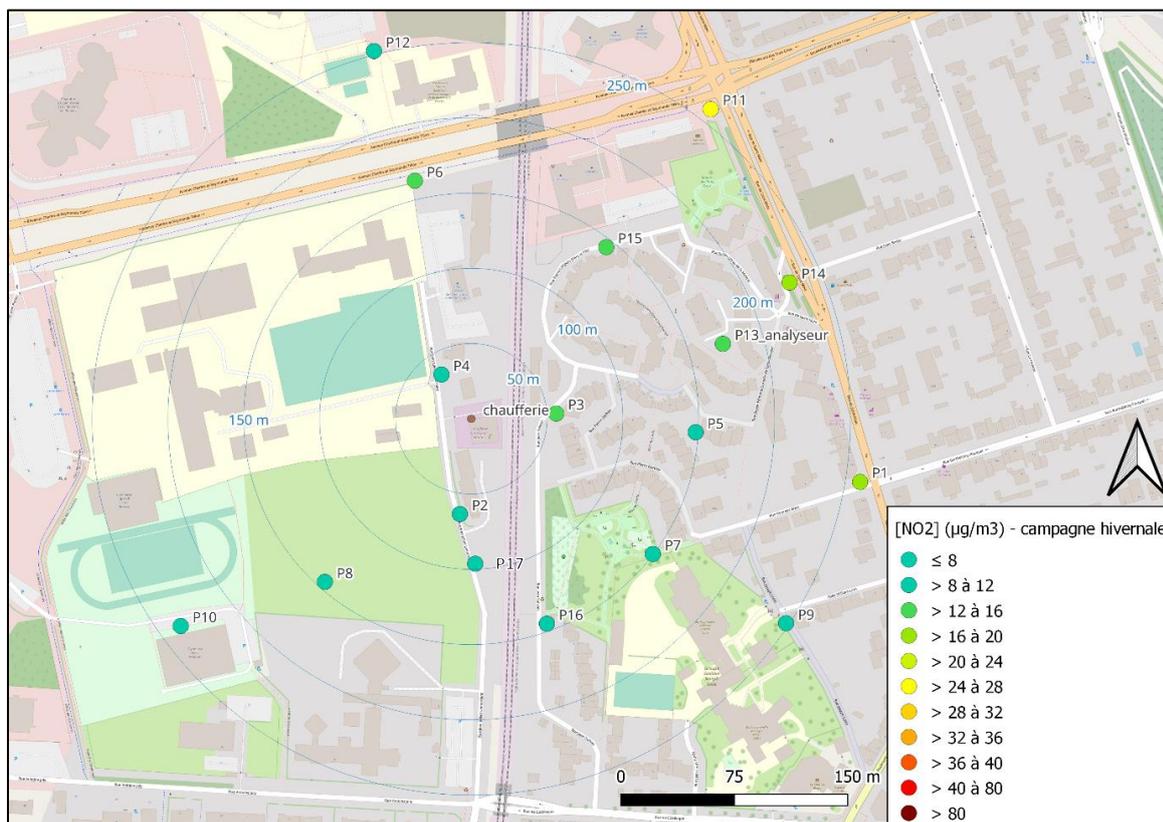


Figure 13 : Répartition spatiale des concentrations moyennes de NO_2 relevées durant la campagne

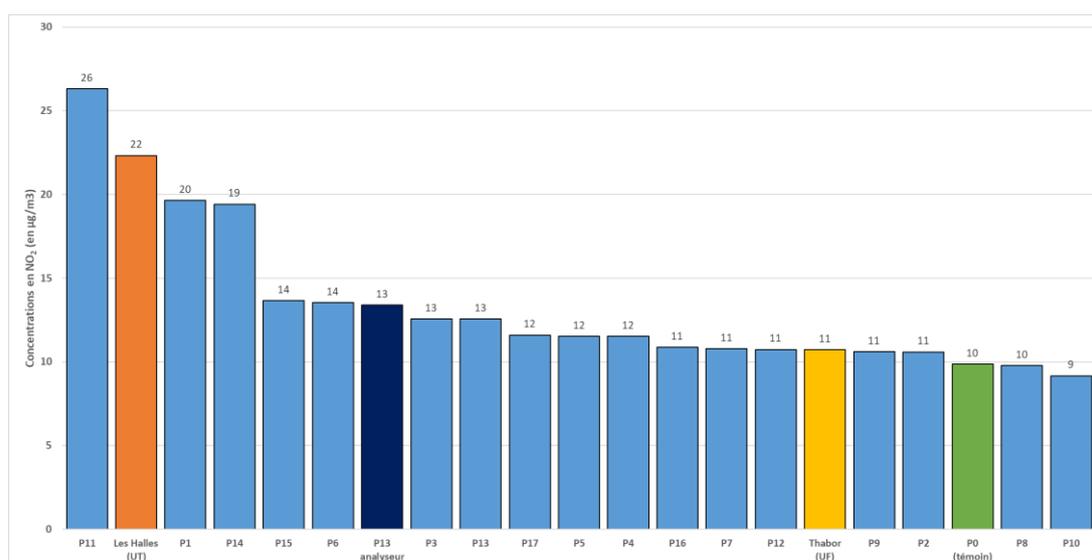


Figure 14 : Classement des concentrations mesurées sur le secteur étudié et comparaison avec les mesures des stations du réseau Air Breizh de Rennes Métropole

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

La période de mesure n'étant pas représentative d'une année complète tant par sa durée que par sa saisonnalité (période hivernale uniquement), il n'est pas possible de comparer quantitativement les niveaux mesurés par rapport au seuil annuel réglementaire de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Toutefois les conditions hivernales étant favorables à de plus fortes concentrations par rapport aux autres saisons, il est peu probable que ce seuil soit atteint sur une année complète.

