

Projet Tram'Bus Pays Basque

**Etude de la qualité de l'air avant/après aménagements
routiers liés au Tram'Bus à Tarnos**

Rapport complet

Période de mesure : du 25/09 au 23/10/2018 et du 05/09 et le 06/10/2021

Commune et département d'étude : Tarnos, Landes (40)

Référence : URB_EXT_18_259

Version du : 22/11/2021

Auteur(s) : Emilie PALKA
Contact Atmo Nouvelle-Aquitaine :
E-mail : contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

Titre : Projet Tram'Bus Pays Basque - Etude de la qualité de l'air avant/après aménagements routiers liés au Tram'Bus à Tarnos – Rapport complet

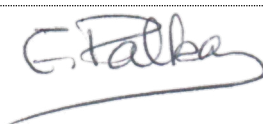
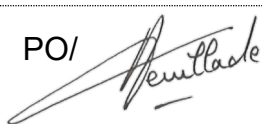
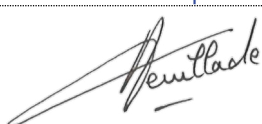
Reference : URB_EXT_18_259

Version : du 22/11/2021

Délivré à : Syndicat des mobilités Pays Basque – Adour

Selon offre n° : URB_EXT_18_259 du 02/08/2018

Nombre de pages : 30 (couverture comprise)

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Emilie PALKA	Cyril HUE	Rémi FEUILLADE
Qualité	Ingénieure d'études	Responsable du Service Etudes	Directeur délégué Production & Exploitation
Visa		PO/ 	

Conditions d'utilisation

Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet (www.atmo-nouvelleaquitaine.org)
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association.
- en cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 6 mois à partir de leur date de parution
- toute utilisation de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport.

Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aura pas donnée d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas prises en compte lors de comparaison à un seuil réglementaire

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- depuis le [formulaire de contact](#) de notre site Web
- par mail : contact@atmo-na.org
- par téléphone : 09 84 200 100

Sommaire

1. Introduction et contexte	8
2. Polluants suivis et méthodes de mesure	8
2.1. Les oxydes d'azote (NOx)	8
2.2. Les particules	9
2.3. Black Carbon	10
2.4. Méthodes de mesure	11
2.5. Moyens de mesure	11
3. Règlementation	13
4. Dispositif de mesures	14
4.1. Stratégie spatiale	14
4.2. Stratégie temporelle	15
5. Conditions environnementales	15
5.1. Campagne « avant travaux »	15
5.2. Campagne « après travaux »	16
6. Présentation des résultats de prélèvements et analyses	17
6.1. Mesures automatiques	17
6.1.1. Particules en suspension PM10	18
6.1.1. Dioxyde d'azote NO ₂	21
6.2. Mesures du NO ₂ par tubes passifs	25
7. Conclusion	27

Annexes

Annexe 1 : Concentrations bi-hebdomadaires en dioxyde d'azote mesurées par tubes passifs	28
Annexe 2 : Bibliographie	29

