

“L’air est **essentiel à chacun**  
et mérite l’**attention de tous.**”

## ETUDE

---

### **Campagne de mesure de la qualité de l’air – Axes urbains à fort trafic – Rennes Métropole (35)**

Campagnes de mesure 2018

Rapport final – version du 02/12/2019

(Annule et remplace la version du 20/06/19)



ORGANISME  
DE MESURE, D'ÉTUDE  
ET D'INFORMATION SUR  
LA QUALITÉ DE L'AIR  
EN BRETAGNE



**Air Breizh**  
3 rue du Bosphore - Tour ALMA 8ème étage - 35200 Rennes  
Tél : 02 23 20 90 90 – Fax : 02 23 20 90 95

[www.airbreizh.asso.fr](http://www.airbreizh.asso.fr)

**Etude réalisée par Air Breizh**

**À la demande de Rennes Métropole**

**Avertissement**

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 évènements 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 1<sup>er</sup> aout 2016 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](http://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**

<b>Service Etudes (rédacteur)</b>	<b>Validation</b>
Mohamed HASSAN AHMED (Chargé d'études)	Gaël Lefeuvre (Directeur)

**Relecture externe**

<b>Relecteur</b>
Roland Gicquel (Chargé de mission Service Transition énergétique et écologique - Rennes Métropole)

---

### Suivi des modifications

---

#### Rapport version du 02/12/19

---

Cette version annule et remplace celle du 20/06/19

---

#### Modifications apportées

---

**La méthode de calcul des concentrations en dioxyde d'azote à partir des prélèvements sur tube passif a été modifiée dans cette version du 02/12/19.**

Le prélèvement par tube passif consiste à piéger sur un support une substance chimique, qui est ensuite analysée au laboratoire.

La masse analysée est rapportée au volume d'air ayant traversé le tube pendant la période de pose.

Le volume d'air est calculé à partir du débit théorique de diffusion déterminé par le fournisseur, et le temps de pose sur le site.

**Le débit théorique de diffusion a été récemment ajusté en rapport avec l'amélioration des connaissances sur cette technique de mesures.**

Les concentrations en dioxyde d'azote présentées dans cette étude ont été recalculées avec ce nouveau débit.

---

## Sommaire

<b>I. Contexte de l'étude .....</b>	<b>7</b>
<b>II. Présentation d'Air Breizh .....</b>	<b>8</b>
II.1. Missions d'Air Breizh.....	8
II.2. Réseau de surveillance en continu.....	8
II.3. Moyens.....	9
<b>III. Description des sites d'étude et des travaux envisagés .....</b>	<b>10</b>
<b>IV. Le dispositif mis en œuvre.....</b>	<b>11</b>
<b>IV.1. Polluant étudié .....</b>	<b>11</b>
IV.1.1 L'inventaire des émissions : choix des polluants traceurs du trafic routier .....	11
IV.1.2 Les oxydes d'azote .....	13
IV.1.3 Réglementation .....	13
<b>IV.2. Matériel et méthode de mesure.....</b>	<b>14</b>
IV.2.1 Technique de mesures .....	14
IV.2.2 Contrôle de la qualité des mesures .....	15
IV.2.3 Choix des sites de mesure .....	15
IV.2.4 Dates des campagnes de mesure.....	21
IV.2.5 Limites de l'étude.....	21
<b>V. Résultats et interprétations.....</b>	<b>22</b>
<b>V.1. Contrôle de la qualité des mesures .....</b>	<b>22</b>
V.1.1 Analyseur en continu .....	22
V.1.2 Tubes passifs .....	22
<b>V.2. Contexte météorologique.....</b>	<b>23</b>
V.2.1 La température et la pluviométrie.....	24
V.2.2 Direction et vitesse des vents durant les périodes de mesure.....	24
<b>V.3. Episode de pollution régionale .....</b>	<b>26</b>
<b>V.4. Résultats des mesures par zone d'étude.....</b>	<b>27</b>
V.4.1 Résultats des mesures par tubes passifs - Place de Bretagne.....	27
V.4.2 Résultats des mesures en continu – Place de Bretagne .....	30
V.4.3 Résultats des mesures par tube passif pour le dioxyde d'azote – Avenue Roger Dodin	35
V.4.4 Résultats des mesures en continu en dioxyde d'azote – Avenue Roger Dodin .....	38
<b>VI. Conclusions.....</b>	<b>45</b>
<b>Annexe I : Résultats bruts des prélèvements de Dioxyde d'azote par tube passif.....</b>	<b>47</b>

Liste des figures

Figure 1: Implantation des stations de mesure d'Air Breizh (au 01/01/19)..... 9

Figure 2 : Secteur d'étude avenue Roger Dodin..... 10

Figure 3 : Secteur d'étude Place de Bretagne ..... 11

Figure 4: Répartition des émissions de NOx, CO, PM10 et COVNM sur le territoire de Rennes Métropole [source : Inventaire des émissions 2014 v2.2]..... 12

Figure 5 : Boîte contenant un tube à diffusion passive ..... 14

Figure 6: Cabine contenant l'analyseur de mesure en continu..... 14

Figure 7: Dispositif de mesure en continu sur le secteur avenue Roger Dodin..... 17

Figure 8: Exemple de points de prélèvement avec tube passif sur l'avenue Roger Dodin (Point 6)..... 17

Figure 9: Localisation des points de mesure – AVENUE ROGER DODIN Saint-Jacques-de-la-Lande ..... 18

Figure 10: Dispositif de mesure en continu secteur Place de Bretagne ..... 19

Figure 11: Exemple de points de prélèvement tube passif sur le secteur Place de Bretagne (Point 6) ..... 19

Figure 12 : Localisation des points de mesure – PLACE DE BRETAGNE Rennes ..... 20

Figure 13: Température et précipitations durant les campagnes de mesure [source : Station Météo France de Saint-Jacques-de-la-Lande (35)] ..... 24

Figure 14: Roses des vents durant la campagne 1 (février 2018) d'après les mesures de la station Météo France la plus proche (Saint-Jacques-de-la-Lande)..... 25

Figure 15: Normales des roses des vents relevées à Saint-Jacques pour le mois de février entre 1981 et 2010 [Source : Météo France]..... 25

Figure 16: Roses des vents durant la campagne 2 (juin 2018) d'après les mesures de la station Météo France la plus proche (Saint-Jacques-de-la-Lande)..... 26

Figure 17: Normales des roses des vents relevées à Saint-Jacques pour le mois de juin entre 1981 et 2010 [Source : Météo France]..... 26

Figure 18: Répartition des concentrations moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> (estimation) Place de Bretagne (tubes passifs) ..... 29

Figure 19: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur le point de mesure situé à la Place de Bretagne en typologie trafic (du 08/02 au 22/02/2018)..... 31

Figure 20: Profil moyen journalier des concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la période de mesure - Place de Bretagne - heure en TU (Locale -1h) ..... 31

Figure 21: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la cabine de mesure Place de Bretagne (trafic) et la station urbaine de fond de Rennes Saint-Yves – du 08/02 au 22/02/2018 .. 32

Figure 22: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la cabine de mesure Place de Bretagne et les stations urbaines trafic de Rennes les Halles et Laënnec – du 08/02 au 22/02/2018 ..... 33

Figure 23 : Graphique 'boxplot' des données horaires en dioxyde d'azote (µg/m<sup>3</sup>) pour les stations trafics les Halles, Laënnec et pour l'analyseur Place de Bretagne ..... 34

Figure 24: Résultats des concentrations moyennes (annuelles) en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) mesurées par site ..... 35

Figure 25: Visualisation du secteur dans lequel est situé le point 6 ..... 36

Figure 26: Visualisation du secteur dans lequel est situé le point 11 ..... 36

Figure 27: Répartition des concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> mesurées sur l'ensemble des deux périodes (estimations annuelles) – Avenue Roger Dodin..... 37

Figure 28: Décroissance des concentrations en NO<sub>2</sub> en fonction de l'éloignement de l'avenue Roger Dodin au niveau des transects 1 et 2 ..... 38

Figure 29: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur le point de mesure avenue Roger Dodin en typologie trafic du 22/02 au 08/03/2018 (campagne hivernale) ..... 39

Figure 30: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur le point de mesure avenue Roger Dodin en typologie trafic du 30/05 au 24/06/2018 (campagne estivale)..... 39

Figure 31 : Profil moyen journalier des concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en campagne hiver à gauche et campagne été à droite – Avenue Roger Dodin - heure en TU (Locale -1h en hiver et Locale – 2 h en été) ..... 40

Figure 32: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) Avenue Roger Dodin (trafic) et station urbaine de fond de Rennes Saint-Yves – en campagne hivernale..... 40

Figure 33: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) Avenue Roger Dodin (trafic) et station urbaine de fond de Rennes Saint-Yves – en campagne estivale ..... 41

Figure 34: Evolution des concentrations horaires en dioxyde d'azote avenue Roger Dodin, et stations trafic de Rennes les Halles (HAL) et Laënnec(LAE) – en campagne hivernale..... 41

Figure 35: Analyse des concentrations en NO<sub>2</sub> mesurées et des données de vents (Vitesse (FF) et direction du vent (DV)) ..... 42

Figure 36: Evolution des concentrations horaires en dioxyde d'azote avenue Roger Dodin, et aux stations trafic de Rennes les Halles (HAL) et Laënnec (LAE) – en campagne 2 ..... 43

Figure 37: Graphique 'boxplot' des données horaires en dioxyde d'azote (µg/m<sup>3</sup>) pour les 3 sites en campagne hivernale ..... 44

Figure 38: Graphique 'boxplot' des données horaires en dioxyde d'azote (µg/m<sup>3</sup>) pour les 3 sites en campagne estivale ..... 44

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs de référence réglementaires pour le NO<sub>2</sub> ..... 13

Tableau 2 : Caractéristiques principales de l'analyseur NOx utilisé ..... 15

Tableau 3: Distances minimales à respecter en fonction du TMJA pour une station de typologie urbaine de fond (Source : Guide d'implantation des stations du LCSQA)..... 16

Tableau 4: Séries des prélèvements par tube passif de la campagne hivernale sur les 2 secteurs..... 21

Tableau 5: Périodes de mesure de l'analyseur par secteur en campagne hivernale ..... 21

Tableau 6: Séries des prélèvements par tube passif de la campagne estivale sur le secteur Roger Dodin ..... 21

Tableau 7 : Taux de fonctionnement de l'analyseur ..... 22

Tableau 8: Résultats des mesures pour les blancs transports pour les deux campagnes de mesures..... 22

Tableau 9: Résultats des calculs des écarts relatifs pour le NO<sub>2</sub> (concentrations en µg/m<sup>3</sup>) en campagne hivernale pour chacun des secteurs (Place de Bretagne à gauche et Avenue Roger Dodin à droite)..... 23

Tableau 10: Résultats des calculs des écarts relatifs pour le NO<sub>2</sub> (concentrations en µg/m<sup>3</sup>) en campagne estivale (Avenue Roger Dodin) ..... 23

Tableau 11: Résultats des concentrations en dioxyde d'azote mesurées par tube passif (µg/m<sup>3</sup>) – PLACE DE BRETAGNE Rennes ..... 27

Tableau 12 : Concentrations moyennes annuelles estimées en dioxyde d'azote sur le secteur Place de Bretagne (en µg/m<sup>3</sup>)..... 28

Tableau 13: Récapitulatif des données statistiques sur la base des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) ..... 33

Tableau 14: Résultats des concentrations en dioxyde d'azote mesurées par tube passif (µg/m<sup>3</sup>) – AVENUE ROGER DODIN..... 35

Tableau 15: Récapitulatif des données statistiques sur la base des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) pour les deux campagnes de mesure ..... 43

## I. Contexte de l'étude

Rennes Métropole a souhaité caractériser la qualité de l'air sur deux secteurs devant faire l'objet de réaménagement d'axes urbains à fort trafic (la Place de Bretagne à Rennes et l'avenue Roger Dodin à Saint-Jacques-de-la-Lande) dans l'objectif d'établir un état initial de la qualité de l'air avant travaux.

La réalisation ultérieure d'une campagne après réaménagement des voies permettra d'en apprécier l'impact sur la qualité de l'air.

Rennes Métropole a confié à Air Breizh la réalisation des campagnes de mesure de la qualité de l'air.

Ces campagnes de mesure concourent par ailleurs à améliorer les connaissances sur la contribution des principaux axes routiers aux émissions de polluants atmosphériques et leurs dispersions spatiales au voisinage de ces axes de circulation.

Cette campagne de mesure a été effectuée dans le but de décrire la variabilité spatiale mais aussi temporelle des niveaux de concentrations en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ce composé constitue un bon traceur des émissions du trafic routier.

Le présent rapport présente le protocole de l'étude et les résultats des campagnes de mesure réalisées en 2018.

## II. Présentation 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.

### *II.1. Missions d'Air Breizh*

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, Métaux lourds, HAP, Benzène, PM10 et PM2.5) 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.

### *II.2. 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.

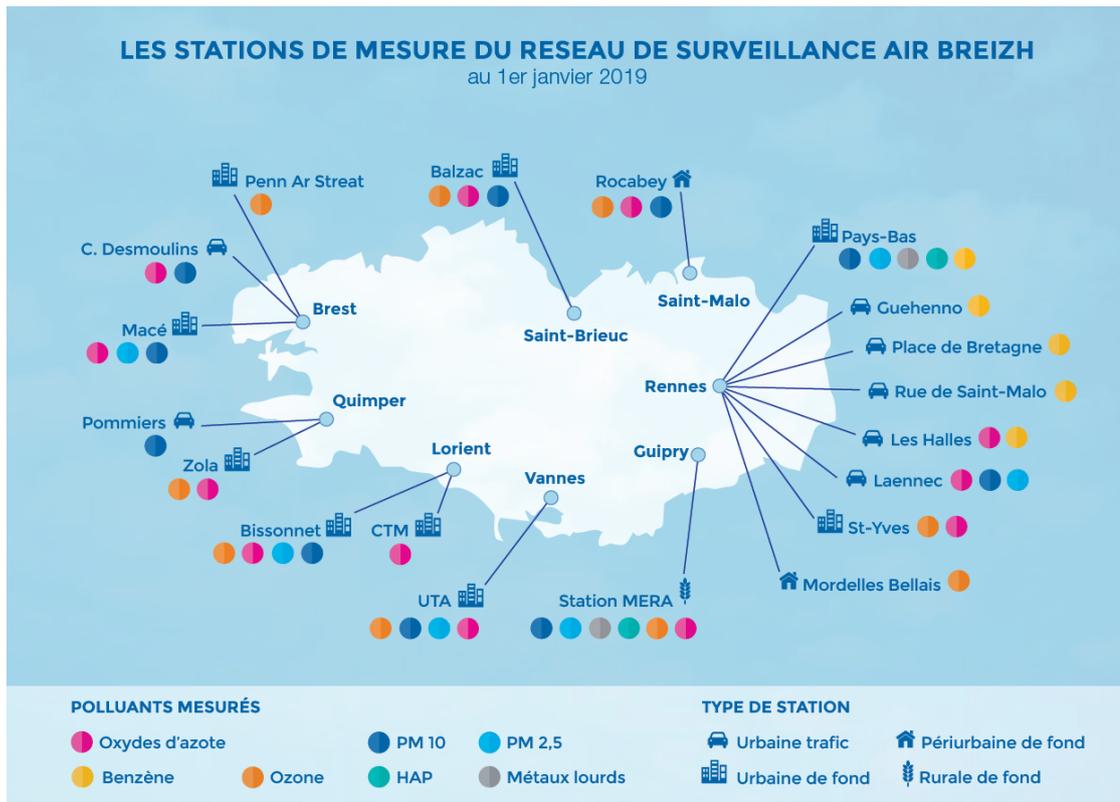


Figure 1: Implantation des stations de mesure d'Air Breizh (au 01/01/19)

### II.3. Moyens

Afin de répondre aux missions qui lui incombent, Air Breizh compte onze salariés, et dispose d'un budget annuel de l'ordre d'1,4 million d'euros, financé par l'Etat, les collectivités locales, les émetteurs de substances polluantes, et des prestations d'intérêt général et produits divers.