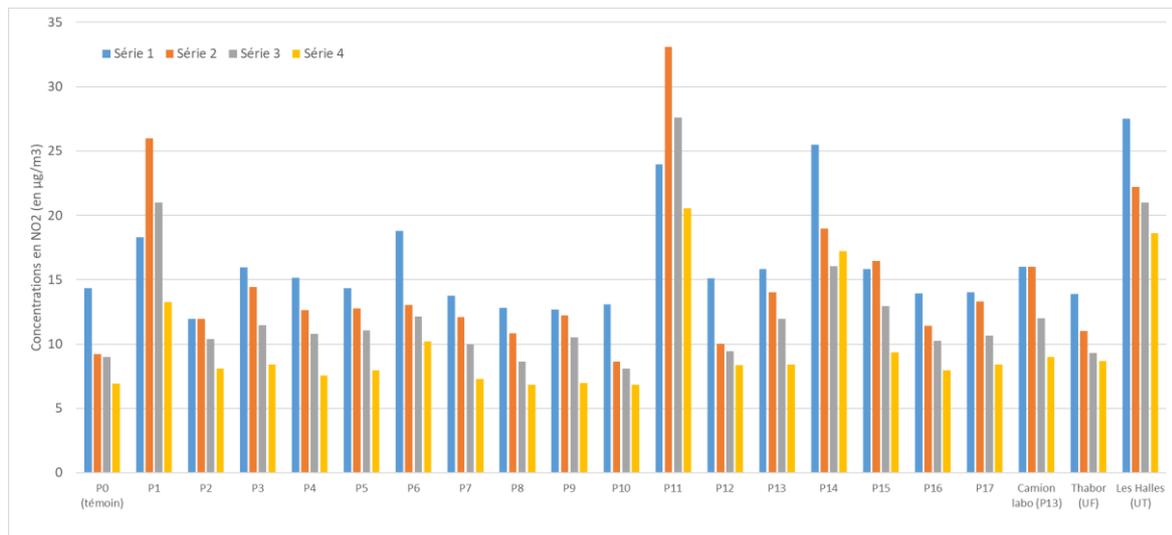


Figure 15 : Evolution des concentrations en NO_2 par série de mesure

Les résultats de cette étude montrent que les concentrations en NO_2 les plus élevées ont été mesurées à proximité des axes routiers (Rue de Saint-Malo et avenue Charles et Raymonde Tillon). Sur les points 1 et 11, les concentrations maximales sont mesurées pendant la seconde série de prélèvement, lorsque les conditions météorologiques étaient les plus défavorables (températures basses et précipitations faibles).

Les mesures de NO_2 réalisées à proximité de la chaufferie sont dans le même ordre de grandeur que le point témoin (10 à $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

2. Evolution temporelle des niveaux (NO_2)

Un analyseur automatique de NO_2 a été mis en place au cœur du lotissement situé à proximité immédiate à l'Est de l'emplacement de la chaufferie (Cf. Figure 1 et Figure 6). Il se trouve à une distance d'environ 150 mètres de l'installation.

Cette méthode de mesure présente les intérêts suivants en complément des prélèvements par tube passif :

- Suivi de l'évolution temporelle des niveaux horaires et comparaison des mesures au seuil réglementaire horaire de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (à ne pas dépasser plus de 18h/an) défini sur ce même pas de temps ;
- Comparaison des niveaux à la valeur guide journalière de l'OMS de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (à ne pas dépasser plus de 5j/an) ;

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

- Comparaison des niveaux à ceux d'autres stations rennaises équipées d'un dispositif équivalent, notamment dans le cadre de cette étude, la station urbaine de fond Thabor (de typologie identique) et la station urbaine trafic Les Halles.

Les résultats des mesures automatiques pendant que la chaufferie était à l'arrêt (du 17/02 au 16/03/2023) et pendant la période de fonctionnement (du 22/03 au 30/03/2023) sont présentés dans les paragraphes suivants.

Le Tableau 5 ci-dessous présente une synthèse statistique des mesures en NO₂ réalisées sur le site P13 (camion laboratoire). Les maximum horaires et journaliers sont comparés aux seuils de référence et aux mesures des stations Thabor (UF) et les Halles (UT).

Tableau 5 : Synthèse statistique des mesures en NO₂ lors de la campagne (µg/m³) – du 16/02 au 16/03/2023

| NO ₂ | Point P13 (Camion laboratoire) | Station Thabor (UF*) | Station Les Halles (UT*) |
|-----------------------------|--|----------------------|--------------------------|
| du 16/02 au 16/03/2023 | µg/m ³ | | |
| Données horaires | | | |
| Valeur limite | 200 µg/m ³ en moyenne horaire | | |
| 1 ^{er} quartile | 6,1 | 5,7 | 13.3 |
| Médiane | 8,6 | 8,6 | 19.4 |
| Moyenne | 13,2 | 10,6 | 22.3 |
| 3 ^{ème} quartile | 16,4 | 12,7 | 29.4 |
| Maximum horaire | 62,8 | 48,8 | 73.3 |
| Données journalières | | | |
| Valeur guide OMS | 25 µg/m ³ en moyenne journalière | | |
| Maximum journalier | 28,2 | 21,6 | 35.3 |

* UF : Station Urbaine de fond

*UT : Station Urbaine Trafic

Au vu des résultats de ce tableau, la valeur limite pour la protection de la santé humaine en moyenne horaire (200 µg/m³) n'a jamais été dépassée sur le site P13 (max horaire : 62,8 µg/m³). Cependant, la valeur guide de l'OMS en moyenne journalière (25 µg/m³) a été dépassée plusieurs fois.

La Figure 16 ci-dessous présente l'évolution journalière des mesures en NO₂ sur la zone d'étude (camion laboratoire) et à la station Thabor. On peut voir que la **valeur guide de l'OMS a été dépassée 3 fois sur le site P13** pendant la campagne. Les variations journalières sont proches entre les deux sites de mesure (les deux sites ont la même typologie : urbain de fond).

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

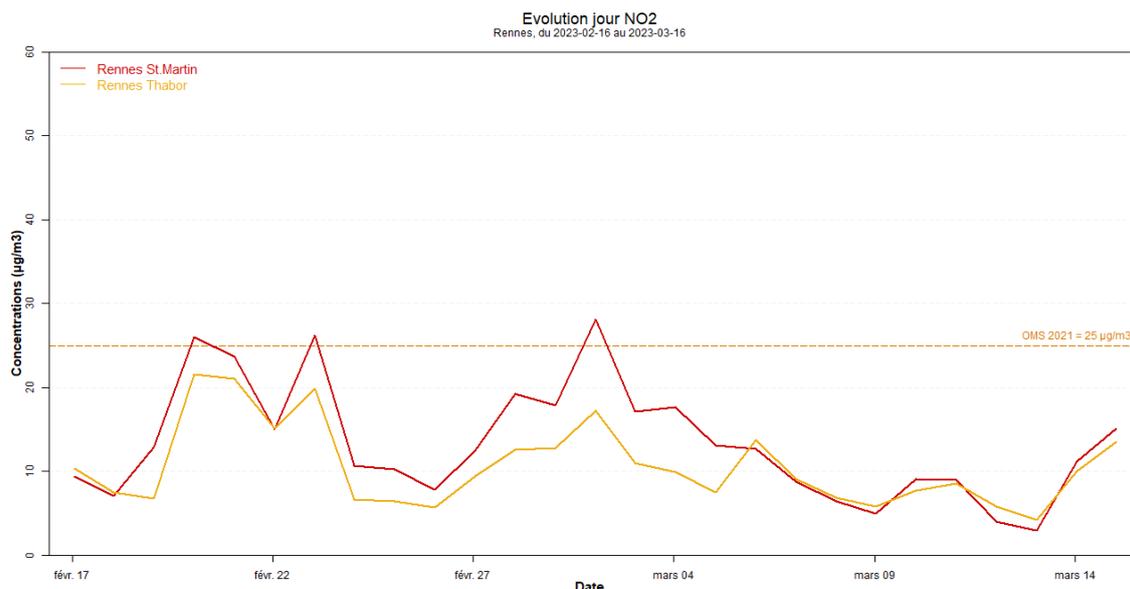


Figure 16 : Evolution des concentrations en NO₂ sur la zone d'étude (P13) et à la station Thabor (données journalières µg/m³) – du 16/02 au 16/03/2023.