Table des figures

Figure 1 : inventaire des émissions des NOx pour la Communauté d'agglomération Pays Basque.....	8
Figure 2 : inventaire des émissions des PM10 pour la Communauté d'agglomération Pays Basque	9
Figure 3 : laboratoire mobile installée pour la campagne « après travaux » du Tram'Bus.....	12
Figure 4 : tubes passifs NO ₂	12
Figure 5 : carte de situation générale des sites de mesures (à gauche) et zoom sur le secteur Garros (à droite)	15
Figure 6 : rose des vents moyenne à Biarritz-Anglet du 25/09 au 23/10/2018	15
Figure 7 : évolution de la température et des précipitations (données Météo France Biarritz-Anglet) du 25/09 au 23/10/2018	16
Figure 8 : rose des vents moyenne à Biarritz-Anglet du 05/09 au 06/10/2021	16
Figure 9 : évolution de la température et des précipitations (données Météo France Biarritz-Anglet) du 05/09 au 06/10/2021	17
Figure 10 : carte de localisation des stations fixes et du site de l'étude	18
Figure 11 : boxplot des concentrations en PM10 (en moyenne journalière) pendant les deux campagnes.....	19
Figure 12 : évolution temporelle des concentrations en PM10 pendant la campagne « avant travaux » (moyennes journalières).....	19
Figure 13 : évolution temporelle des concentrations en PM10 pendant la campagne « après travaux » (moyennes journalières).....	19
Figure 14 : évolution horaire des concentrations en PM10 sur le site Garros et contribution du fuel fossile et de la combustion de biomasse, pendant la campagne « avant travaux ».....	20
Figure 15 : évolution horaire des concentrations en PM10 sur le site Garros et contribution du fuel fossile et de la combustion de biomasse, pendant la campagne « après travaux ».....	21
Figure 16 : boxplot des concentrations en NO ₂ (en moyenne journalière) pendant les deux campagnes.....	22
Figure 17 : évolution temporelle des concentrations en NO ₂ pendant la campagne « avant travaux » (moyennes horaires).....	22
Figure 18 : évolution temporelle des concentrations en NO ₂ pendant la campagne « avant travaux » (moyennes horaires).....	23
Figure 19 : évolution des concentrations en NO ₂ pendant la campagne « avant travaux » (moyennes journalières)	23
Figure 20 : évolution des concentrations en NO ₂ pendant la campagne « après travaux » (moyennes journalières)	24
Figure 21 : évolution de la concentration moyenne horaire en NO ₂ en heures UTC pendant la campagne « avant travaux »	24
Figure 22 : évolution de la concentration moyenne horaire en NO ₂ en heures UTC pendant la campagne « après travaux »	25
Figure 23 : sites de prélèvements de NO ₂ par tubes passifs	25
Figure 24 : histogramme des concentrations en NO ₂ mesurées par tubes passifs pendant les deux campagnes	26

Table des tableaux

Tableau 1 : matériel et méthodes de mesure.....	11
Tableau 2 : valeurs de référence.....	13
Tableau 3 : évolution des seuils de référence OMS entre 2005 et 2021	14
Tableau 4 : synthèse des 5 sites de mesures (les coordonnées X et Y sont données en Lambert 93).....	14
Tableau 5 : taux de fonctionnement de l'analyseur de PM10 sur le site de Garros.....	18
Tableau 6 : concentrations en PM10 mesurées par analyseur automatique.....	18
Tableau 7 : taux de fonctionnement de l'analyseur de NO ₂ sur le site de Garros.....	21
Tableau 8 : concentrations en NO ₂ mesurées par analyseur automatique.....	22
Tableau 9 : concentrations bi-hebdomadaires en NO ₂ mesurées par tubes passifs pendant les deux campagnes.....	26

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

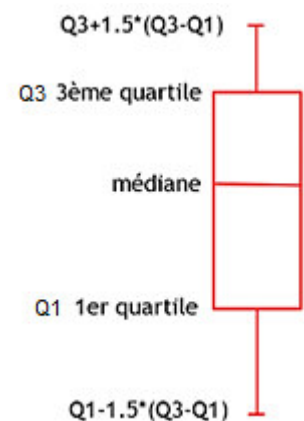
Objectif de qualité : un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

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

Station urbaine/périurbaine sous influence de fond : station de mesure fixe qui permet le suivi du niveau d'exposition de la majorité de la population aux phénomènes de pollution dits de « fond » dans les zones urbaines/périurbaines. Les mesures sont représentatives de l'air respiré par la majorité des habitants de ces zones.

Station sous influence trafic : station de mesure fixe implantée dans une zone représentative des niveaux de concentrations les plus élevés auxquels la population située à proximité d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée. Les mesures sont représentatives de l'exposition maximale sur les zones soumises à une forte circulation urbaine.