### III. Description des sites d'étude et des travaux envisagés

Deux secteurs font l'objet de cette étude. Une description de ces derniers est réalisée ci-après, sur la base des informations communiquées par Rennes Métropole avant le lancement de la campagne, de notre analyse préalable et notre connaissance des deux secteurs.

#### 1) Avenue Roger Dodin :



Figure 2 : Secteur d'étude avenue Roger Dodin

Ce secteur, sur la commune de Saint Jacques-de-La-Lande, d'une longueur de près de 2 kilomètres, comprend le tronçon routier (RD177) allant du rond-point à proximité de la rocade (porte de Saint-Nazaire), au rond point déservant les zones d'activité Air Lande et celle de la Mi-Voie.

Les aménagements prévus sous maîtrise d'ouvrage de Rennes Métropole, ont pour objet de requalifier l'axe en boulevard urbain.

Ainsi, 4 giratoires sur 5 sont prévus d'être transformés en carrefours à feux tricolores.

Les travaux consisteront également à réduire le nombre de voies affectées à la circulation des voitures en créant une voie de bus.

Des aménagements seront également réalisés de part et d'autre des voies, afin d'améliorer l'environnement de cette avenue.

Ce tronçon traverse des zones dont l'occupation est variable : une zone d'activité au Nord du tronçon, des immeubles résidentiels parfois très proches de la voirie et des zones d'habitations pavillonnaires.

Au titre d'un état initial de la qualité de l'air, des prélèvements sont réalisés à proximité immédiate des voies de circulation, et également au niveau des zones d'habitations et établissements accueillant des personnes sensibles (écoles) à des distances plus éloignées des voies (dites mesures en situation urbaine de fond).

## 2) Place de Bretagne

Vers  
boulevard  
de Chézy



La place de Bretagne d'une surface de l'ordre de 1.4 hectare, est un secteur du centre ville qui connaît un fort trafic routier en tant que liaison entre le Nord et le Sud de Rennes.

Ajoutons à cela la configuration de l'aménagement de cette place (immeubles à plusieurs étages autour de la place) qui situe ce secteur dans les plus sensibles vis à vis de la qualité de l'air à Rennes.

Le projet d'aménagement consiste à supprimer une des deux voies côté Est de la place pour faire place à une piste cyclable bidirectionnelle.

Cette piste cyclable traversera la place du Nord au Sud, permettant de relier entres-elles les pistes existantes des boulevards de Chézy et de la Tour d'Auvergne (réseau express vélo).

Boulevard  
de la Tour  
d'Auvergne

Figure 3 : Secteur d'étude Place de Bretagne

## IV. Le dispositif mis en œuvre

### IV.1. Polluant étudié

#### IV.1.1 *L'inventaire des émissions : choix des polluants traceurs du trafic routier*

Les données d'inventaire<sup>1</sup> d'Air Breizh, montrent que le trafic routier est responsable de la majorité des émissions d'oxydes d'azote (74%).

D'autres polluants sont toutefois émis, mais de façon moins majoritaire par rapport aux autres sources (figure 4). Il s'agit notamment :

- du monoxyde de carbone (CO) (41%),
- des particules fines PM10 (40%)
- des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) (9%).

<sup>1</sup> [Source : inventaire des émissions d'Air Breizh V2.2]

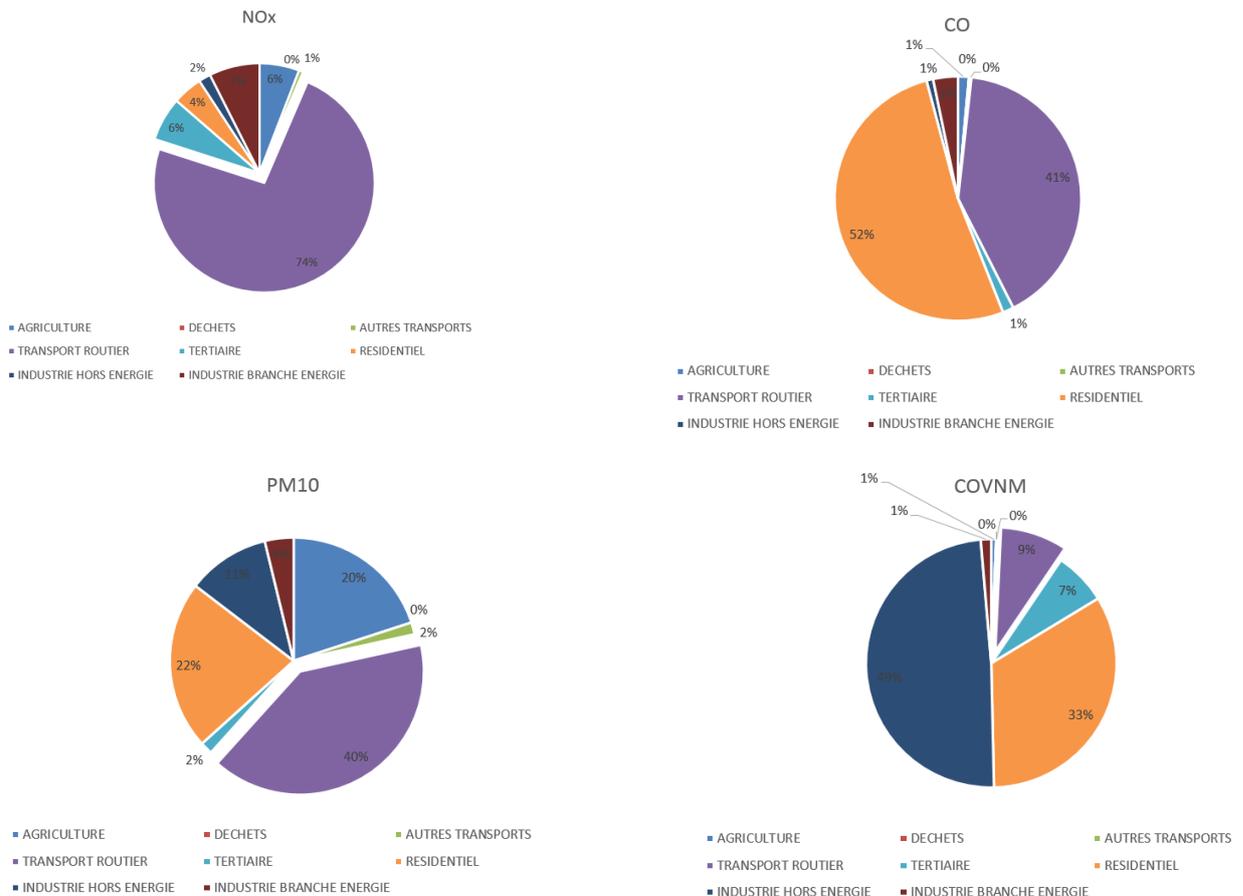


Figure 4: Répartition des émissions de NOx, CO, PM10 et COVNM sur le territoire de Rennes Métropole [source : Inventaire des émissions 2014 v2.2]

Du fait de la forte contribution du transport dans les émissions de dioxyde d'azote, ce dernier est retenu pour faire l'objet de mesures dans le cadre de cette étude.

Pour ce qui est des particules PM10, notre expérience en termes de mesures confirme que ces dernières présentent des variations liées à un contexte régional plutôt que local (comme en témoigne les différences assez faibles de niveaux mesurés entre les différents types de stations à Rennes notamment). La multiplicité des sources d'émissions justifie ce constat.

Pour cette raison, l'intérêt d'une cartographie des niveaux de particules sur la zone d'étude dans le cadre d'une problématique de pollution par des sources de proximité trafic nous a semblé limité.

Concernant le monoxyde de carbone, les progrès technologiques sur les véhicules ont largement contribué à diminuer les niveaux mesurés. Air Breizh disposait de deux stations de mesures en continu du monoxyde de carbone en situation de proximité trafic (dite 'urbaine trafic') dans l'agglomération rennaise, situées au boulevard Laënnec et boulevard de la Liberté (les Halles). Ces stations ont été respectivement arrêtées en 2011 et 2013 pour ce polluant, du fait des niveaux largement inférieurs aux valeurs réglementaires.

**L'étude a donc porté exclusivement sur la mesure du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).**

#### IV.1.2 Les oxydes d'azote

Les oxydes d'azote (NOx), dont la principale source est le trafic routier, sont également émis par tout processus de combustion à haute température (installations de combustion industrielle, le chauffage résidentiel etc.).

Les NOx sont définis sous deux formes chimiques, que sont le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Le monoxyde d'azote est un polluant primaire, car celui-ci est émis directement par les différentes sources d'émissions de NOx. Quant au NO<sub>2</sub>, il est en partie émis de manière directe, mais il résulte également de l'oxydation du monoxyde d'azote au contact de l'air.

En présence de certains constituants atmosphériques et sous l'effet du rayonnement solaire, les NOx sont également, en tant que précurseurs, une source importante de pollution photochimique.

Par ailleurs, certains polluants primaires (dont notamment les oxydes d'azote) présentent des concentrations hivernales plus importantes qu'en été, en raison notamment de conditions de stabilité de l'atmosphère plus fortes et d'une activité plus importante de sources telles que le chauffage. D'où la nécessité de réaliser deux campagnes de mesure à deux saisons différentes.

#### IV.1.3 Réglementation

Le dioxyde d'azote en tant que polluant sanitaire, est encadré par un seuil réglementaire qui représente à la fois l'objectif de qualité de l'air et la valeur limite en moyenne annuelle, mais également un seuil de recommandation et d'information et un seuil d'alerte en moyenne horaire.

Les valeurs de références pour ce polluant sont synthétisées dans le tableau suivant [source : article R221-1 du code de l'environnement].

Tableau 1 : Valeurs de référence réglementaires pour le NO<sub>2</sub>

Composés	Valeurs limites	Objectifs qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	En moyenne annuelle : 40 µg/m <sup>3</sup>	En moyenne annuelle : 40 µg/m <sup>3</sup> .	En moyenne horaire : 200 µg/m <sup>3</sup> .	En moyenne horaire : 400 µg/m <sup>3</sup> .

## IV.2. Matériel et méthode de mesure

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

### IV.2.1 Technique de mesures

#### a) Tubes à diffusion passive

Le dioxyde d'azote a été mesuré au moyen de **tubes à diffusion passive**. L'échantillonnage passif est une technique de mesure courante dans la surveillance de la qualité de l'air. Sa facilité de mise en œuvre et son faible coût permettent la réalisation de campagnes de mesure simultanées sur plusieurs sites ce qui répond totalement à la problématique.

Cette technique est basée sur le transfert de matière d'une zone à une autre (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'adsorption des polluants recherchés.



Figure 5 : Boîte contenant un tube à diffusion passive

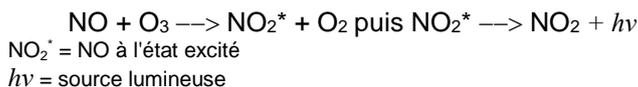
Les échantillonneurs passifs ont été exposés dans l'air ambiant pendant une période de sept jours, puis analysés ultérieurement par un laboratoire sous-traitant (laboratoire Air Parif). La concentration atmosphérique moyenne sur la période d'échantillonnage est calculée à partir de la masse piégée, d'un débit d'échantillonnage et d'une durée d'exposition connus.

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.

#### b) Analyseur d'oxydes d'azote (mesures en continu)

La mesure en continu permet de caractériser la variabilité temporelle des niveaux de concentrations en NO<sub>2</sub>.

L'analyseur utilisé pour mesurer les concentrations en continu d'oxydes d'azote est basé sur la chimiluminescence, norme NF EN 14211. La chimiluminescence est une émission d'énergie lumineuse résultant de la réaction chimique suivante :



Lors de cette réaction, le NO réagit avec de l'ozone (O<sub>3</sub>) pour former du NO<sub>2</sub> à l'état excité (NO<sub>2</sub>\*). Le NO<sub>2</sub>\* instable revient à son état fondamental en perdant de l'énergie par l'émission d'un photon hν : c'est le phénomène de chimiluminescence. Son intensité est proportionnelle à la quantité de NOx présente dans l'air prélevé.



Figure 6: Cabine contenant l'analyseur de mesure en continu

A partir de ce principe de base, un fonctionnement cyclique de l'analyseur permet d'accéder à deux modes de fonctionnement : le mode NO<sub>x</sub> et le mode NO.

Les caractéristiques de l'analyseur utilisé sont reprises dans le tableau ci-après.

Tableau 2 : Caractéristiques principales de l'analyseur NO<sub>x</sub> utilisé

Modèle	421
Gamme de mesure	0-1880 µg/m <sup>3</sup>
Limite de détection	0,75 µg/m <sup>3</sup>

Le même analyseur a été utilisé sur les deux secteurs d'étude (cf. chapitre IV.2.5).

### IV.2.2 Contrôle de la qualité des mesures

Pour chacune des deux zones d'étude, en ce qui concerne les prélèvements par tube passif, la qualité de la mesure a été contrôlée par la pose d'un doublon, sur l'un des points de mesure et l'analyse d'un échantillon témoin non exposé (blanc transport), qui permet de détecter une éventuelle contamination liée au transport, à la préparation ou au stockage.

**Les résultats de ces doublons et blancs de transport sont présentés dans le chapitre V « résultats et interprétations ».**

L'analyseur en continu a été contrôlé à fréquence régulière durant toute la durée de chacune des campagnes pour garantir la qualité des mesures.

**Les taux de fonctionnement de l'analyseur sur chacune des campagnes de mesure sont présentés dans le chapitre V.**

### IV.2.3 Choix des sites de mesure

En ce qui concerne la campagne hivernale, l'analyseur automatique assurant la mesure en continu, a été placé les 15 premiers jours de la campagne au niveau de la Place de Bretagne à Rennes puis les 15 jours suivants sur le secteur Avenue Roger Dodin à Saint-Jacques, comme précisé dans la demande.

En campagne estivale, les mesures ont été réalisées uniquement sur le secteur de l'Avenue Roger Dodin. **Les travaux ayant été engagés Place de Bretagne, la réalisation de la campagne estivale n'a pas été retenue, car de fait non représentative de l'état initial.**

#### 1) Avenue Roger Dodin :

##### a) Choix sites de mesure : tubes passifs

Pour répondre aux objectifs de l'étude, notre plan d'échantillonnage a été construit en suivant les principes suivants pour l'implantation des tubes passifs :

- Mise en place de points de prélèvement le long de l'avenue Roger Dodin (figure 8). Les résultats au niveau de ces points permettront ultérieurement de quantifier l'impact de la réduction du nombre de voies sur la qualité de l'air.

Pour ces points, une implantation de type urbaine trafic<sup>2</sup>, soit à proximité immédiate des voiries, a été retenue (rive droite dans le sens Nord-Sud). Elle a permis de mesurer les concentrations aux abords de l'axe routier et donc mieux apprécier ultérieurement l'impact des aménagements.

- Afin de compléter ces prélèvements et permettre d'évaluer les niveaux auxquels la population riveraine est exposée, quelques points de prélèvements complémentaires ont

<sup>2</sup> Type d'implantation défini dans le guide de conception, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air - Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) – 2017

été mis en place à des distances comprises entre 0 et 100 mètres des voies de circulation au pied des zones d'habitations.

Pour ces points de prélèvements, une implantation de type urbaine de fond<sup>2</sup>, c'est à dire non influencée par une source à proximité immédiate (distance suffisante des voies de circulation à fort trafic à respecter afin de limiter l'influence directe du trafic) a été retenue conformément aux critères du Guide LCSQA<sup>3</sup>. En effet, une distance minimale est à respecter en fonction du trafic moyen journalier annuel (TMJA<sup>4</sup>) des axes routiers, comme indiqué dans le tableau ci-après.

Tableau 3: Distances minimales à respecter en fonction du TMJA pour une station de typologie urbaine de fond (Source : Guide d'implantation des stations du LCSQA)

TMJA (véh./jour)	distance minimale (m)
< 1000	---
1 000 à 3 000	10 m
3 000 à 6 000	20 m
6 000 à 15 000	30 m
15 000 à 40 000	40 m
40 000 à 70 000	100 m
> 70 000	200 m

Sur la zone d'étude, le TMJA est de 27 300 véhicules/jour. Selon les critères du guide LCSQA, tous les points situés à une distance supérieure ou égale à 40 mètres de l'avenue Roger Dodin se trouvent donc en typologie urbaine de fond.