La Figure 17 ci-après présente les profils journaliers des concentrations en NO₂ mesurées par le camion laboratoire (point P13) et par la station Thabor (UF) sur la même période. Les profils sont très proches entre les deux analyseurs, deux pics de concentration sont présents au cours de la journée : le matin (8h) et en début de soirée (18-19h) ; correspondant aux heures où le trafic est le plus important (début et fin de la journée de travail).

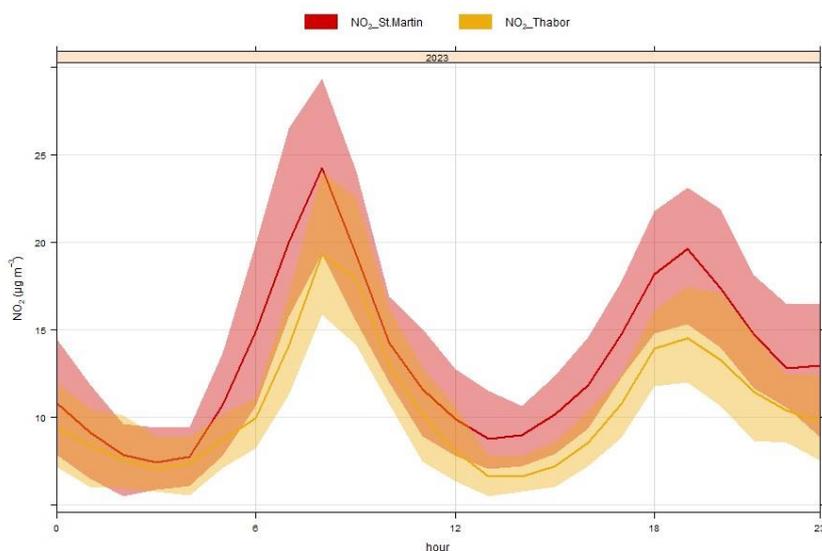


Figure 17 : Profils journaliers des concentrations en NO₂ sur la zone d'étude (P13) et à la station Thabor (UF), du 16/02 au 16/03/2023.

La Figure 18 ci-après présente les jeux de données horaires de la campagne sous forme d'un box plot (boîte à moustaches). On peut voir que les données appartenant au troisième quartile sont plus élevées sur la zone d'étude (point P13) par rapport à la station Thabor. De plus, les concentrations maximales sont plus importantes (représentées par les outliers : 5% des valeurs les plus élevées). Le premier quartile et la médiane sont très proches entre les deux analyseurs (cf. Tableau 5).

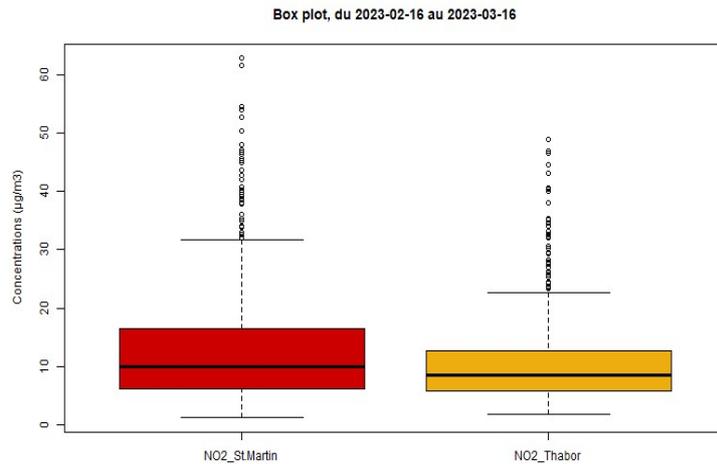


Figure 18 : Box Plot des mesures en NO₂, zone d'étude (P13) et station Thabor (UF) (données horaires µg/m³).

La Figure 19 ci-dessous présente l'évolution des concentrations maximales en NO₂, en données horaire, mesurées pour chaque journée de la campagne, sur le site P13, et aux stations Thabor (UF) et les Halles (UT).

On peut voir que les variations de concentration en NO₂ sont assez similaires entre les trois sites de mesure. Lorsque les niveaux de concentration augmentent sur le site P13, la courbe se rapproche de celle de la station Les Halles (UT). Lorsque les niveaux mesurés sur le site P13 sont faibles, la courbe se rapproche des niveaux de fond urbain mesurés par la station Thabor (UF). La différence entre le site P13 et la station Thabor peut être expliquée par le trafic plus important à proximité la zone d'étude (carrefour entre l'avenue Charles et Raymonde Tillon et la rue de Saint-Malo). **Le camion laboratoire étant placé à 60 mètres de la rue de Saint-Malo ; cette proximité au trafic induit des concentrations plus importantes en NO₂ sur le site P13 lorsque le trafic est élevé (profil similaire à la station les Halles (UT)).**

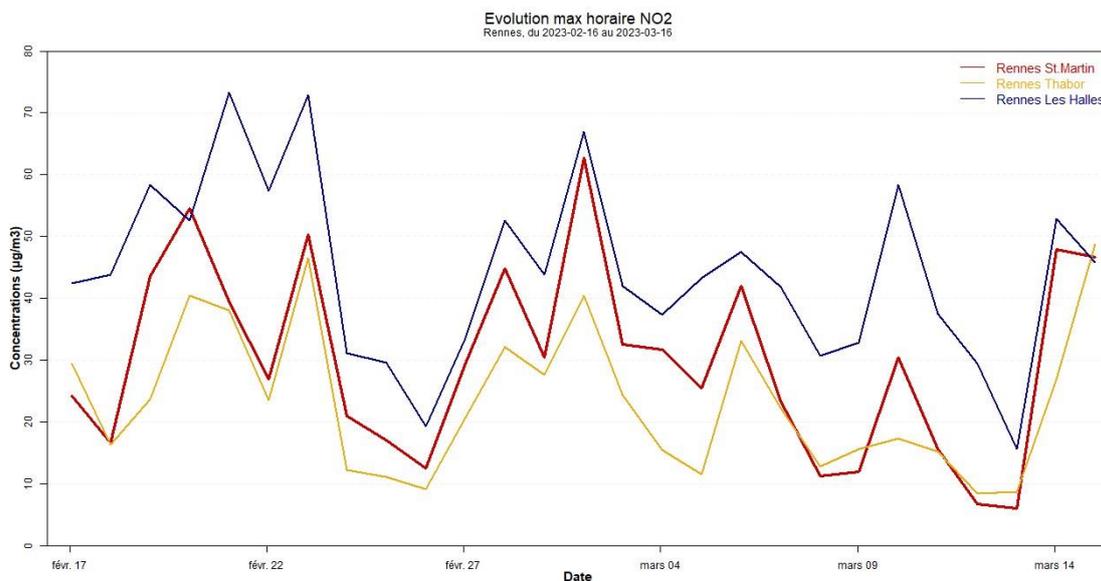


Figure 19 : Evolution des concentrations en NO₂ sur la zone d'étude (P13) et à la station Thabor (données max horaires µg/m³) – du 16/02 au 16/03/2023.

3. Evolution temporelle des niveaux (CO)

Selon le même protocole que pour la mesure du NO₂, un analyseur automatique de monoxyde de carbone (CO) a été mis en place dans le camion laboratoire (P13).

Cette méthode de mesure présente les intérêts suivants :

- Comparaison des mesures en données horaires au seuil réglementaire de 10 mg/m³ (maximum journalier de la moyenne sur 8h glissant). Comparaison des mesures à celles de la station de Plouvorn (typologie rurale industriel).

Les résultats des mesures automatiques pendant que la chaufferie était à l'arrêt (du 16/02 au 16/03/2023) sont présentés ci-après.

Le Tableau 6 ci-dessous présente une synthèse statistique des mesures en CO réalisées sur le site P13 par le camion laboratoire. Le maximum horaire est comparé au seuil de référence.

Tableau 6 : Synthèse statistique des mesures en CO lors de la campagne de mesure (µg/m³).

| CO | Point 13 (camion laboratoire) | Station Plouvorn (RI*) |
|---------------------------|--|------------------------|
| du 16/02 au 16/03/2023 | | |
| mg/m ³ | | |
| Données horaires | | |
| Valeur limite | 10 mg/m ³ pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h | |
| 1 ^{er} quartile | 0,16 | 0,12 |
| Médiane | 0,20 | 0,14 |
| Moyenne | 0,22 | 0,14 |
| 3 ^{ème} quartile | 0,24 | 0,15 |
| Maximum horaire | 1,04 | 0,29 |

*RI : Rurale Industrielle

Au vu des résultats de ce tableau, la valeur limite pour la protection de la santé humaine (maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h) (10 mg/m³) n'a jamais été dépassée sur le site P13 (max horaire : 1.04 mg/m³).

La Figure 20 présente le jeu de données horaires de la campagne sous forme d'un box plot (boîte à moustaches). On peut voir que sur la zone d'étude, la majorité des concentrations mesurées est comprise entre 0.1 et 0.4 mg/m³. Seulement quelques mesures ponctuelles se détachent du lot avec des concentrations plus importantes (outliers : 5% des valeurs les plus élevées). Les niveaux mesurés à la stations Plouvorn sont plus faibles par rapport aux niveaux de la zone d'étude et présentent moins de variation, probablement en raison de la typologie rurale de la station.

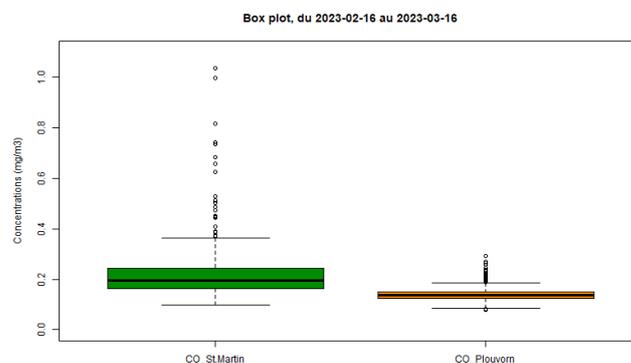


Figure 20 : Box Plot des mesures en CO sur la zone d'étude et à la station Plouvorn (données horaires mg/m³).

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

La Figure 21 présente le profil journalier des mesures en CO entre le 16/02 et 16/03/2023 sur la zone d'étude et à la station Plouvorn. Sur la zone d'étude (Point P13), on peut voir que les concentrations les plus élevées sont mesurées le matin vers 8h et le soir entre 19h et 1h du matin, ce qui pourrait correspondre aux périodes de la journée où le chauffage résidentiel est plus important. Les concentrations en CO mesurées à la station Plouvorn présentent de faibles variations, probablement en raison de la faible influence du chauffage urbain (typologie rurale de la station).

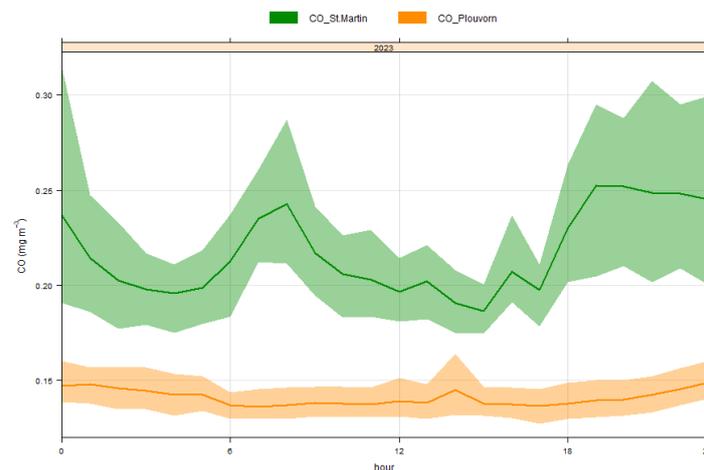


Figure 21 : Profil journalier des concentrations en CO sur la zone d'étude (P13) et à la station Plouvorn, du 16/02 au 16/03/2023.

La Figure 22 ci-après présente les concentrations horaires en CO mesurées sur la zone d'étude (P13) lors de la campagne (du 16/02 au 16/03/2023). Ces données sont comparées à celles de la station Plouvorn.

On peut voir que les mesures réalisées au point P13 sur la zone d'étude présentent des variations importantes avec des pics de concentrations (max : 1.04 mg/m³). La station Plouvorn présente des niveaux en CO assez stables, représentatif d'une exposition rurale.

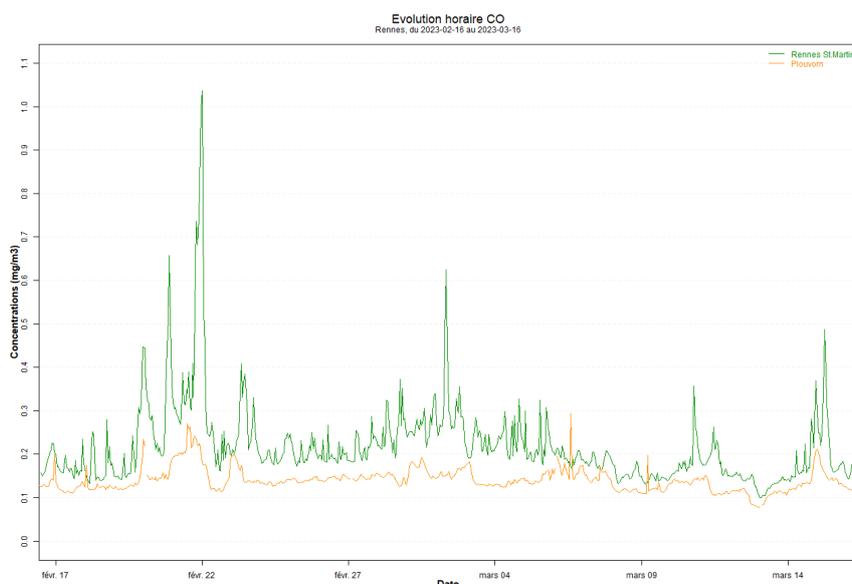


Figure 22 : Evolution horaire des concentrations en CO sur la zone d'étude (P13) et à la station Plouvorn, du 16/02 au 16/03/2023.