Remarque : les données sont exprimées en trafic moyen journalier annuel (TMJA), soit la moyenne du nombre de véhicules par jour pour une année entière (intégrant les samedi, dimanche et vacances). Les TMJA sont inférieurs aux trafics qui peuvent être exprimés parfois en moyenne journalière ou mensuelle (TMJ, TMJM) représentatifs d'une période de comptage donnée (1 jour, une semaine, 1 mois) mais pas de l'ensemble des flux annuels.

Ces points ont ainsi permis de quantifier les niveaux de fond auxquels la population est exposée dans ce secteur d'étude.

- Des prélèvements ont également été réalisés au niveau des établissements accueillant des personnes sensibles situés à proximité de l'avenue Roger Dodin. Deux ont été recensés, à savoir le Collège Jean Moulin et l'école du Haut Bois.
- Enfin, un prélèvement 'témoin', a été retenu au niveau du Parc de Saint-Jacques, à 450 mètres environ de l'avenue Roger Dodin.

#### b) Choix du site de mesure : analyseur en continu

La cabine avec l'analyseur a été mise en place à proximité immédiate de la voie à une distance suffisamment éloignée des carrefours pour ne pas être trop influencée par les variations des régimes de trafic.

Pour ce secteur, le dispositif de mesure en continu a été placé à proximité de la mairie de Saint-Jacques-de-la-Lande (figure 7).

<sup>3</sup> LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

<sup>4</sup> Trafic Moyen Journalier Annuel - Données Conseil Départemental 35 (2017) et comptages DRGTS Rennes Métropole dans la période de mesures "hiver"



Figure 7: Dispositif de mesure en continu sur le secteur avenue Roger Dodin



Figure 8: Exemple de points de prélèvement avec tube passif sur l'avenue Roger Dodin (Point 6)

Le plan d'échantillonnage sur ce secteur « Avenue Roger Dodin » comprend **14 points de prélèvement par tube passif et 1 point de mesure en continu** (cf. figure 9).



Figure 9: Localisation des points de mesure – AVENUE ROGER DODIN Saint-Jacques-de-la-Lande

## 2) Place de Bretagne

### a) Choix sites de mesure : tubes passifs

Afin d'appréhender au mieux les niveaux de concentrations sur ce deuxième secteur à fort trafic et évaluer à terme l'impact des projets d'aménagement, les points de prélèvements ont été implantés comme suit :

- Maillage de la place de Bretagne prioritairement au droit des bâtiments délimitant la place ;
- Des points de prélèvements sur les 2 rives, également au droit des bâtiments afin de quantifier l'impact de l'aménagement sur les niveaux de concentration en périphérie ;
- Un point « établissement sensible » : collège de la Tour d'Auvergne ;
- Un point de prélèvement 'témoin' le long des berges de la Vilaine, situé à 200 mètres à partir du centre de la place.

Sur ce secteur la majorité des points de prélèvement qui nous ont permis d'effectuer le maillage de la place, est en typologie urbaine trafic. En effet, selon le TMJA de la place de Bretagne (axes Nord-Sud et Sud-Nord) qui est de 25 600<sup>5</sup> véhicules/jour, tous les points situés à moins de 40 mètres de ces deux axes sont en typologie urbaine trafic. La répartition de chacun de ces points selon leur typologie est présentée dans le chapitre « résultats ».

### b) Choix du site de mesure : analyseur en continu

Au même titre que pour l'autre secteur, la cabine avec l'analyseur de mesure en continu a été mise en place à proximité des voies. Elle a été placée sur l'espace public côté Est de la place (figure 10).



Figure 10: Dispositif de mesure en continu secteur Place de Bretagne



Figure 11: Exemple de points de prélèvement tube passif sur le secteur Place de Bretagne (Point 6)

Le plan comprend **12 points prélèvement par tube passif et un point de mesure en continu** sur ce secteur « Place de Bretagne » (cf. figure 12).

<sup>5</sup> Comptage trafic estimées à partir des points de comptage Bd Liberté, Bd Tour d'Auvergne, Quai Dugay-Trouin et Quai Prévalaye et modélisation Rennes Métropole 2007

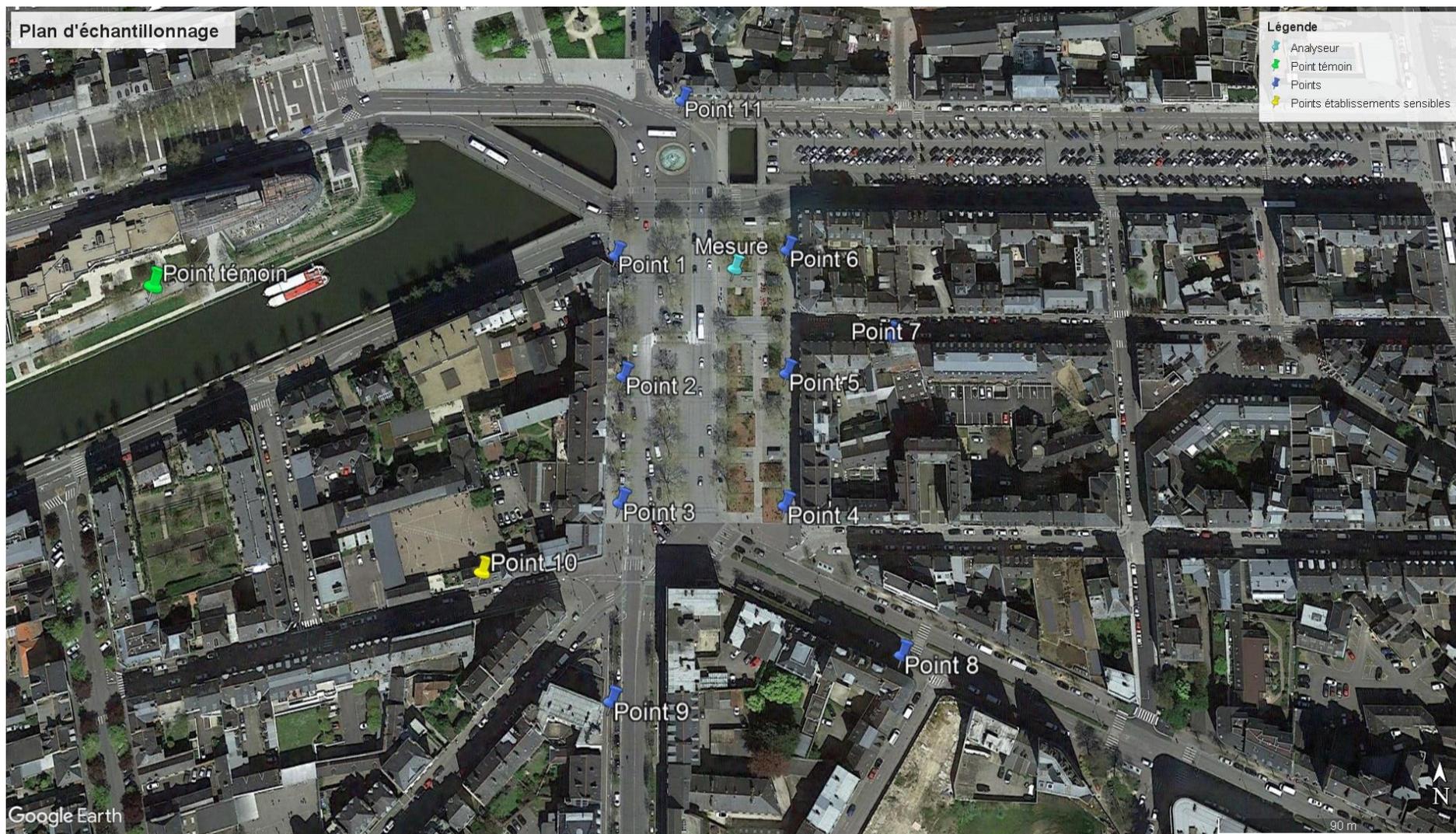


Figure 12 : Localisation des points de mesure – PLACE DE BRETAGNE Rennes

#### IV.2.4 Dates des campagnes de mesure

##### a) Campagne hivernale

La première campagne de mesure hivernale, d'une durée d'1 mois, a eu lieu **simultanément** sur les deux secteurs de l'étude entre le **8 février et le 8 mars 2018**.

Pour les prélèvements par tube passif, la campagne de mesure de quatre semaines a été effectuée selon les dates suivantes :

Tableau 4: Séries des prélèvements par tube passif de la campagne hivernale sur les 2 secteurs

Période hivernale	Dates
Série 1	Du 08/02 au 15/02/18
Série 2	Du 15/02 au 22/02/18
Série 3	Du 22/02 au 01/03/18
Série 4	Du 01/03 au 08/03/18

L'analyseur a quant à lui été mis en place en alternance sur les deux secteurs selon les dates suivantes :

Tableau 5: Périodes de mesure de l'analyseur par secteur en campagne hivernale

Sites	Dates
Secteur Place de Bretagne	Du 08/02 au 22/02/18
Secteur Avenue Roger Dodin	Du 22/02 au 08/03/18

##### b) Campagne estivale

La période de mesure estivale, également d'une durée d'1 mois, n'a eu lieu que sur le secteur Avenue Roger Dodin. **En effet, il n'y a pas eu de campagne estivale pour le secteur Place de Bretagne du fait du début des travaux d'aménagement au début du printemps.**

Celle-ci s'est donc déroulée entre le **30 mai et le 27 juin 2018 sur l'avenue Roger Dodin** et selon les semaines suivantes pour les prélèvements par tube passif :

Tableau 6: Séries des prélèvements par tube passif de la campagne estivale sur le secteur Roger Dodin

Période hivernale	Dates
Série 1	Du 30/05 au 06/06/18
Série 2	Du 06/06 au 13/06/18
Série 3	Du 13/06 au 20/06/18
Série 4	Du 20/06 au 27/06/18

Ainsi sur ce secteur, 8 semaines de prélèvement par tube passif ont été réalisées au total, ce qui correspond au taux de couverture temporelle minimale d'échantillonnage pour la détermination d'une moyenne annuelle selon les Directives Européennes 2008/50/CE et 2004/107/CE.

Les mesures en continu assurées par l'analyseur automatique ont été effectuées sur presque toute la durée de la période (du 30/05 au 24/06/2018) sur ce secteur.

#### IV.2.5 Limites de l'étude

Les campagnes de mesure réalisées sont représentatives des périodes étudiées. En effet, les résultats sont tributaires des conditions météorologiques. Par conséquent, en aucun cas, ils ne peuvent être assimilés à une autre période ou à tout autre point de mesure autre que ceux en étude.

## V. Résultats et interprétations

En préambule de la présentation des résultats et de leurs interprétations, est analysé le contrôle qualité des mesures effectuées.

### V.1. Contrôle de la qualité des mesures

#### V.1.1 Analyseur en continu

L'analyseur en continu a fait l'objet d'opérations de maintenance, vérification et étalonnage à fréquence régulière durant les deux campagnes, afin de garantir la qualité des mesures effectuées.

Pour les oxydes d'azote, les opérations de vérification et d'étalonnage sont réalisées à partir d'un gaz étalon.

**L'analyseur n'a pas présenté de dysfonctionnement notable durant les campagnes de mesure, comme en témoignent les taux de fonctionnement pour chacune des campagnes, dans le tableau ci-après.**

Tableau 7 : Taux de fonctionnement de l'analyseur

Analyseur NOX	Place de Bretagne	Avenue Roger Dodin
Campagne hivernale	99%	99%
Campagne estivale	/	90%

Notons que 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.

**Ce critère a été respecté pour les deux campagnes de mesure.**

#### V.1.2 Tubes passifs

Comme dit précédemment, un doublon de prélèvement et un blanc transport ont été réalisés lors de chaque série de mesure, afin de vérifier la qualité des mesures réalisées.

##### a) Vérification des blancs transport

Pour l'ensemble des séries durant les deux périodes de mesure, les blancs sont tous inférieurs à la limite de quantification du laboratoire pour le dioxyde d'azote.

Tableau 8: Résultats des mesures pour les blancs transports pour les deux campagnes de mesures

Code Tube	Masse en ng sur cartouche (Place de Bretagne)	Masse en ng sur cartouche (Avenue Roger Dodin)
Blanc camp. hiver	<LQ	<LQ
Blanc camp. été	/	<LQ

\* <LQ = inférieur à la limite de quantification à savoir 27ng.

**Ces résultats garantissent donc l'absence de contamination des échantillons durant les opérations de transport, de conservation et de manipulation.**

b) Vérification de la répétabilité des échantillonneurs passifs

Pour chacun des secteurs de l'étude, les mesures des tubes ont été dupliquées sur un site. Il s'agit du point de mesure N°7 pour le secteur Place de Bretagne et du point de mesure N°1 pour la zone de l'avenue Roger Dodin.

La précision de ces mesures est définie par la moyenne des écarts relatifs (IERI) calculés pour chaque mesure dupliquée. L'écart relatif, en valeur absolue, pour chaque couple exposé est calculé d'après la formule suivante [source : synthèse de l'expérience acquise par les réseaux sur l'échantillonnage passif du NO<sub>2</sub> – Ecole des Mines de Douai mai 2000] :

$$\text{IERI (\%)} = ((M-mi)/M) \times 100$$

Avec :

*M* : la concentration moyenne de la série (en µg/m<sup>3</sup>)

*mi* : la concentration d'un tube (en µg/m<sup>3</sup>)

Tableau 9: Résultats des calculs des écarts relatifs pour le NO<sub>2</sub> (concentrations en µg/m<sup>3</sup>) en campagne hivernale pour chacun des secteurs (Place de Bretagne à gauche et Avenue Roger Dodin à droite)

	08/02_15/02	15/02_22/02	22/02_01/03	01/03_08/03		08/02_15/02	15/02_22/02	22/02_01/03	01/03_08/03
<b>site 7</b>	33	37	27	45	<b>site 1</b>	38	36	29	40
ER (%)	-1%	1%	0%	-2%	ER (%)	1%	0%	0%	0%
<b>site 7db</b>	33	38	27	43	<b>site 1db</b>	39	36	29	39
ER (%)	1%	-1%	0%	2%	ER (%)	-1%	0%	0%	0%
<i>moy</i>	33	38	27	44	<i>moy</i>	39	36	29	39
<b>moyenne IERI</b>	1%	1%	0%	2%	<b>moyenne IERI</b>	1%	0%	0%	0%

Tableau 10: Résultats des calculs des écarts relatifs pour le NO<sub>2</sub> (concentrations en µg/m<sup>3</sup>) en campagne estivale (Avenue Roger Dodin)

	30/05_06/06	06/06_13/06	13/06_20/06	20/06_27/06
<b>site 1</b>	26	24	18	19
ER (%)	0%	1%	1%	1%
<b>site 1db</b>	26	25	19	19
ER (%)	0%	-1%	-1%	-1%
<i>moy</i>	26	25	19	19
<b>moyenne IERI</b>	0%	1%	1%	1%

Les résultats des calculs des écarts relatifs sont tous inférieurs à ±2% pour chacune des séries de mesure sur les deux périodes. Pour le dioxyde d'azote, un critère maximum de 5% pour la reproductibilité est fixé dans la norme NF EN 16339. **La répétabilité pour l'ensemble des séries de mesures est donc très satisfaisante.**

## V.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 ambiant, il est donc important d'étudier les conditions météorologiques dans lesquelles les mesures des polluants ont été effectuées.

Afin de mieux interpréter les résultats des mesures, différents paramètres météorologiques ont fait l'objet d'un suivi pendant les deux campagnes. Ils sont issus de la station Météo France la plus proche des points de mesure, à Saint-Jacques-de-la-Lande (35).

### V.2.1 La température et la pluviométrie

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 graphique ci-après présente le cumul des précipitations mensuelles et les températures moyennes mensuelles durant les mois de mesure en comparaison aux normales sur la même station Météo France, à savoir celle de Saint-Jacques-de-la-Lande.

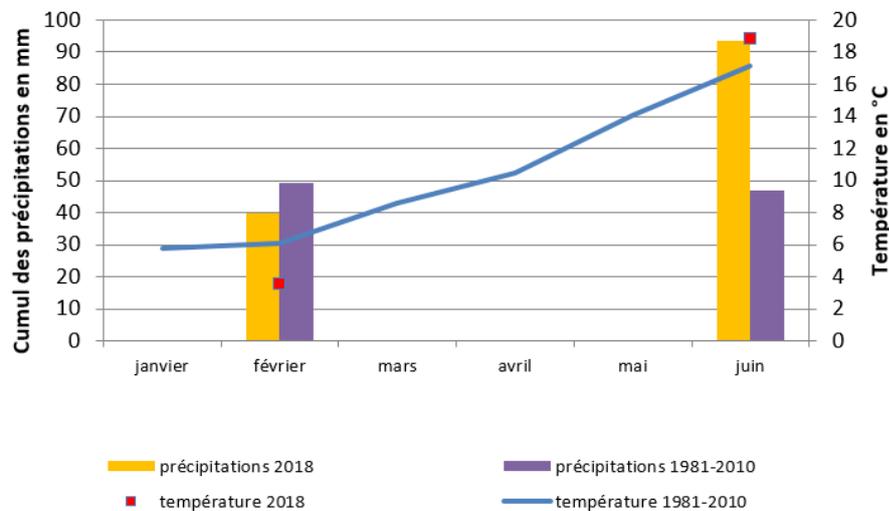


Figure 13: Température et précipitations durant les campagnes de mesure [source : Station Météo France de Saint-Jacques-de-la-Lande (35)]

Sur l'année 2018 et durant la première campagne hivernale la température moyenne est plus faible que la normale saisonnière (environ 4°C contre 6°C). De même, le cumul de précipitations durant le mois de mesure est légèrement plus faible que les normales de Météo France (cumul de 40 mm contre 49 mm en normale).

En ce qui concerne la deuxième période de mesure (estivale), la température moyenne relevée sur le mois de juin est légèrement plus élevée que la normale de Météo France (19°C contre 17°C). En revanche, les précipitations durant ce mois sont deux fois plus abondantes que les normales saisonnières (cumul de 94 mm contre 47 mm).

**Au regard de ces données de précipitation et de température, la première période de mesure a un caractère pénalisant et donc favorable à l'accumulation des polluants, au vu des précipitations généralement inférieures aux normales et des températures moyennes plus faibles qui favoriseraient donc les phénomènes d'inversion thermique, comme dit précédemment.**

**Durant la campagne estivale, les conditions ont été plutôt défavorables à l'accumulation des polluants du fait des précipitations plus abondantes que les normales.**

### V.2.2 Direction et vitesse des vents durant les périodes de mesure

Les conditions de direction et vitesse du vent pendant une période sont souvent représentées par des roses des vents qui exprime :

- le pourcentage de vent pour chaque direction : ainsi, plus la pâle 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 et leur occurrence : la couleur de chaque pôle indique la classe de vitesse et sa grandeur, le pourcentage de vent avec cette vitesse.

Ainsi, plus la pôle sera grande, plus les vents en provenance de cette direction seront fréquents (direction majoritaire) et au sein de cette pôle, plus les couleurs bleues seront foncées (ou orange pour la figure 15), plus les vents seront forts.

Les roses des vents de la station Météo France de Saint-Jacques-de-la-Lande (35) réalisées sur les deux périodes de mesure et celles relevées entre 1981 et 2010 sur les mêmes périodes (dites normales des roses des vents) sont présentées ci-après.

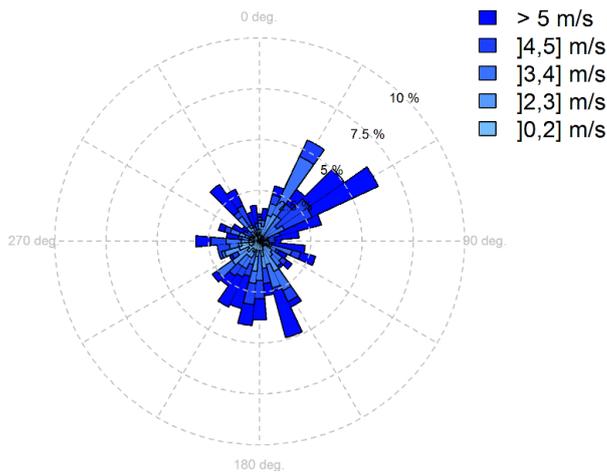


Figure 14: Roses des vents durant la campagne 1 (février 2018) d'après les mesures de la station Météo France la plus proche (Saint-Jacques-de-la-Lande)

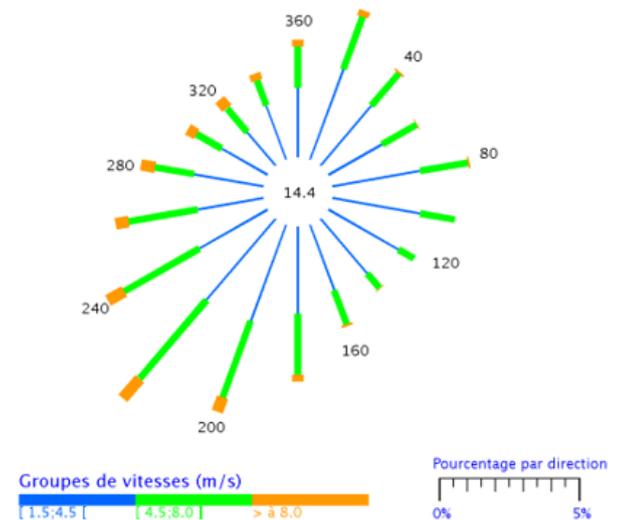


Figure 15: Normales des roses des vents relevées à Saint-Jacques pour le mois de février entre 1981 et 2010 [Source : Météo France]

Les conditions de vents rencontrées durant la première période de mesure mettent en évidence des vents majoritairement issus du **Nord-Est et du Sud-Ouest**, mais aussi quelques vents de **Sud-Est**.

La normale des roses de vents, concernant le mois de février présente en majorité des vents issus du **Sud-Ouest** et quelques-uns du **Nord-Est**.

Les vents de Nord-Est ont été plus fréquents lors de cette campagne par comparaison aux normales, ce qui justifie également les faibles températures rencontrées (cf. chapitre V.2.1)

De la même manière, la rose des vents établie sur la base des données de Météo France durant la deuxième campagne de mesure est présentée ci-après (à gauche).

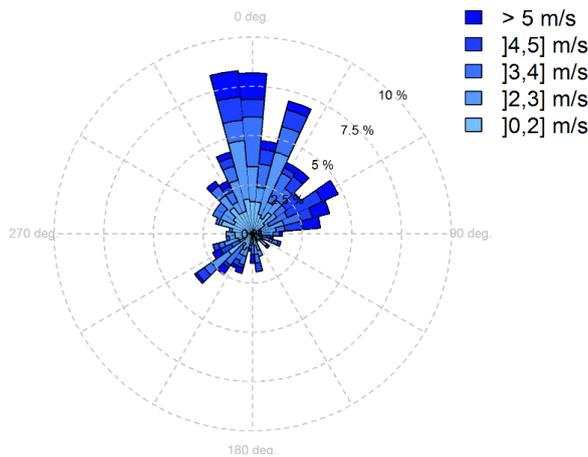


Figure 16: Roses des vents durant la campagne 2 (juin 2018) d'après les mesures de la station Météo France la plus proche (Saint-Jacques-de-la-Lande)

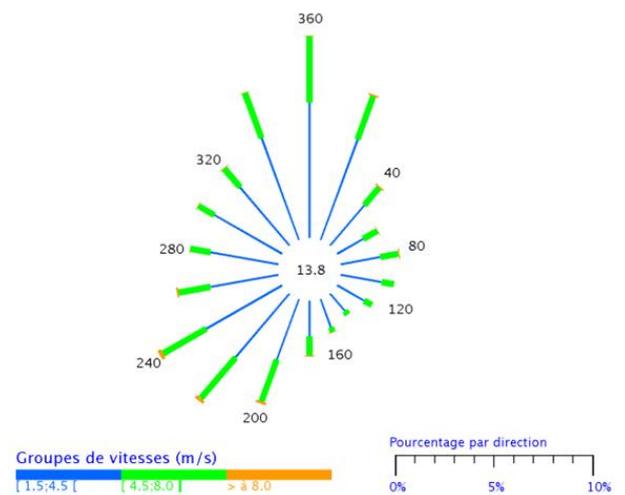


Figure 17: Normales des roses des vents relevées à Saint-Jacques pour le mois de juin entre 1981 et 2010 [Source : Météo France]

Celle-ci montre que la majorité des vents en deuxième période proviennent du **Nord, Nord-Est**, avec quelques vents d'**Est** et du **Sud-Ouest**.

Ces conditions de vents rencontrées en seconde campagne sont similaires aux normales, comme l'illustre le profil des normales des roses des vents (figure 17). Celui-ci montre également des vents en majorité de **Nord** et de **Sud-Ouest**.

**Cette analyse des roses des vents sur les deux campagnes de mesure révèle que les conditions de vents rencontrées sur chacune des campagnes sont, d'une manière générale, similaires aux conditions normales sur les mêmes périodes.**

**Les périodes retenues pour cette étude sont donc jugées représentatives des conditions locales habituelles.**

### V.3. Episode de pollution régionale

Aucun épisode de pollution n'a été enregistré durant les deux périodes de mesure, que ce soit au niveau de l'agglomération comme plus largement au niveau régional.

## V.4. Résultats des mesures par zone d'étude

Les résultats des mesures du dioxyde d'azote via les tubes passifs et via l'analyseur sont présentés, pour chaque secteur de l'étude, dans les chapitres ci-après

### V.4.1 Résultats des mesures par tubes passifs - Place de Bretagne

#### a) Résultats bruts durant la campagne hivernale

Les résultats des mesures du dioxyde d'azote par tube passif sont présentés dans le tableau ci-après. Ceux-ci sont obtenus en moyennant chacune des séries de mesure de la **campagne hivernale**.

Il n'y a pas eu de campagne estivale pour ce secteur du fait du début des travaux d'aménagement au début du printemps.

Tableau 11: Résultats des concentrations en dioxyde d'azote mesurées par tube passif ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – PLACE DE BRETAGNE Rennes

Sites	Moyenne campagne hiver
Point 1	45
Point 2	53
Point 3	43
Point 4	32
Point 5	33
Point 6	32
Point 7	36
Point 8	42
Point 9	42
Point 10	28
Point 11	42
Point témoin	25

Pour ce secteur, les concentrations moyennes en  $\text{NO}_2$  lors de la campagne hivernale s'échelonnent entre **25** (point témoin) et **53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  (point 2).

#### b) Estimation des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote

Pour pallier à l'absence de campagne estivale sur ce secteur qui aurait permis de calculer une moyenne annuelle sur la base de 8 semaines de mesures sur l'année<sup>6</sup> (à l'image de ce qui a été réalisé sur l'autre secteur Roger Dodin), une estimation de la moyenne annuelle a été réalisée d'après d'autres mesures réalisées tout au long de l'année sur la station de fond Rennes Saint-Yves.

Lors de la campagne hivernale du 8/02 au 8/03/18, la moyenne en dioxyde d'azote relevée sur cette station était de 23.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En l'absence de moyenne annuelle civile 2018 au moment de la rédaction de ce rapport, nous avons calculé la moyenne annuelle du 1/11/17 au 31/10/18 à savoir 16.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Une fonction de transfert, correspondant au rapport de ces deux concentrations, de 1.43 a été appliquée à l'ensemble des moyennes relevées sur chacun des points durant la campagne hivernale. Les résultats sont les suivants :

<sup>6</sup> Durée minimale exigée par la réglementation pour garantir une représentativité suffisante de la moyenne annuelle calculée

Tableau 12 : Concentrations moyennes annuelles estimées en dioxyde d'azote sur le secteur Place de Bretagne (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Sites	Moyenne campagne hiver	Estimation moyenne annuelle
Point 1	45	32
Point 2	53	37
Point 3	43	30
Point 4	32	23
Point 5	33	23
Point 6	32	23
Point 7	36	25
Point 8	42	29
Point 9	42	29
Point 10	28	20
Point 11	42	29
Point témoin	25	17

La répartition spatiale de ces résultats sur le secteur de l'étude est présentée sur la figure 18.

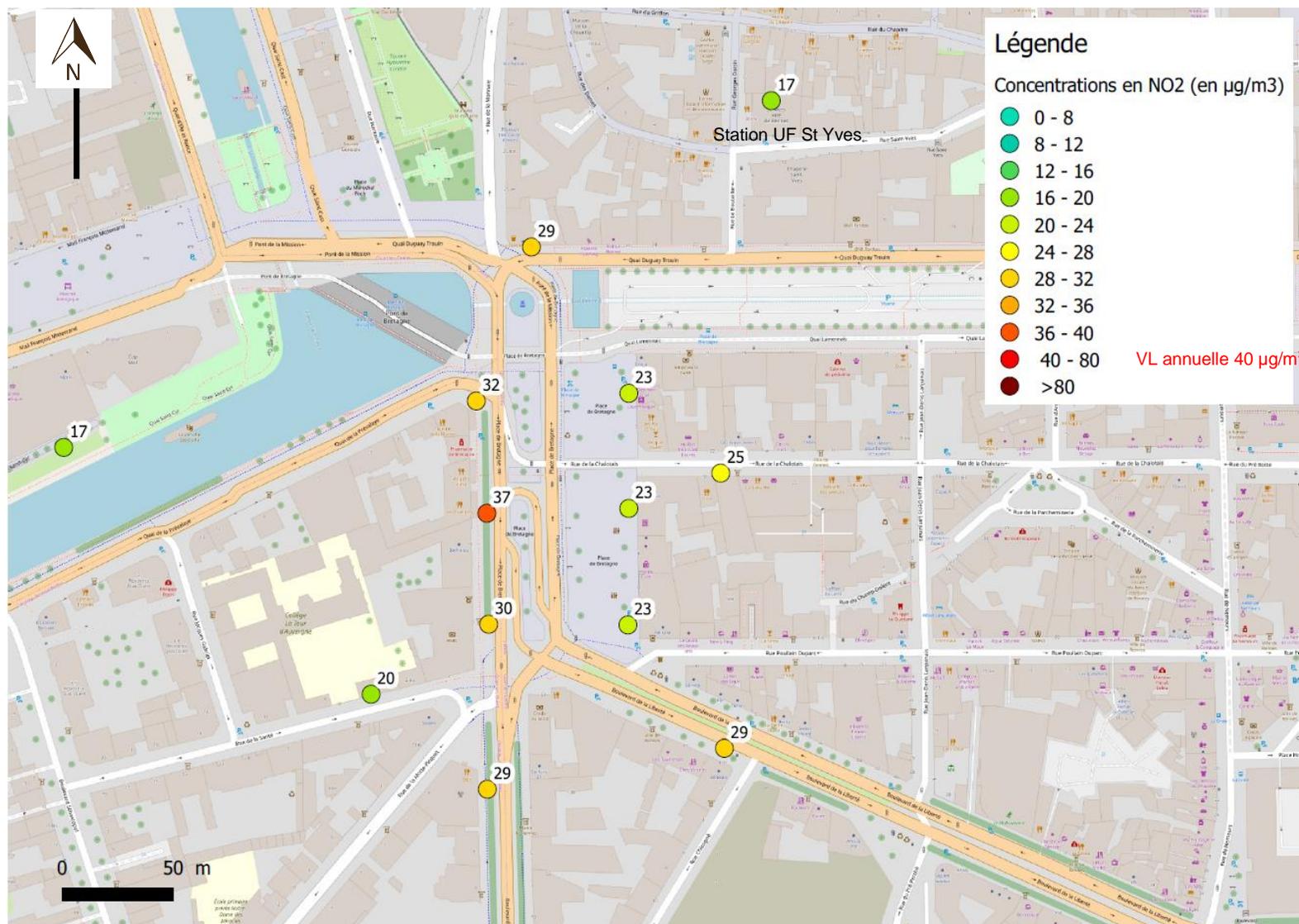


Figure 18: Répartition des concentrations moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> (estimation) Place de Bretagne (tubes passifs)

**Les concentrations estimées sont toutes inférieures au seuil réglementaire annuelle de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

Les valeurs de concentrations sont plus fortes au niveau des points situés à proximité immédiate des voies de circulation, notamment sur la rive gauche (Ouest) de la place. Ces concentrations moyennes annuelles sont comprises entre **30 et 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Les principales pénétrantes présentent des concentrations proches (Boulevard de la Tour d'Auvergne, Boulevard de la Liberté).