4. Comparaison à l'étude 2021

Lors de l'état initial réalisé en 2021, les niveaux en NO₂ relevés sur la zone d'étude avaient donné lieu aux mêmes conclusions que pour cette nouvelle étude.

Le monoxyde de carbone n'avait pas été mesuré lors de l'étude 2021.

a) Evolution spatiale des niveaux en NO₂

Lors de l'étude 2021, les concentrations mesurées sur la zone d'étude étaient voisines de celles du point témoin (10 – 15 µg/m³), excepté pour les points P1, P11 et P14 situés le long de la rue Saint-Malo (entre 20 et 30 µg/m³). Le même constat a été fait lors de cette campagne 2023.

b) Evolution temporelle des niveaux en NO₂

En 2021, les niveaux de concentration en NO₂ mesurés au point P13 étaient très similaires à ceux enregistrés par la station de fond urbaine Saint-Yves (ancienne station, fermée fin 2022) avec des profils journaliers également très similaires.

Les niveaux mesurés lors de la campagne 2023 sont dans le même ordre de grandeur que ceux mesurés en 2021.

VI. ANALYSE PARTIELLE DE L'IMPACT DE LA CHAUFFERIE

Dans ce chapitre, une analyse partielle de l'impact de la chaufferie est réalisée en comparant les mesures pendant le fonctionnement de la chaufferie (du 22/03 au 30/03/2023) à la phase précédente d'arrêt (du 16/02 au 16/03/2023).

1. Evolution temporelle des niveaux (NO₂)

Le Tableau 7 ci-dessous présente une synthèse statistique des mesures en NO₂ réalisées sur le site P13 (camion laboratoire) lors du fonctionnement de la chaufferie soit du 22 au 30/03/23. Les maximum horaires et journaliers sont comparés aux seuils de référence et aux mesures de la station Thabor (UF).

Tableau 7 : Synthèse statistique des mesures en NO₂ lors de la campagne (µg/m³) – du 22/03 au 30/03/2023

| NO ₂ | Point 13 (camion laboratoire) | Station Thabor (UF*) | Station Les Halles (UT*) | Etat initial |
|-----------------------------|--|----------------------|--------------------------|------------------------|
| | du 22/03 au 30/03/2023 | | | du 16/02 au 16/03/2023 |
| | µg/m ³ | | | |
| Données horaires | | | | |
| Valeur limite | 200 µg/m ³ en moyenne horaire | | | |
| 1 ^{er} quartile | 3,8 | 4,2 | 8,7 | 6,1 |
| Médiane | 5,5 | 5,5 | 13,2 | 8,6 |
| Moyenne | 6,9 | 6,6 | 14,9 | 13,2 |
| 3 ^{ème} quartile | 7,3 | 7,4 | 16,8 | 16,4 |
| Maximum horaire | 54,0 | 34,1 | 63,7 | 62,8 |
| Données journalières | | | | |
| Valeur guide OMS | 25 µg/m ³ en moyenne journalière | | | |
| Maximum journalier | 13,9 | 9,7 | 19,3 | 28,2 |

* UF : Station Urbaine de Fond

*UT : Station Urbaine Trafic

Au vu des résultats de ce tableau, la valeur limite pour la protection de la santé humaine en moyenne horaire (200 µg/m³) n'a jamais été dépassée sur le site P13 (max horaire : 54,0 µg/m³). La valeur guide de l'OMS en moyenne journalière (25 µg/m³) n'a pas été dépassée.

On remarque que **les concentrations relevées lors de l'état initial ont été plus importantes par rapport à celles relevées pendant le fonctionnement de la chaufferie.** Les niveaux relevés lors de l'état initial (16/02 au 16/03/2023) se rapproche des niveaux moyens mesurés entre le 22/03 et le 30/03/2023 à la station urbaine trafic des Halles. Ce constat peut être expliqué par des conditions météorologiques différentes (température plus élevée, direction de vent différente)

La Figure 23 ci-dessous présente l'évolution journalière des mesures en NO₂ sur la zone d'étude (camion laboratoire) et à la station Thabor. Les variations journalières sont proches entre les deux sites de mesure. **L'écart entre les mesures journalières du camion laboratoire et celles de la station Thabor est faible, malgré la mise en fonctionnement de la chaufferie à partir du 22/03/2023.** Entre ces deux périodes de mesure, le fonctionnement de la chaufferie ne semble pas avoir d'impact sur les mesures du camion laboratoire.

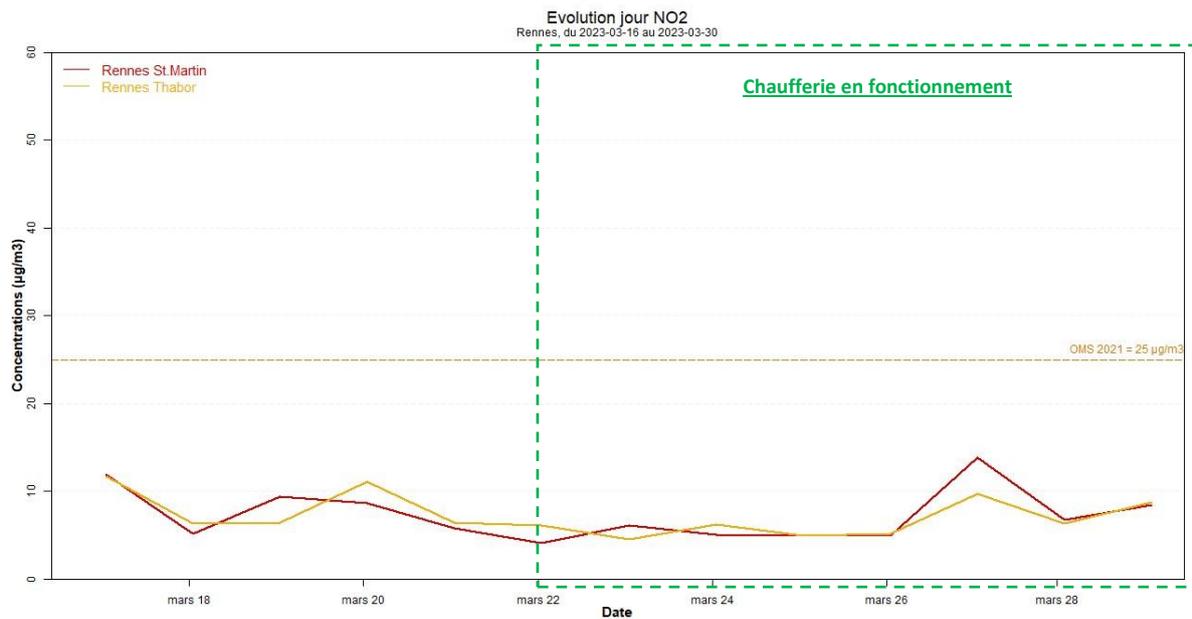


Figure 23 : Evolution des concentrations en NO₂ sur la zone d'étude (P13) et à la station Thabor (données journalières µg/m³) – du 16/03 au 30/03/2023.