La concentration moyenne annuelle maximale en  $\text{NO}_2$  de **37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , a été relevée au niveau du point 2 (figure 18) situé sur cette même rive gauche de la place. Ce résultat s'explique par le positionnement du site de mesure à moins de 5 mètres de l'axe routier donnant accès aux boulevards de la Liberté et de la Tour d'Auvergne et également proche d'un feu tricolore.

A l'inverse, les points situés sur la rive droite du secteur (à l'Est) présentent des niveaux plus faibles (23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Leur éloignement de l'influence directe des principales voies de circulation explique ce constat. En effet, ceux-ci sont situés à une trentaine de mètres de l'axe qui permet de relier le Sud au Nord sur ce secteur. De plus, ils sont séparés de ce dernier par des espaces verts et des zones piétonnières.

La concentration moyenne annuelle la plus faible de **17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  correspond à celle enregistrée sur le point témoin le long des berges de la Vilaine à l'Ouest de la place. Cette valeur correspond au niveau de fond urbain habituellement rencontré dans les agglomérations.

Ce constat est confirmé par la moyenne annuelle de **17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  mesurée du 1/11/17 au 31/10/18 à **la station urbaine de fond** de Saint-Yves située à proximité de la zone d'étude (voir figure 18). Bien que les techniques de mesure soient différentes (**analyseur en continu et tubes passifs**), nous remarquons que le résultat de la station à Saint-Yves est identique à celui du point Témoin.

Enfin, la mesure effectuée au niveau **du point sensible du collège de la Tour d'Auvergne**, est de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle. Ce résultat, de l'ordre du niveau de fond, témoigne **d'un impact moindre** du trafic routier sur ce point.

**D'une manière générale, ces résultats des tubes passifs soulignent l'impact des émissions du trafic routier sur les niveaux en dioxyde d'azote à proximité des voies de circulation. C'est le cas des points localisés sur la rive Ouest de la place, qui enregistrent les concentrations les plus fortes.**

**Le point témoin et le collège (ERP<sup>7</sup>) présentent des niveaux moyens comparables au niveau de fond urbain enregistré dans l'agglomération.**

### *V.4.2 Résultats des mesures en continu – Place de Bretagne*

Les mesures en continu ont été effectuées uniquement en campagne hivernale sur ce secteur, pendant 15 jours du 08/02 au 22/02/2018.

Dans ce chapitre, est présentée dans un premier temps l'évolution des concentrations horaires en dioxyde d'azote sur les 15 jours de mesure.

Dans un second temps, ces niveaux sont comparés à deux autres stations de typologie urbaine trafic de Rennes, appartenant au réseau de surveillance réglementaire d'Air Breizh : il s'agit des stations situées aux Halles et au Boulevard Laënnec.

---

<sup>7</sup> Etablissement Recevant du Public (ERP)

a) Analyse des concentrations horaires en dioxyde d'azote – Place de Bretagne

Le graphique ci-après présente l'évolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> mesurées sur les deux semaines en comparaison avec le seuil d'information et de recommandation fixé pour ce dernier.

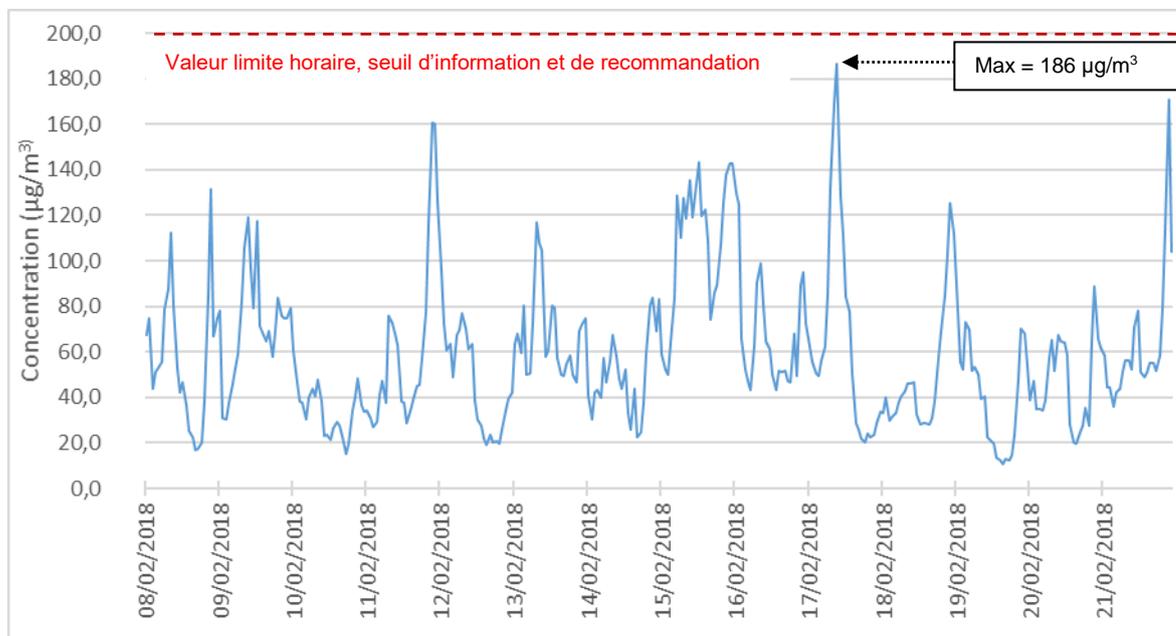


Figure 19: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur le point de mesure situé à la Place de Bretagne en typologie trafic (du 08/02 au 22/02/2018)

**Nous avons globalement des élévations ponctuelles et répétées des niveaux en NO<sub>2</sub> sans dépasser la valeur limite horaire de 200 µg/m<sup>3</sup> fixée pour ce polluant. La valeur maximale atteinte pendant la période de mesure de 186 µg/m<sup>3</sup> a été enregistrée le samedi 17/02/2018.**

Afin de caractériser au mieux ces élévations, le profil moyen journalier des niveaux en dioxyde d'azote est présenté sur la figure ci-après.

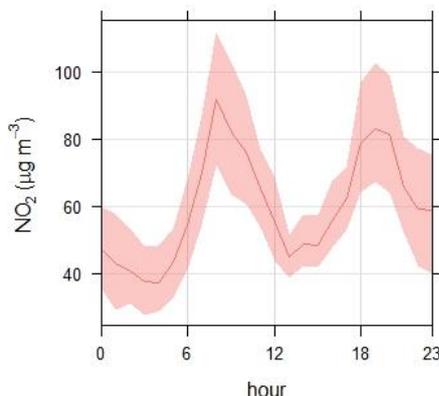


Figure 20: Profil moyen journalier des concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la période de mesure - Place de Bretagne - heure en TU (Locale -1h)

Les concentrations en NO<sub>2</sub> augmentent de manière marquée en début de matinée à partir de 7 heures (heure locale) jusqu'à atteindre le maximum de la journée vers 10 heures. Par la suite les niveaux baissent considérablement, avant de remonter en fin de journée vers 19h.

Ces résultats mettent en évidence, deux pics journaliers qui correspondent aux fortes affluences du trafic routier aux heures de pointe. Ces profils sont habituellement observés sur les stations de typologie urbaine trafic.

b) Comparaison des niveaux relevés sur Place de Bretagne avec les niveaux de fond urbain à Rennes

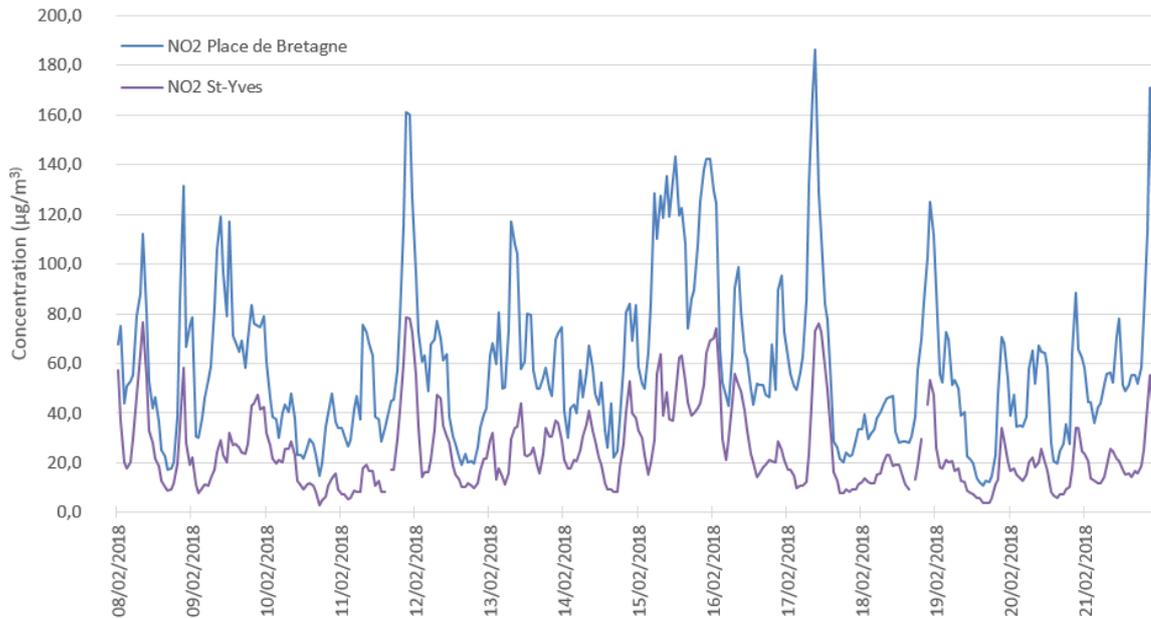


Figure 21: Evolution des concentrations horaires en  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur la cabine de mesure Place de Bretagne (trafic) et la station urbaine de fond de Rennes Saint-Yves – du 08/02 au 22/02/2018

Bien que les deux sites ne soient pas de la même typologie, les évolutions horaires sont fortement corrélées. Le site Place de Bretagne, à proximité du trafic routier, se distingue par des concentrations bien plus élevées mais aussi par une variabilité des niveaux plus prononcée, traduisant la proximité de la source automobile qui s'ajoute au niveau de fond mesuré à Saint-Yves.

c) Comparaison des niveaux mesurés sur la Place de Bretagne aux niveaux relevés sur les autres stations de même typologie à Rennes

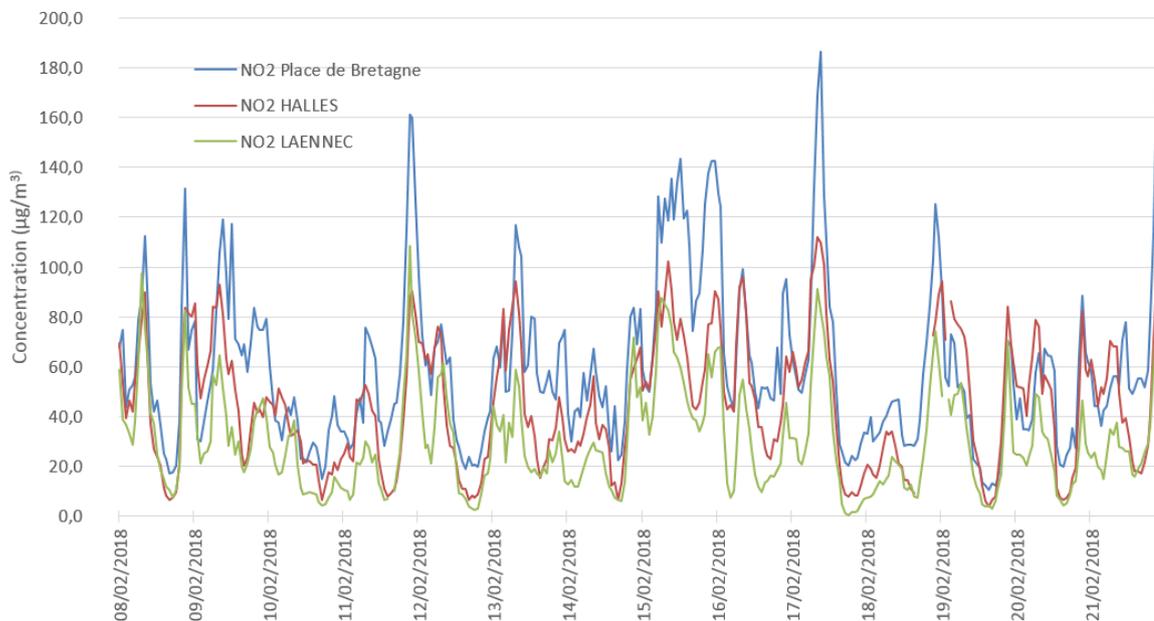


Figure 22: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la cabine de mesure Place de Bretagne et les stations urbaines trafic de Rennes les Halles et Laënnec – du 08/02 au 22/02/2018

Les niveaux de concentrations horaires en dioxyde d'azote mesurés Place de Bretagne sont plus élevés que ceux enregistrés sur les 2 autres stations trafic de Rennes avec un facteur 1,3 par rapport aux Halles et un facteur 2 par rapport à Laënnec.

Les concentrations les plus faibles sont observées simultanément sur les 3 sites et correspondent aux jours qui présentent un plus faible niveau de trafic routier (mercredis, dimanches).

Ce constat est confirmé par la distribution statistique des données horaires mesurées sur chacune des stations, représentée sur le tableau ci-après.

Tableau 13: Récapitulatif des données statistiques sur la base des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Concentration NO <sub>2</sub> (en µg/m <sup>3</sup> )	Valeur de référence réglementaire	Place de Bretagne	Rennes les Halles	Rennes Laënnec
		du 08/02 au 22/02/2018		
P25 (1er quartile)	Seuil d'information : 200 µg/m <sup>3</sup>	37,7	22,8	14,0
moyenne		59,5	44,8	30,0
P50 (médiane)		52,2	42,8	25,4
P75 (3ème quartile)		73,8	63,4	41,1
max		186,3	112,2	108,6

Ces données statistiques sont illustrées avec les graphiques 'boxplot' ci-après.

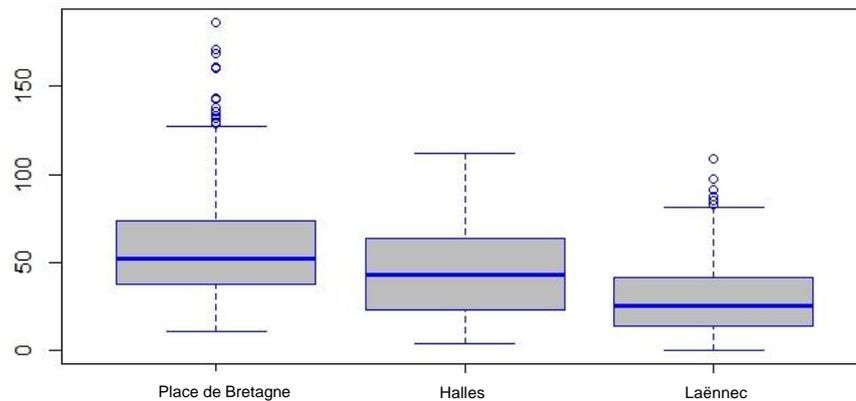


Figure 23 : Graphique 'boxplot' des données horaires en dioxyde d'azote ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour les stations trafics les Halles, Laënnec et pour l'analyseur Place de Bretagne

Ces concentrations sur le point Place de Bretagne plus élevées par rapport à celles des deux autres stations de typologie trafic sont cohérentes au regard des données trafic fournies par Rennes Métropole<sup>8</sup>, bien que celles-ci soient des moyennes annuelles.

Ces données informent un trafic plus élevé, en moyenne sur l'année, au niveau de la Place de Bretagne par rapport aux deux autres stations trafic : TMJA d'environ **25 600 véhicules/jour** dans les deux sens de circulation reliant le Nord et le Sud de la Place de Bretagne et TMJA respectifs pour les Halles et le Boulevard Laënnec de **23 850 et 11 570 véhicules/jour**.