La Figure 24 ci-après présente les concentrations maximales horaires en NO₂ mesurées chaque jour de la campagne sur la zone d'étude (P13) et aux stations de référence (Thabor (UF) et Les Halles (UT)). Ces données sont comparées aux heures de fonctionnement maximale de la chaufferie (puissance utile en données max horaires) – du 16/03 au 30/03/2023.

D'après les données fournies par l'exploitant, la puissance maximale de la chaufferie (15.6 MWu) a eu lieu le 25/03/2023 (entre 18 et 19h). Le même jour, une augmentation de la concentration en NO₂ a eu lieu entre 12 et 13h sur le site P13 avec un profil différent par rapport aux deux autres stations de référence. Le décalage horaire permet d'exclure le lien entre ces deux évènements.

Les résultats sont donnés à titre indicatif car la période de fonctionnement de la chaufferie (9 jours) est limitée pour quantifier l'impact de l'installation. De plus, les conditions météorologiques pendant la période de mesure étaient défavorables à l'exposition du camion laboratoire aux rejets de la chaufferie. Il est à noter que nous disposons de quelques observations pour lesquelles le point de mesure était sous l'influence de la chaufferie ; les valeurs mesurées lors du fonctionnement de la chaufferie ne font pas état d'une augmentation des concentrations en dioxyde d'azote.

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

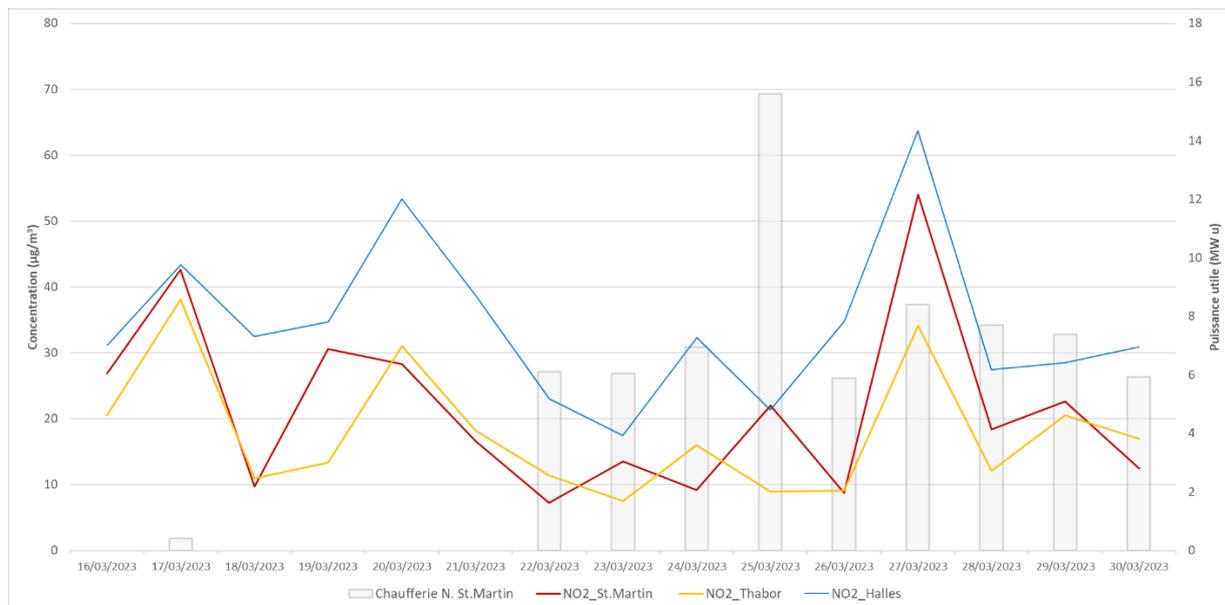


Figure 24 : Evolution journalière des concentrations en NO₂ sur la zone d'étude (P13) et aux stations de référence (Thabor et Les Halles) (données max horaires µg/m³) en fonction de la puissance utile de la chaufferie (données max horaires) – du 16/03 au 30/03/2023.

2. Evolution temporelle des niveaux (CO)

Le Tableau 7 ci-dessous présente une synthèse statistique des mesures en CO réalisées sur le site P13 (camion laboratoire) lors du fonctionnement de la chaufferie soit du 22 au 30/03/23. Les maximum horaires sont comparés aux seuils de référence et aux mesures de la station Plouvorn (UF).

Tableau 8 : Comparaison des mesures en CO lors du fonctionnement de la chaufferie Nord St-Martin (du 22/03 au 30/03/2023) avec celles de l'état initiale (du 16/02 au 16/03/2023).

| CO | Point 13 (camion laboratoire) | Station Plouvorn (RI*) | Etat initial |
|---------------------------------|---|------------------------|------------------------|
| | du 22/03 au 30/03/2023 | | du 16/02 au 16/03/2023 |
| | mg/m ³ | | |
| Données horaires | | | |
| Valeur limite | 200 µg/m ³ en moyenne horaire | | |
| 1^{er} quartile | 0,15 | 0,10 | 0,16 |
| Médiane | 0,16 | 0,13 | 0,20 |
| Moyenne | 0,16 | 0,13 | 0,22 |
| 3^{ème} quartile | 0,17 | 0,13 | 0,24 |
| Maximum horaire | 0,32 | 0,28 | 1,04 |

*RI : Rurale Industrielle

Au vu des résultats de ce tableau, la valeur limite pour la protection de la santé humaine (maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h) (10 mg/m³) n'a jamais été dépassée sur le site P13 (max horaire : 0.32 mg/m³).

Les niveaux les plus élevés ont été mesurés lorsque la chaufferie était à l'arrêt, du 16/02 au 16/03/2023, ce qui met en évidence la présence d'autres sources d'émissions dans le secteur (le chauffage résidentiel par exemple).

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

La Figure 25 ci-après présente les concentrations maximales horaires en CO mesurées chaque jour de la campagne sur la zone d'étude (P13). Ces données sont comparées aux heures de fonctionnement maximale de la chaufferie (puissance utile en données max horaires) – du 16/02 au 30/03/2023.

Lors de la période de fonctionnement de la chaufferie, les niveaux en CO sont restés faibles (0.2 – 0.3 mg/m³). Le 25/03, la chaufferie rencontre un fonctionnement plus élevé par rapport au reste de la période (16.2 MWu). Cette activité ne semble pas avoir influencée les niveaux en CO.