Ce constat s'explique également par le positionnement de l'appareil de mesure sur ce secteur puisqu'il a été placé à une quinzaine de mètres d'un carrefour à feu (contre 25 mètres minimums pour les autres stations – recommandations LCSQA pour les stations fixes).

**Ces résultats témoignent du fort impact du trafic routier Place de Bretagne.**

<sup>8</sup> Données de comptage ou modélisation Rennes Métropole 2007

V.4.3 Résultats des mesures par tube passif pour le dioxyde d'azote – Avenue Roger Dodin

Comme indiqué précédemment, pour ce secteur, les points de mesure ont été répartis principalement selon 2 typologies de station différentes, conformément aux critères du guide du LCSQA.

Ainsi, tous les points se trouvant à une distance inférieure à 40 mètres de l'avenue Roger Dodin sont considérés en typologie urbaine trafic car susceptibles d'être influencés par le trafic, du fait de leur positionnement.

Les autres points sont en typologie urbaine de fond et représentent donc les niveaux de fond auxquels sont exposés la majorité des habitants dans une agglomération hors de toute influence trafic et/ou industrielle.

La répartition des points de mesure selon leur typologie et les résultats des mesures du dioxyde d'azote par tubes passifs sont présentés dans le tableau 14. Ceux-ci sont obtenus en moyennant chacune des séries de mesure pour chaque période (hivernale et estivale). Les **huit semaines** de mesure sont prises en compte et les résultats obtenus sont moyennés pour chacun des sites afin d'avoir une estimation de **la moyenne annuelle**.

Tableau 14: Résultats des concentrations en dioxyde d'azote mesurées par tube passif ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – AVENUE ROGER DODIN

Sites	Typologie station	Moyenne campagne hiver	Moyenne campagne été	Moyenne annuelle estimée
Point 1	UT	36	22	29
Point 2	UT	32	24	28
Point 3	UF	20	13	16
Point 4	UF	23	12	17
Point 5	UF	23	16	19
Point 6	UT	51	53	52
Point 7	UF	20	13	17
Point 8	UF	22	12	17
Point 9	UF	21	13	17
Point 10	UF	18	11	14
Point 11	UT	53	39	46
Point 12	UF	20	12	16
Point 13	UF	19	12	15
Point témoin	UF	14	11	12

■ Concentration supérieure à l'objectif qualité (et valeur limite) de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle

UT : urbaine trafic

UF : urbaine de fond

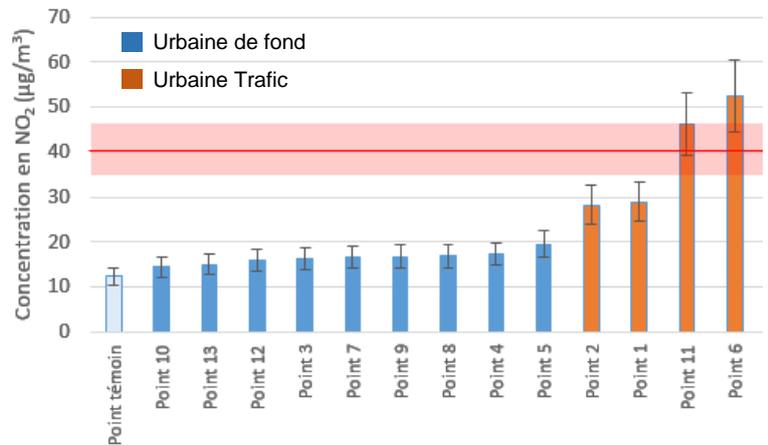


Figure 24: Résultats des concentrations moyennes (annuelles) en  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mesurées par site

Pour chacun des points de mesure, les concentrations en dioxyde d'azote mesurées en période hivernale sont plus élevées que celles mesurées en période estivale, excepté pour le point 6 qui est le point situé au plus près de l'axe routier.

Après une analyse approfondie des résultats par série pour ce point (Annexe I), nous remarquons qu'il y a peu de variabilité en été (variation de 49 à 56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les 4 semaines) contrairement à la période hivernale où la variabilité est plus importante (41 à 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Ces résultats soulignent qu'une sous-estimation des niveaux de concentrations a probablement eu lieu sur ce point en campagne hivernale.

Cette variation des niveaux est liée à une particularité saisonnière de ce polluant. En effet, le cycle annuel du dioxyde d'azote met en évidence des niveaux moyens plus élevés en hiver qu'en été. Cette différence est induite par deux phénomènes : des émissions plus importantes en hiver

(chauffage résidentiel et tertiaire, production d'énergie etc...) et les conditions dispersives de l'atmosphère moins favorables en période hivernale.

Les concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub>, relevées sur ce secteur sont comprises entre **12 et 52 µg/m<sup>3</sup>**. Les 4 sites positionnés en typologie urbaine trafic c'est-à-dire sous influence des émissions de l'avenue, présentent les niveaux moyens les plus élevés compris entre **28 et 52 µg/m<sup>3</sup>** (figure 24).

Les deux concentrations moyennes les plus élevées correspondent à celles des points 11 et 6 (sites trafics) respectivement de **46 µg/m<sup>3</sup>** et **52 µg/m<sup>3</sup>** (cf. figures 25 et 26). **Ces concentrations sont supérieures à la valeur limite annuelle fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>**.

**Ces résultats s'expliquent par le fait que ces deux sites soient situés à 5 mètres (au plus près) de l'avenue Roger Dodin par rapport aux autres sites de typologie urbaine trafic de ce secteur.**

**Rappelons que ces deux points se trouvent dans les zones où les immeubles résidentiels sont les plus proches de la voirie (environ 15 m).**



Figure 25: Visualisation du secteur dans lequel est situé le point 6



Figure 26: Visualisation du secteur dans lequel est situé le point 11

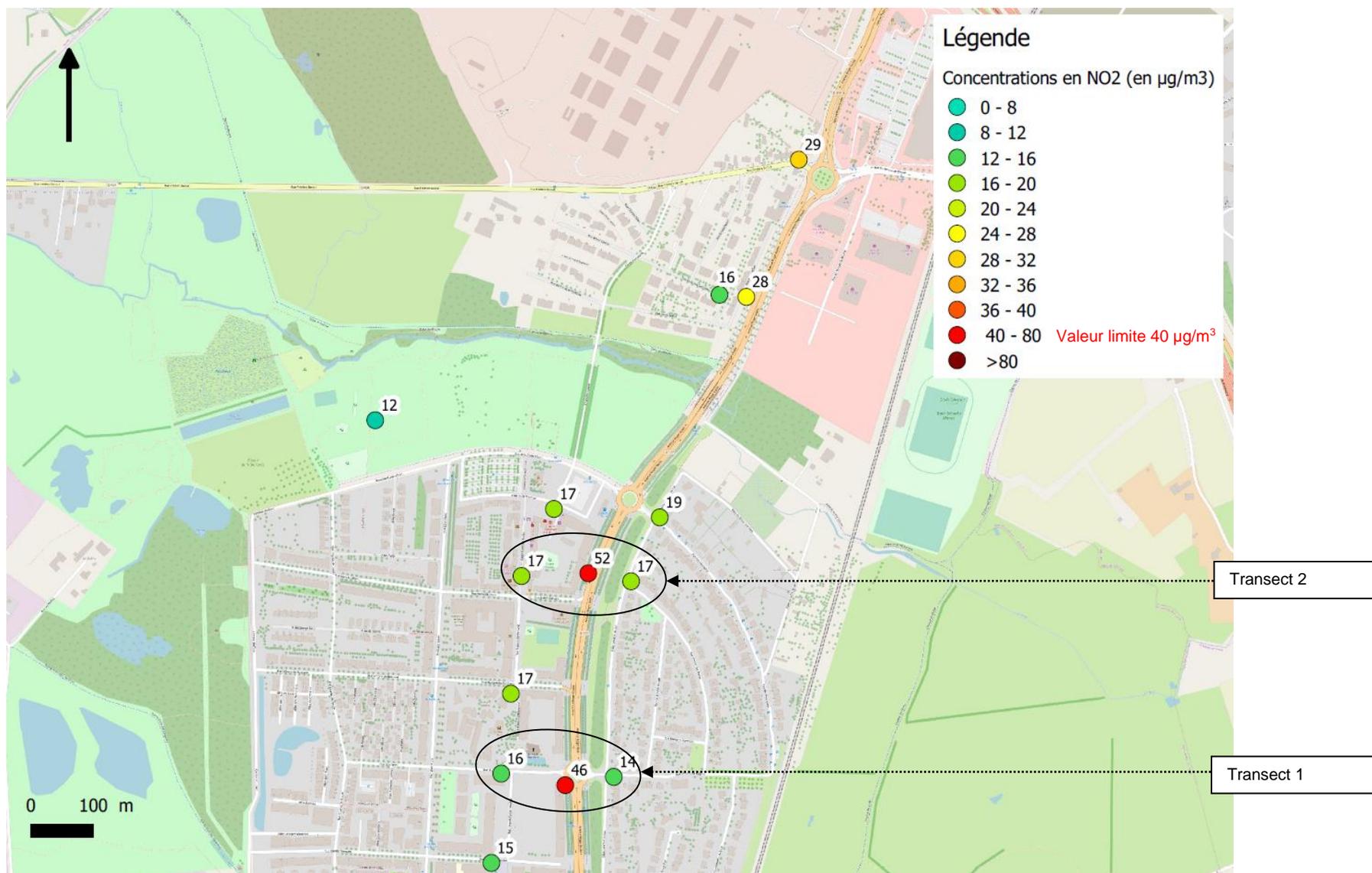


Figure 27: Répartition des concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> mesurées sur l'ensemble des deux périodes (estimations annuelles) – Avenue Roger Dodin

Les points en typologie urbaine de fond hors influence de l'avenue possèdent des concentrations moyennes plus faibles (entre **14 et 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** ) par rapport aux sites « trafic ». Les deux ERP choisis sur ce secteur localisés aux points 13 (Collège Jean Moulin) et 9 (Ecole Suzanne Lacore – Site du Haut bois) ont des moyennes annuelles respectives de 15 et 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Ces concentrations sont conformes aux niveaux de fond habituels enregistrés dans les agglomérations.**

**Ce constat est confirmé par la décroissance des niveaux observée sur les deux transects entourés (figure 28) où les niveaux baissent d'une manière significative en s'éloignant de l'avenue Roger Dodin (dès 45 mètres).**

Le graphique ci-dessous permet de situer ces niveaux en fonction de la distance par rapport à l'axe routier.

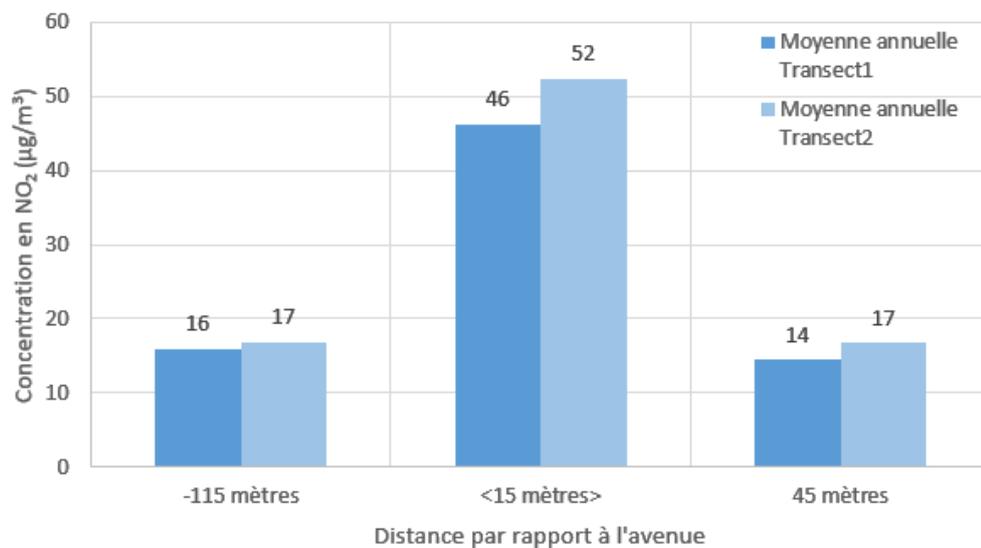


Figure 28: Décroissance des concentrations en  $\text{NO}_2$  en fonction de l'éloignement de l'avenue Roger Dodin au niveau des transects 1 et 2

Par ailleurs, le point témoin situé au niveau du parc de St-Jacques, le plus éloigné de l'avenue, montre la concentration moyenne la plus faible de 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### V.4.4 Résultats des mesures en continu en dioxyde d'azote – Avenue Roger Dodin

Pour ce secteur, les mesures à l'aide de l'analyseur en continu se sont déroulées en campagne hivernale du 22/02 au 08/03/2018 soit une durée de 2 semaines.

En ce qui concerne la campagne estivale, les mesures ont eu lieu du 30/05 au 24/06/2018. Soit près de 4 semaines.

Au même titre que la place de Bretagne, les évolutions des concentrations horaires en  $\text{NO}_2$  et les profils journaliers sur les deux périodes de mesure sont présentés.

Par la suite, les niveaux de concentrations horaires relevées lors des deux campagnes de mesure sur ce secteur sont comparés, à titre indicatif, à ceux des 2 autres stations trafic de Rennes.

a) *Analyse des concentrations horaires en dioxyde d'azote – Avenue Roger Dodin*

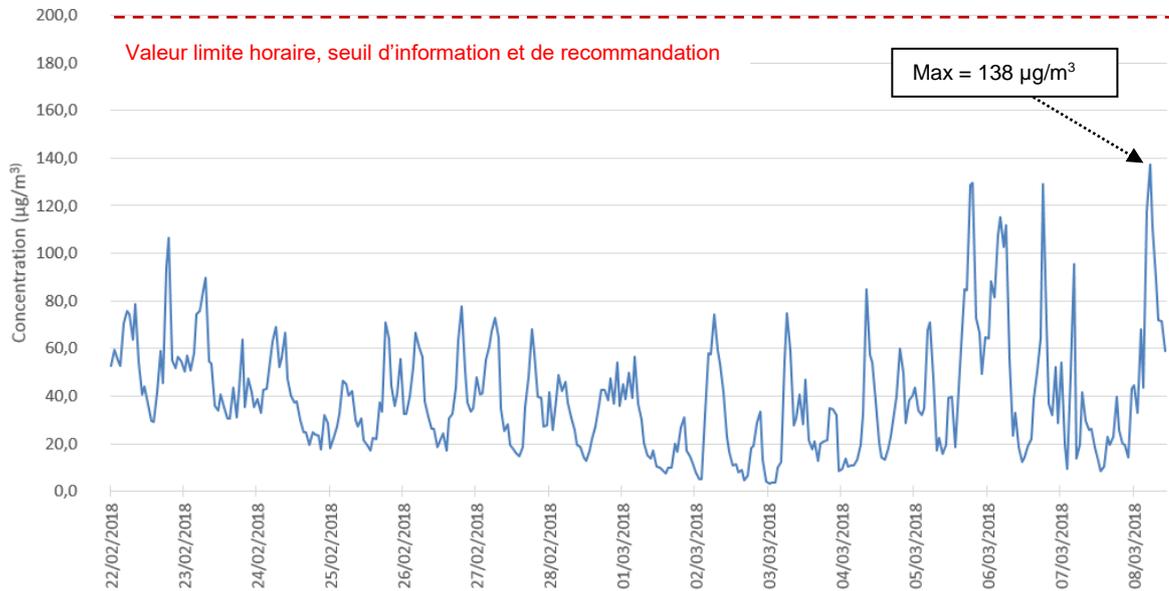


Figure 29: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur le point de mesure avenue Roger Dodin en typologie trafic du 22/02 au 08/03/2018 (campagne hivernale)

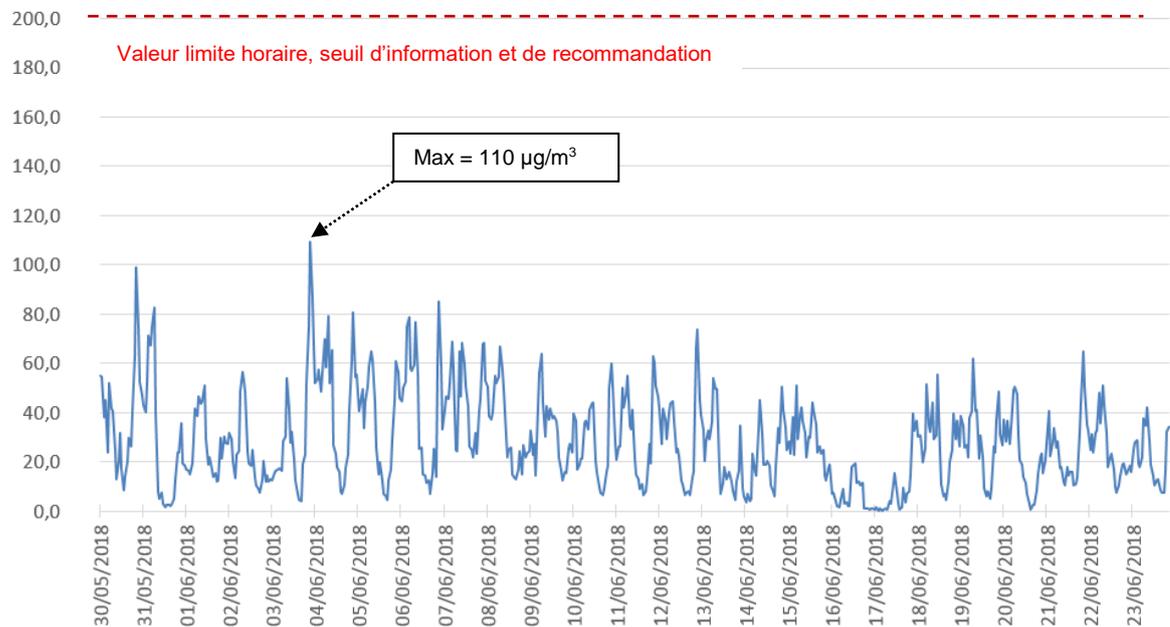


Figure 30: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur le point de mesure avenue Roger Dodin en typologie trafic du 30/05 au 24/06/2018 (campagne estivale)

De même que pour le premier secteur d'étude, l'évolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> sur l'avenue Roger Dodin présente des profils habituellement observés pour ce polluant, c'est-à-dire des pics ponctuels et répétés.

**Sur les deux périodes de mesure aucun dépassement de la valeur limite horaire fixée à 200 µg/m<sup>3</sup> n'a été constaté sur cette zone d'étude. La valeur maximale de 138 µg/m<sup>3</sup> a été enregistrée le jeudi 08/03/2018 pendant la campagne hivernale.**

Pour la campagne estivale, la valeur la plus élevée, relevée le lundi 04/06/2018, est de 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**b) Profils journaliers des concentrations en dioxyde d'azote**

Les graphiques ci-après réalisés à l'aide du logiciel de traitement statistique R, présentent le profil moyen journalier des concentrations mesurées au niveau de l'avenue Roger Dodin durant les deux périodes de mesure.

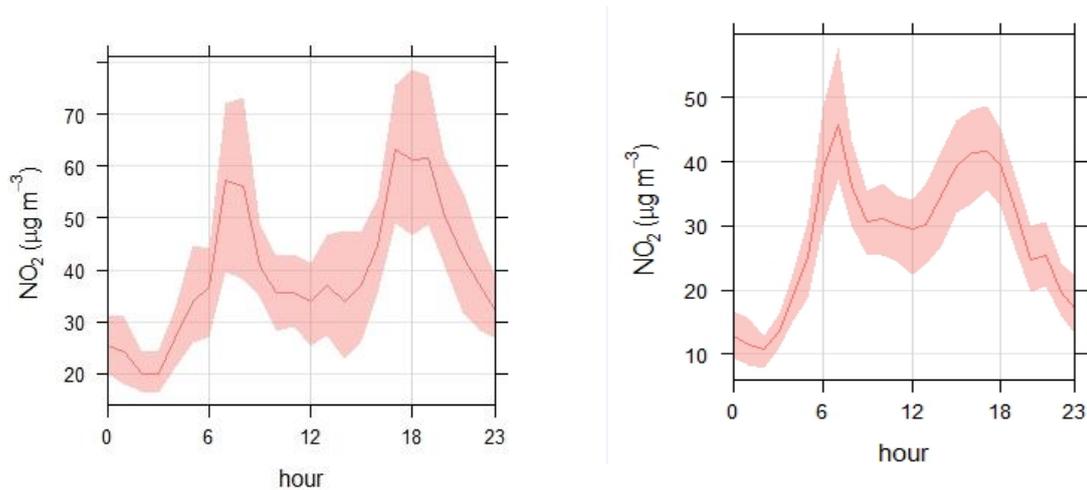


Figure 31 : Profil moyen journalier des concentrations en  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en campagne hiver à gauche et campagne été à droite – Avenue Roger Dodin - heure en TU (Locale -1h en hiver et Locale – 2 h en été)

Les profils mettent en évidence la présence de deux pics journaliers aux alentours de 8 heures et 19 heures (heure locale). Ces 2 maxima journaliers témoignent de la forte fréquentation de l'avenue aux heures de pointe. Comme constaté au niveau de la place de Bretagne, ce profil moyen journalier des concentrations en  $\text{NO}_2$  est habituellement rencontré sur les stations placées en zones urbaines dans des configurations trafic.

**c) Comparaison des niveaux relevés sur Roger Dodin avec les niveaux de fond urbain à Rennes**

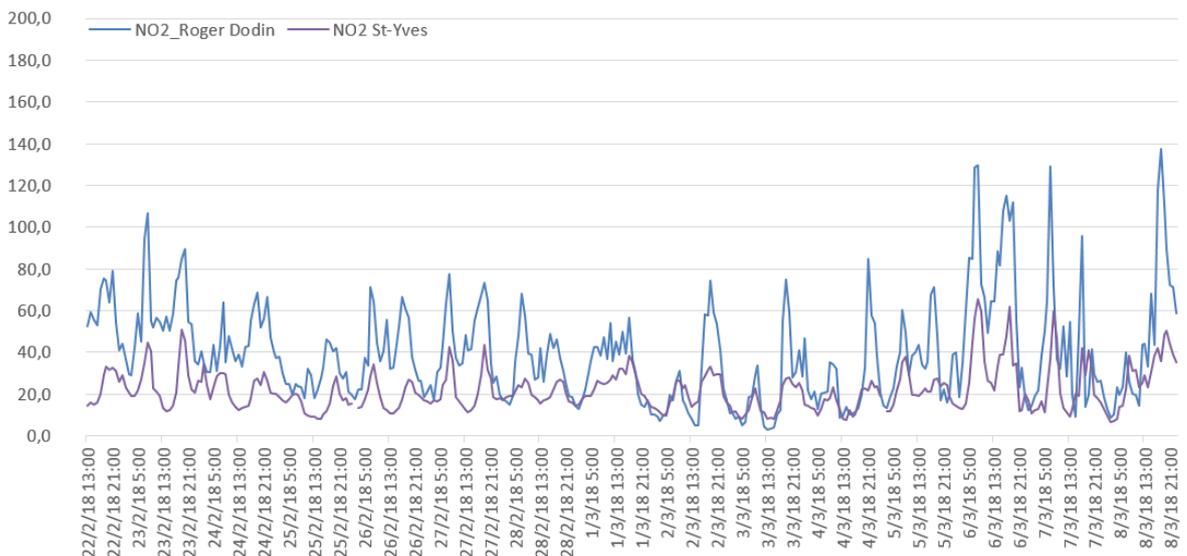


Figure 32: Evolution des concentrations horaires en  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Avenue Roger Dodin (trafic) et station urbaine de fond de Rennes Saint-Yves – en campagne hivernale

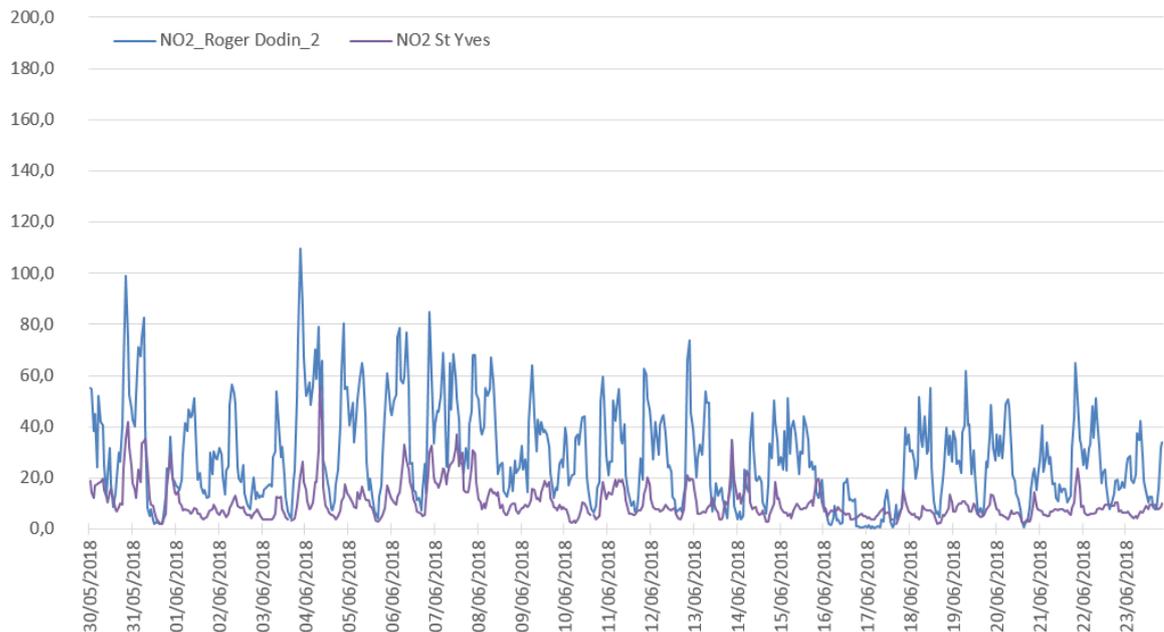


Figure 33: Evolution des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) Avenue Roger Dodin (trafic) et station urbaine de fond de Rennes Saint-Yves – en campagne estivale

Comme constaté sur le secteur Place de Bretagne, le niveau de fond évolue globalement de la même manière que les mesures au niveau de la cabine en typologie trafic. Les niveaux mesurés sont bien plus importants sur la cabine de mesure Avenue Roger Dodin témoignant de l'influence trafic qui s'ajoute donc au niveau de fond.

d) Situation des niveaux relevés sur l'avenue Roger Dodin par rapport aux 2 stations urbaines trafic de Rennes

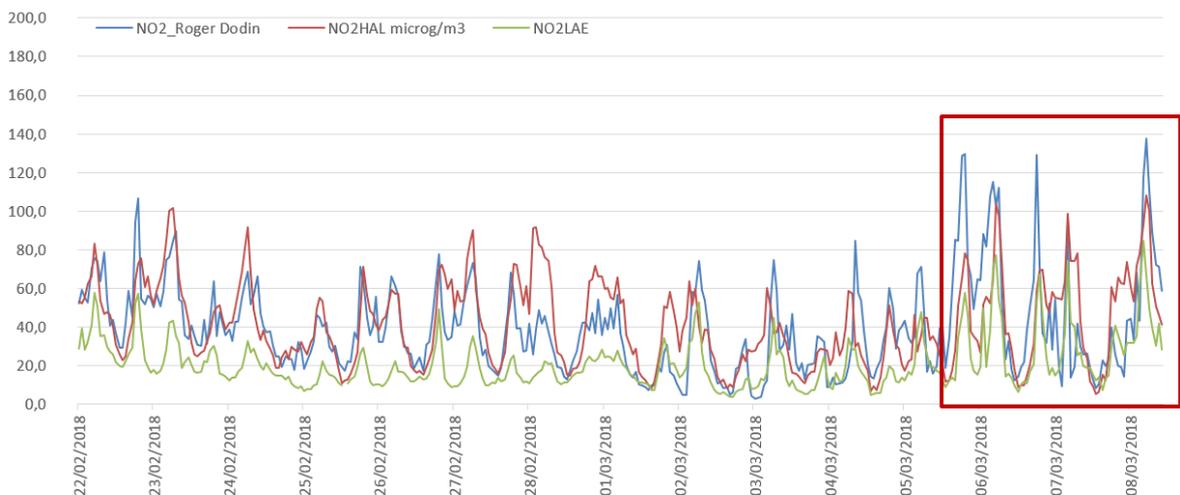


Figure 34: Evolution des concentrations horaires en dioxyde d'azote avenue Roger Dodin, et stations trafic de Rennes les Halles (HAL) et Laënnec(LAE) – en campagne hivernale

En campagne hivernale, les niveaux mesurés sur l'avenue Roger Dodin sont légèrement inférieurs à ceux mesurés au niveau de la station trafic « les Halles », surtout pendant la 1<sup>ère</sup> semaine de mesure (du 22/02 au 01/03), bien que les niveaux soient plus élevés ponctuellement à Saint-Jacques (le 23/02 et le 04/03 par exemple).

**Ce constat est confirmé par la distribution statistique des données horaires (tableau 15). Sur les 3 stations, la valeur horaire maximale a été relevée sur le site avenue Roger Dodin.**

A partir du mardi 06/03, les niveaux sur les trois sites sont nettement plus forts comparés à la première semaine de mesure. Les concentrations enregistrées sur l'avenue Roger Dodin semblent être plus élevées que celles relevées au niveau des Halles sur les trois derniers jours de cette campagne de mesure (figure 35).

Afin de pouvoir expliquer ce constat, les conditions météorologiques ont été analysées sur toute la durée de la campagne de mesure. La météo a en effet une forte influence sur le brassage des masses d'air sur une échelle régionale mais aussi localement sur la dispersion des polluants.

Le graphique ci-après permet de relier l'évolution horaire des niveaux de NO<sub>2</sub> sur les 3 sites à celle des données de vents (la vitesse et la direction).

Nous remarquons que les vents sont particulièrement forts en début et milieu de campagne avec des valeurs moyennes dépassant régulièrement les 6 m/s (22 km/h) et atteignant même ponctuellement 11 m/s (40 km/h) le 03/03. Ces vents de forte intensité sont liés à la vague de froid amenée par un flux d'Est/Nord-Est, qui s'est abattue sur tout le territoire fin février/début mars de l'année 2018.