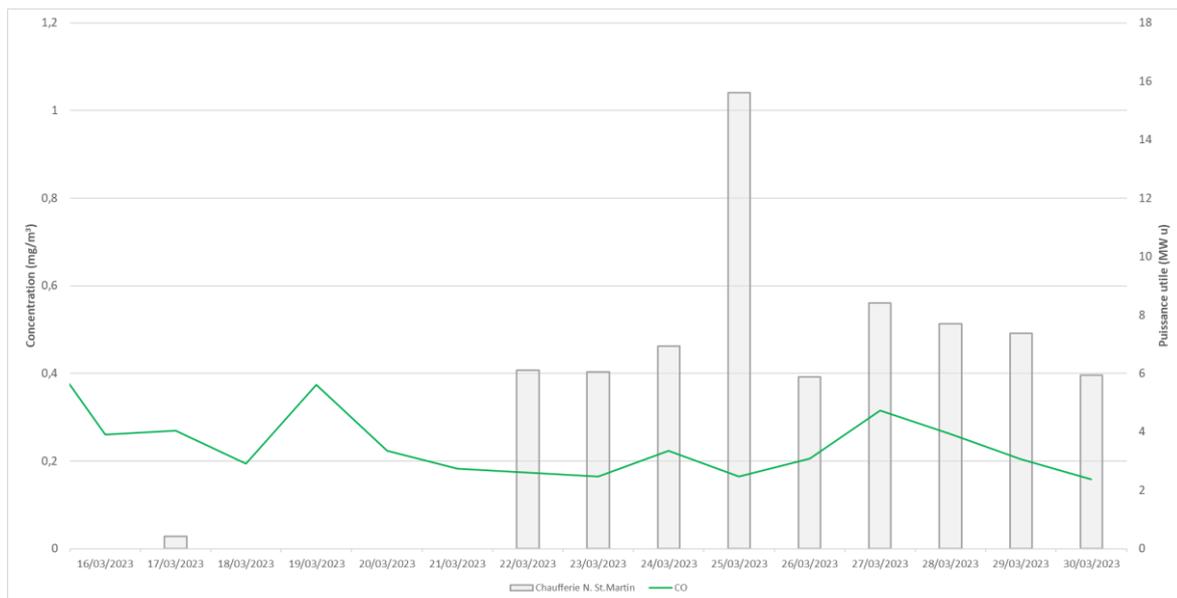


Figure 25 : Evolution journalière des concentrations en CO sur la zone d'étude (P13) (données max horaires µg/m³) en fonction de la puissance utile de la chaufferie (données max horaires) – du 16/02 au 30/03/2023.

Les résultats sont donnés à titre indicatif car la période de fonctionnement de la chaufferie (9 jours) est limitée pour quantifier l'impact de l'installation. De plus, les conditions météorologiques pendant la période de mesure étaient défavorables à l'exposition du camion laboratoire aux rejets de la chaufferie. Il est à noter que nous disposons de quelques observations pour lesquelles le point de mesure était sous l'influence de la chaufferie ; les valeurs mesurées lors du fonctionnement de la chaufferie ne font pas état d'une augmentation des concentrations en monoxyde de carbone.

CONCLUSION

La société En'RnoV a mis en service courant 2021 une nouvelle chaufferie gaz, située rue Jean-Julien Lemordant à Rennes, d'une puissance totale de 25 MW.

Air Breizh a été sollicité pour réaliser une nouvelle campagne de mesure pour étudier l'impact des rejets de l'installation sur son environnement. En raison d'une défaillance technique de la chaufferie durant la campagne, les objectifs ont été revus.

La campagne de mesure s'est déroulée du 16 février au 30 mars 2023 avec deux objectifs :

- La mise à jour de l'état initial réalisé en 2021, à partir des mesures effectuées du 16/02 au 16/03/2023 (chaufferie à l'arrêt).
- Une analyse partielle de l'impact de la chaufferie sur la zone d'étude, à partir des mesures effectuées du 22/03 au 30/03/2023 (chaufferie en fonctionnement).

➤ Représentativité des résultats :

Le contexte météorologique (température, précipitation, vents) a été assez proche des normales climatiques (1991 – 2020) sur la première partie de la campagne (du 16/02 au 16/03/2023). Lors de la seconde partie, les vents n'étaient pas favorables à l'exposition du point P13 (camion laboratoire) aux rejets de la chaufferie.

En raison d'une défaillance technique de la chaufferie, la période de fonctionnement de celle-ci a été assez courte (9 jours). Celle-ci n'a pas atteint sa puissance maximale (25 MW) pendant sa période de fonctionnement.

➤ Mise à jour de l'état initial (chaufferie à l'arrêt) :

- Dioxydes d'azote (NO₂)

On peut voir que les niveaux moyens en NO₂ mesurés sur le site P13 sont assez proches des niveaux de fond urbain mesurés à la station Thabor (UF). Cependant, lorsque les niveaux augmentent sur le site P13, les concentrations en NO₂ se rapprochent de celles mesurées à la station des Halles (UT). La différence entre le site P13 et la station Thabor peut être expliquée par le trafic plus important à proximité de la zone d'étude (carrefour entre l'avenue Charles et Raymonde Tillon et la rue de Saint-Malo).

Les concentrations en NO₂ les plus élevées ont été mesurées à proximité de ces axes routiers (Points P1, P11 et P14). Les mesures de NO₂ réalisées à proximité de la chaufferie sont dans le même ordre de grandeur que celles du point témoin (10 à 14 µg/m³).

Lors de l'état initial réalisé en 2021, les niveaux en NO₂ relevés sur la zone d'étude avaient donné lieu aux mêmes conclusions. Il ne semble pas y avoir de source d'émission supplémentaire dans le secteur.

- Monoxyde de carbone (CO)

La valeur limite pour la protection de la santé humaine (maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h) (10 mg/m³) n'a jamais été dépassée sur le site P13 (max horaire : 1,04 mg/m³).

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

Les mesures réalisées sur la zone d'étude présentent des variations importantes avec des pics de concentration (max : 1.04 mg/m³) par rapport à la station Plouvorn où les niveaux en CO sont assez stables, représentatifs d'une exposition rurale.

Sur la zone d'étude (Point P13), les concentrations en CO les plus élevées semblent correspondre aux périodes où le chauffage résidentiel est important (le matin et le soir). Les concentrations en CO mesurées à la station Plouvorn présentent de faibles variations, probablement en raison de la typologie rurale de la station. Le monoxyde de carbone n'avait pas été l'objet de mesures en 2021.

- Bilan

Les données collectées du 16/02 au 16/03/23 pendant l'arrêt de la chaufferie constituent un nouvel état initial de la qualité de l'air dans le secteur qui pourra être pris comme référence pour étudier l'impact des rejets de l'installation sur son environnement. Ce nouvel état initial est cohérent avec l'état initial réalisé en 2021.

➤ Etude partielle de l'impact de la chaufferie (chaufferie en fonctionnement) :

Les résultats sont donnés à titre indicatif car la période de fonctionnement de la chaufferie (9 jours) est limitée pour quantifier l'impact de l'installation. De plus, les conditions météorologiques pendant la période de mesure étaient défavorables à l'exposition du camion laboratoire aux rejets de la chaufferie. Il est à noter que nous disposons de quelques observations pour lesquelles le point de mesure était sous l'influence de la chaufferie ; les valeurs mesurées lors du fonctionnement de la chaufferie ne font pas état d'une augmentation des concentrations en dioxyde d'azote ou en monoxyde de carbone.