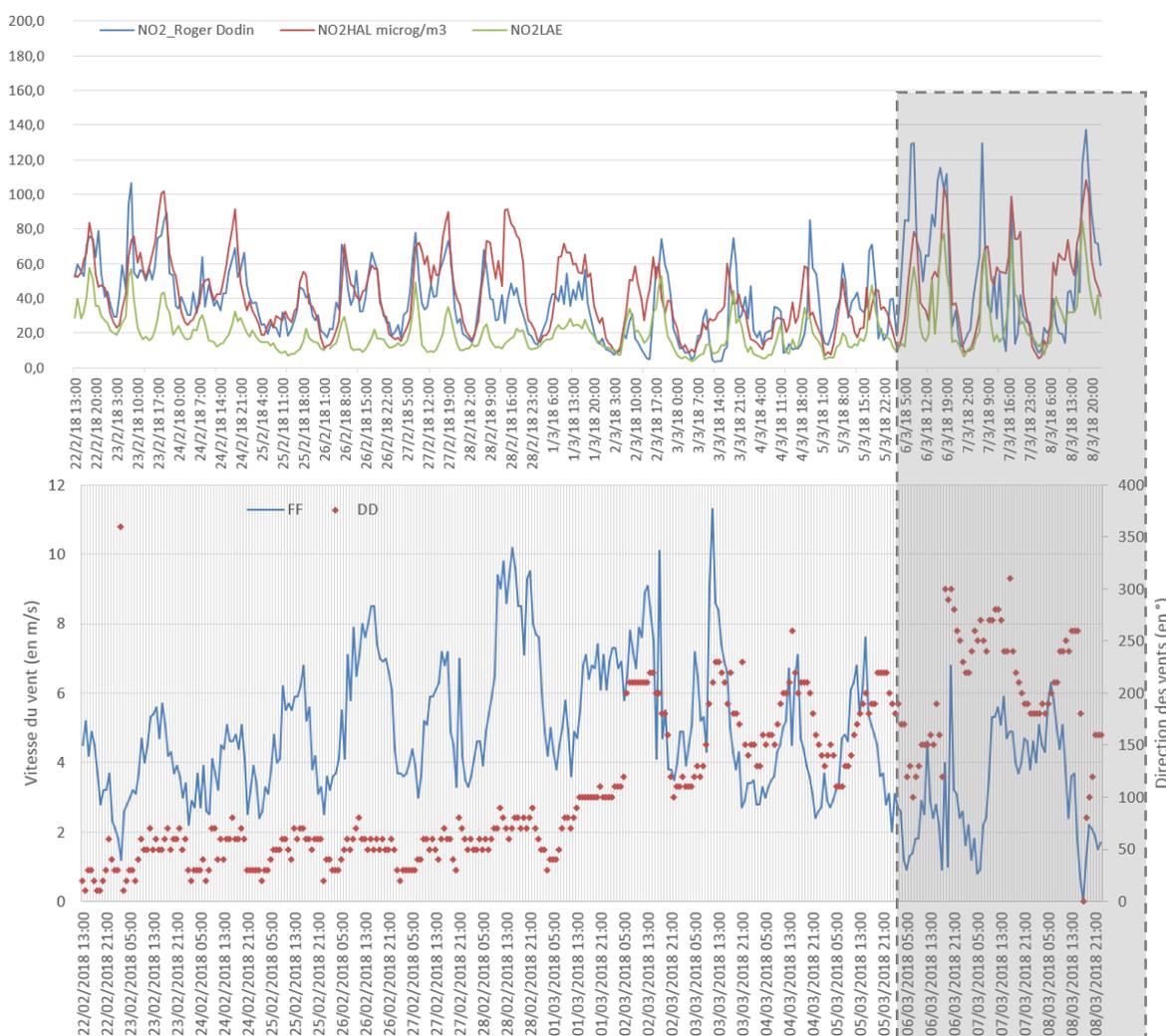


Figure 35: Analyse des concentrations en NO<sub>2</sub> mesurées et des données de vents (Vitesse (FF) et direction du vent (DV))

A l'inverse, l'intensité des vents est nettement plus faible en fin de campagne, notamment à partir du 06/03. Le zoom temporel réalisé sur la période du 06 au 08/03 où les niveaux sont plus élevés (figure 35) nous montre que l'augmentation des concentrations en dioxyde d'azote sur cette période est corrélée avec la baisse de l'intensité des vents généralement inférieure à 6 m/s en

moyenne. Cela traduit le fait que la vitesse du vent joue un rôle dispersif de l'atmosphère et donc des polluants dans l'air.

**Ainsi, l'augmentation des niveaux en dioxyde d'azote observée en fin de campagne sur ce site est liée à la baisse d'intensité des vents sur cette période qui a pu engendré une faible dispersion de ce polluant.**

En ce qui concerne la campagne estivale sur ce secteur, les concentrations mesurées sur l'avenue Roger Dodin sont légèrement plus élevées que celles enregistrées aux Halles, comme nous pouvons le voir sur la répartition statistique (Tableau 15 et figures 37 et 38). Toutefois, comparés à la campagne hivernale, ces niveaux s'avèrent proches entre eux.

A noter que le lundi 11/06, un pic de **128 µg/m<sup>3</sup>** a été enregistré aux Halles. Représentant la valeur la plus forte relevée sur toute la campagne, celui-ci pourrait être dû au fait même que la station se trouve en situation trafic. En effet, compte tenu des événements pouvant altérer la fluidité de la circulation (embouteillages, accrochages, etc.), ce type de pic ponctuel est habituellement rencontré sur les stations de typologie trafic.

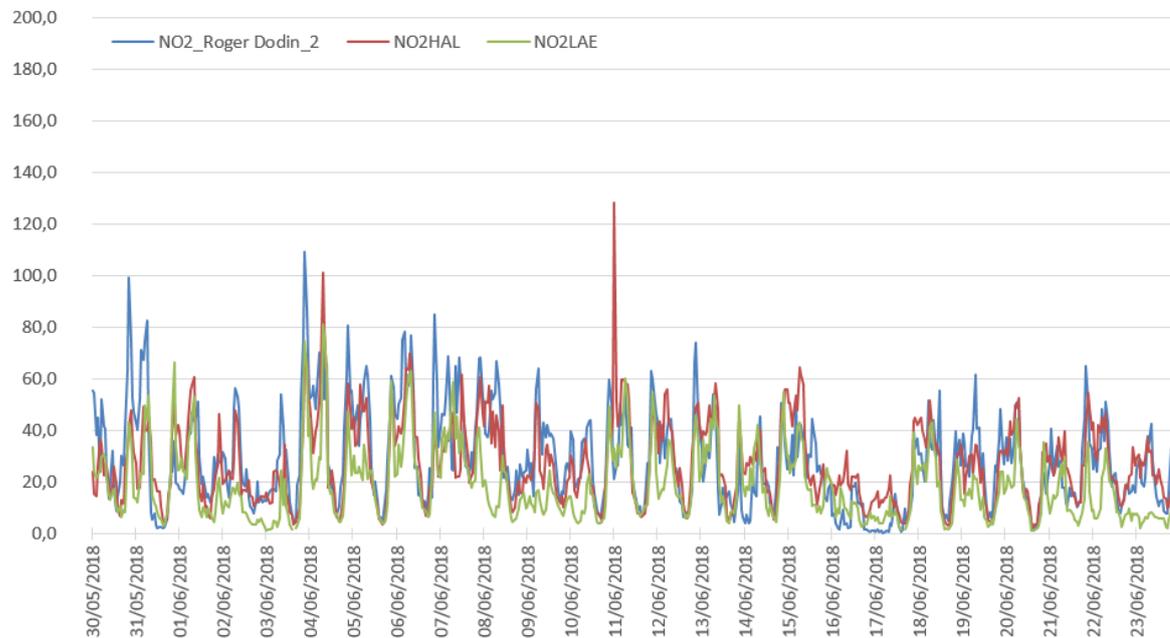


Figure 36: Evolution des concentrations horaires en dioxyde d'azote avenue Roger Dodin, et aux stations trafic de Rennes les Halles (HAL) et Laënnec (LAE) – en campagne 2

Tableau 15: Récapitulatif des données statistiques sur la base des concentrations horaires en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) pour les deux campagnes de mesure

Concentration NO <sub>2</sub> (en µg/m <sup>3</sup> )	Valeur de référence réglementaire	Avenue Roger Dodin	Rennes les Halles	Rennes Laënnec	Avenue Roger Dodin	Rennes les Halles	Rennes Laënnec
		Campagne 1 : du 22/02 au 08/03/2018			Campagne 2 : du 30/05 au 24/06/2018		
P25 (1er quartile)	Seuil d'information : 200 µg/m <sup>3</sup>	21,0	25,3	12,2	13,9	15,2	7,6
moyenne		39,7	41,8	21,0	28,3	27,1	18,3
P50 (médiane)		35,6	38,2	17,0	24,9	23,9	14,6
P75 (3ème quartile)		53,6	57,2	25,9	40,6	37,8	25,3
max		137,5	108,3	84,5	109,5	128,3	81,2

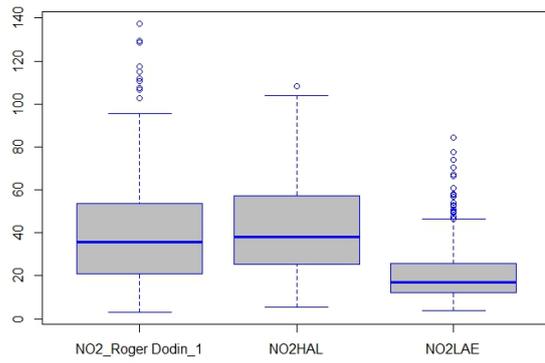


Figure 37: Graphique 'boxplot' des données horaires en dioxyde d'azote ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour les 3 sites en campagne hivernale

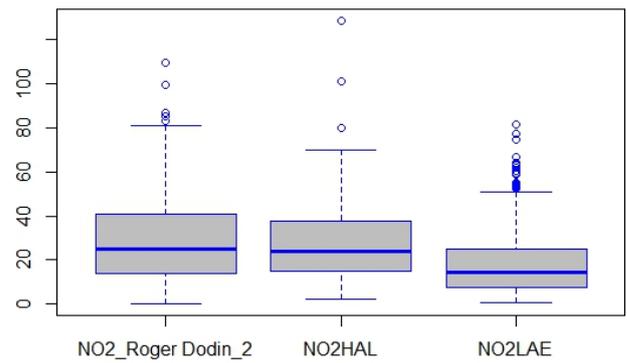


Figure 38: Graphique 'boxplot' des données horaires en dioxyde d'azote ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour les 3 sites en campagne estivale

## VI. Conclusions

Cette étude avait pour objectif d'établir un état initial de la qualité de l'air sur deux axes à fort trafic en configuration urbaine avant leur réaménagement. La mesure du dioxyde d'azote a été retenue puisque ce composé est considéré comme le meilleur traceur du trafic routier.

Cette étude permettra d'évaluer, dans le futur, l'impact de ces aménagements sur la qualité de l'air, via la réalisation d'une campagne après travaux.

La première campagne de mesure a eu lieu simultanément sur les deux secteurs Place de Bretagne et Avenue Roger Dodin du 08/02 au 08/03/2018. Il s'agit de la campagne hivernale.

La seconde campagne dite « estivale » s'est déroulée entre le 30/05 et le 27/06/2018 sur le secteur Avenue Roger Dodin. Le lancement des travaux d'aménagement sur la Place de Bretagne avant la réalisation de la campagne estivale a entraîné son annulation.

Les mesures ont été réalisées à l'aide de tubes à diffusion passive qui constituent le moyen le plus utilisé, à ce jour, pour étudier la répartition spatiale des polluants mais aussi à l'aide d'un analyseur réglementé qui mesure en continu le dioxyde d'azote et qui permet ainsi de caractériser la variabilité temporelle des niveaux de NO<sub>2</sub>.

La mesure via les tubes passifs a permis de cartographier les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> relevées sur chacun des secteurs pendant les périodes de l'étude.

Nos observations à l'issue de cette étude sont les suivantes.

### **1. Secteur Place de Bretagne :**

**D'après les résultats déterminés via la mesure par les tubes passifs, les concentrations moyennes annuelles estimées sont comprises entre 17 et 37 µg/m<sup>3</sup>. La concentration la plus élevée est légèrement inférieure au seuil réglementaire de 40 µg/m<sup>3</sup>.**

**D'une manière générale, les résultats démontrent l'impact de l'axe routier sur les niveaux de NO<sub>2</sub> sur les points situés à proximité immédiate des voies (rive Ouest). La rive Est de la place, séparée de l'axe routier par un espace piétonnier présente des niveaux bien inférieurs à ceux de la rive opposée.**

**Au vu de ces observations, il est fort probable que l'aménagement prévu, qui consistera à transformer une voie de circulation voiture en voie réservée au vélo, contribue à diminuer les niveaux de dioxyde d'azote côté Est de la place. Notre interrogation porte sur l'évolution des niveaux les plus élevés côté Ouest.**

**Le point témoin et le collège enregistrent des niveaux moyens proches du niveau de fond urbain habituellement mesuré dans les zones urbaines.**

**D'autre part, les résultats des mesures en continu ont mis en évidence que les niveaux relevés sur les 2 semaines de mesure ne dépassent pas la valeur limite horaire fixée pour le dioxyde d'azote bien que les niveaux soient plus élevés que les concentrations des stations trafic « les Halles » et « Laënnec » du réseau d'Air Breizh, en raison d'un trafic sensiblement plus élevé.**

### **2. Secteur Roger Dodin :**

**Les concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub>, relevées sur ce secteur, sont comprises entre 12 et 52 µg/m<sup>3</sup>.**

**Les niveaux les plus forts sont relevés sur les 4 sites positionnés en typologie urbaine trafic (entre 28 et 52 µg/m<sup>3</sup>) à une dizaine de mètres des immeubles les plus proches de la voie.**

**L'importante différence entre les niveaux observés sur les sites trafic s'explique par différents facteurs comme la proximité de carrefour, de rond-point, l'environnement**

immédiat du point et notamment la proximité d'immeubles qui limitent la dispersion des polluants.

Deux points présentent des concentrations supérieures à la valeur limite réglementaire : le point 6, situé en bordure de voie avec une moyenne annuelle de  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et le point 11, situé dans une configuration similaire plus en aval, avec une concentration de  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ces observations témoignent de la sensibilité de ce secteur présentant des immeubles situés à proximité immédiate de la voie (de l'ordre de 5 m), associés à un niveau de trafic important.

Les points en typologie urbaine de fond possèdent quant à eux des concentrations moyennes plus faibles (entre  $14$  et  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) par rapport aux sites « trafic ». Les deux points au voisinage d'établissements sensibles présentent des concentrations conformes aux niveaux de fond habituels enregistrés dans les agglomérations.

Les résultats sur ce secteur montrent que les niveaux baissent d'une manière significative en s'éloignant de l'avenue Roger Dodin (les niveaux de fond sont atteints dès 45 mètres des voies).

Concernant les mesures en continu, à l'image du premier secteur de l'étude, aucun dépassement de la valeur limite horaire fixée à  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  n'a été constaté sur cette zone d'étude, pour les deux périodes de mesure. Les niveaux sont proches de ceux mesurés sur la station trafic des Halles.

#### **Perspectives :**

Cette étude a permis d'identifier les zones affectées par la pollution de l'air au sein des deux secteurs qui vont se trouver modifiés par des travaux d'aménagement.

La réalisation d'une campagne de mesure après travaux, sur la base d'un protocole identique, permettra de quantifier leur impact sur les niveaux de dioxyde d'azote et ce notamment au niveau des points les sensibles identifiés.



Annexe I : Résultats bruts des prélèvements de Dioxyde  
d'azote par tube passif

## Secteur Place de Bretagne

*Résultats des concentrations en NO2 (en µg/m3, à 20°C et 1013 hPa)*

Pt prélèvement	du 8/02 au 15/02/18	du 15/02 au 22/02/18	du 22/02 au 01/03/18	du 01/03 au 8/03/18	Moyenne campagne hivernale
Point 1	53	44	35	49	45
Point 2	60	49	29	74	53
Point 3	48	54	31	40	43
Point 4	30	36	35	28	32
Point 5	30	39	34	30	33
Point 6	32	38	30	29	32
Point 7	33	37	27	45	36
Point 8	48	44	28	47	42
Point 9	44	48	35	40	42
Point 10	30	30	26		28
Point 11	36	49	47	34	42
Point témoin	23	28	24		25

## Secteur Roger Dodin

*Résultats des concentrations en NO2 (en µg/m3, à 20°C et 1013 hPa)*

Pt prélèvement	du 8/02 au 15/02/18	du 15/02 au 22/02/18	du 22/02 au 01/03/18	du 01/03 au 8/03/18	Moyenne campagne hivernale
Pt 1	38	36	29	40	36
Pt 2	30	39	33	27	32
Pt 3	17	22	22	18	20
Pt 4	22	26	25	19	23
Pt 5	24	32	20	17	23
Pt 6	58	60	41	47	51
Pt 7	20	27	19	15	20
Pt 8	19	25	20		22
Pt 9	18	26	23	16	21
Pt 10	20	23	16	14	18
Pt 11	61	53	41	59	53
Pt 12	20	24	19	18	20
Pt 13	19	23	18	15	19
Pt témoin	13	17	15	11	14

*Résultats des concentrations en NO2 (en µg/m3, à 20°C et 1013 hPa)*

Pt prélèvement	du 30/05 au 06/06/18	du 06/06 au 13/06/18	du 13/06 au 20/06/18	du 20/06 au 27/06/18	Moyenne campagne estivale
Pt 1	26	24	18	19	22
Pt 2	26	28	17	26	24
Pt 3	14	15	8	14	13
Pt 4	12	15	9	10	12
Pt 5	16	19	17	12	16
Pt 6	54	56	54	49	53
Pt 7	15	17	11	10	13
Pt 8	12	16	8	12	12
Pt 9	14	16	8	13	13
Pt 10	12	12	10	8	11
Pt 11	46	41	39	31	39
Pt 12	13	15	10	10	12
Pt 13	13	14	9	10	12
Pt témoin	x	15	8	9	11