➤ Synthèse et perspectives

Cette campagne, réalisée sur une période d'un mois entre février et mars 2023 hors fonctionnement de la chaufferie, a permis pour l'essentiel de mettre à jour l'état initial.

Une nouvelle campagne pourra être reconduite sur la même période lors d'un prochain hiver, avec un régime de fonctionnement normal de la chaufferie afin de quantifier de façon plus représentative l'impact de l'installation.



Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

ANNEXES

| | |
|--|----|
| Annexe 1 : Présentation d'Air Breizh | 39 |
|--|----|



Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)

ANNEXE 1 : PRESENTATION D'AIR BREIZH

La surveillance de la qualité de l'air est assurée en France par des associations régionales, constituant le dispositif national représenté par la Fédération ATMO France, Ces organismes, agréés par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, ont pour missions de base, la mise en œuvre de la surveillance et de l'information sur la qualité de l'air, la diffusion des résultats et des prévisions, et la transmission immédiate au Préfet et au public, des informations relatives aux dépassements ou prévisions de dépassements des seuils de recommandation et d'information du public et des seuils d'alerte,

En Bretagne, cette surveillance est assurée par Air Breizh depuis 1986,

Le réseau de mesure s'est régulièrement développé et dispose en 2017, de 18 stations de mesure, réparties sur le territoire breton, ainsi que d'un laboratoire mobile, de cabines et de différents préleveurs, pour la réalisation de campagnes de mesure ponctuelles,

L'impartialité de ses actions est assurée par la composition quadripartite de son Assemblée Générale regroupant quatre collèges :

- Collège 1 : services de l'Etat,
- Collège 2 : collectivités territoriales,
- Collège 3 : émetteurs de substances polluantes,
- Collège 4 : associations de protection de l'environnement et personnes qualifiées,

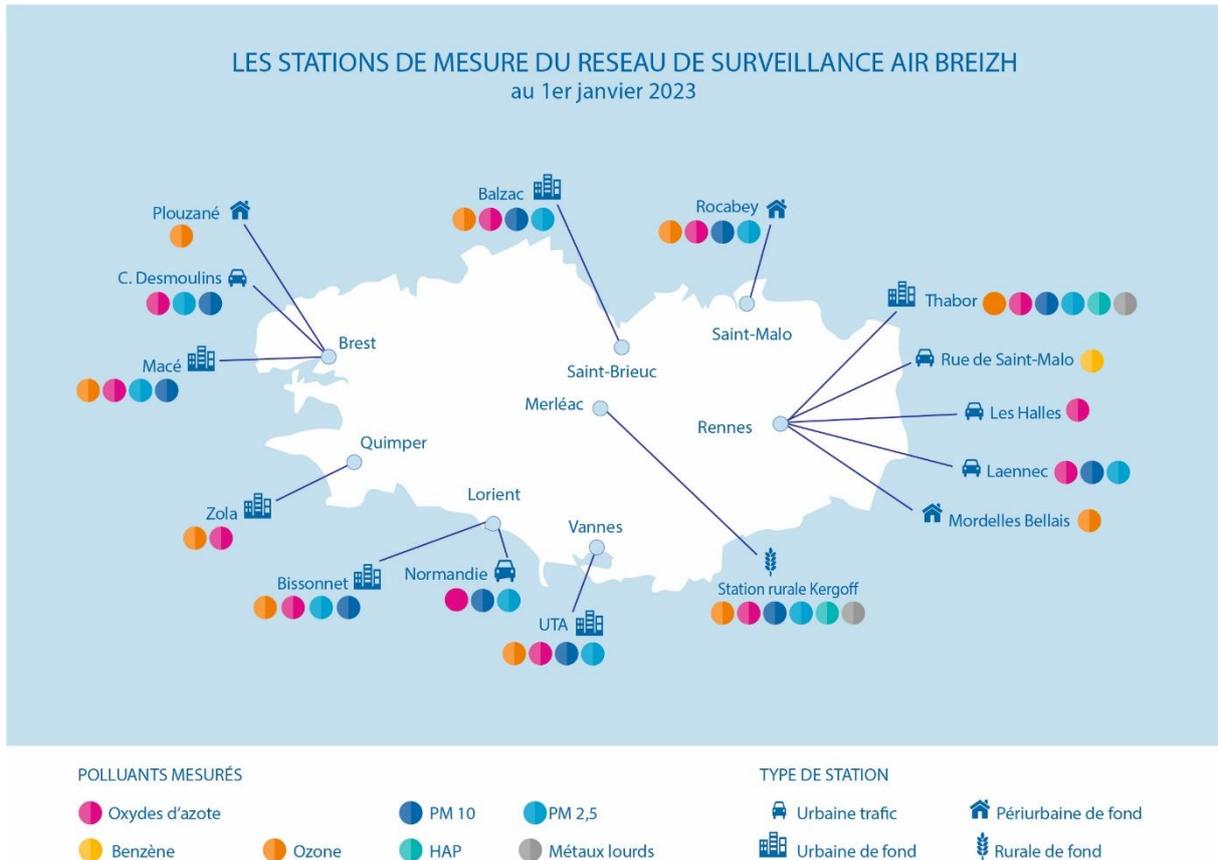
Missions d'Air Breizh

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO₂, NO₂, CO, O₃, Métaux lourds, HAP, Benzène, PM₁₀ et PM_{2,5}) dans l'air ambiant,
- Informer la population, les services de l'Etat, les élus, les industriels..., notamment en cas de pic de pollution, Diffuser quotidiennement l'indice ATMO, sensibiliser et éditer des supports d'information : plaquettes, site web...,
- Etudier l'évolution de la qualité de l'air au fil des ans, et vérifier la conformité des résultats par rapport à la réglementation,
- Apporter son expertise sur des problèmes de pollutions spécifiques et réaliser des campagnes de mesure à l'aide de moyens mobiles (laboratoire mobile, tubes à diffusion, préleveurs, jauges OWEN...) dans l'air ambiant extérieur et intérieur.

Réseau de surveillance en continu

La surveillance de la qualité de l'air pour les polluants réglementés est assurée via des d'analyseurs répartis au niveau des grandes agglomérations bretonnes, Ce dispositif est complété par d'autres outils comme l'inventaire et la modélisation, qui permettent d'assurer une meilleure couverture de notre région,

Campagnes de mesure de la qualité de l'air – Quartier Saint-Martin – Rennes Métropole (35)



Implantation des stations de mesure d'Air Breizh (au 01/01/23)

Moyens

Afin de répondre aux missions qui lui incombent, Air Breizh compte seize salariés, et dispose d'un budget annuel de l'ordre de 2 millions d'euros, financé par l'Etat, les collectivités locales, les émetteurs de substances polluantes, et des prestations d'intérêt général et produits divers.