Boxplot (ou boîte à moustache) : La médiane est la valeur qui partage l'échantillon en deux : 50 % des concentrations sont inférieures à cette valeur et 50 % sont supérieures. Le 1er quartile indique qu'un quart, soit 25%, des concentrations mesurées sont inférieures à cette valeur. Trois quarts, soit 75%, des concentrations mesurées sont donc supérieures à cette même valeur. Le 3ème quartile indique que trois quarts, soit 75%, des concentrations mesurées sont inférieures à cette valeur et donc qu'un quart, soit 25%, sont supérieures à celle-ci.



Abréviations

- BC : Black Carbon
- COFRAC : Comité Français d'Accréditation
- OMS/WHO : Organisation Mondiale pour la Santé / World Health Organization

Résumé

Dans le but de répondre aux problématiques de sécurité routière, de nuisances sonores et de pollution atmosphérique, le Syndicat des Mobilités Pays Basque-Adour a mis en place un Tram'Bus, moyen de transport collectif électrique qui relie les villes de Bayonne, Anglet, Biarritz et Tarnos. Une des lignes du Tram'Bus passe notamment dans la commune de Tarnos. L'objectif de cette ligne de Tram'Bus est de réduire le nombre de véhicules qui traversent Tarnos chaque jour par la route départementale D810.

Pour faire un état des lieux de la qualité de l'air avant et après la mise en place du Tram'Bus, des mesures de NO₂ ont été réalisées par analyseur automatique et par tubes passifs, ainsi que des mesures de PM10 et de Black Carbon par analyseurs automatiques. Deux campagnes d'un mois ont eu lieu : en septembre-octobre 2018 et septembre-octobre 2021.

Les objectifs de cette étude sont d'évaluer la qualité de l'air avant et après la mise en place du Tram'Bus, d'observer l'évolution des concentrations des polluants atmosphériques entre ces deux périodes, de les comparer aux valeurs règlementaires et aux mesures relevées par 3 stations de référence du réseau fixe d'Atmo Nouvelle-Aquitaine.

Les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

Les concentrations en PM10 et NO₂ sont globalement plus faibles pendant la campagne de 2021 car il y a eu deux fois plus de précipitations à cette période que pendant la campagne 2018.

Pour les particules PM10, les concentrations mesurées sur le site « Garros » pendant les deux campagnes sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur la station de fond urbain « Bayonne Saint-Crouts », celle-ci présentant les concentrations les plus faibles parmi les trois stations de référence. Au vu des concentrations relevées pendant la période de mesure, il ne semble pas que la mise en service du Tram'Bus ait eu une influence sur les concentrations en particules PM10. A titre indicatif, la valeur limite de 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an n'a pas été atteinte sur le site « Garros ». La moyenne journalière recommandée par l'OMS de 45 µg/m³ a également été respectée. Avant et après l'installation du Tram'Bus, la contribution aux PM10 de la combustion de fuel fossile est prépondérante par rapport à celle de la combustion de la biomasse. Cette dernière n'est cependant pas négligeable.

Pour les mesures automatiques de dioxyde d'azote NO₂, les concentrations sont du même ordre de grandeur que la station de fond urbain « Bayonne Saint-Crouts », pendant la campagne « avant travaux ». Pendant la deuxième campagne, les concentrations sont légèrement plus faibles et se rapprochent de celles mesurées sur la station de fond périurbain « Biarritz-Hippodrome », cette dernière présentant les valeurs les plus faibles parmi les trois stations de référence. La mise en service du Tram'Bus a permis de diminuer les concentrations en NO₂ sur le site étudié. Le seuil de la valeur limite en moyenne horaire de 200 µg/m³ n'a pas été atteint. La ligne directrice de l'OMS de 25 µg/m³ en moyenne journalière a été dépassée sur le site « Garros » pendant 3 jours, lors de la première campagne. Les trois stations de référence dépassaient également ce seuil pendant ces 3 jours. Cette ligne directrice a été respectée lors de la campagne « après travaux ».

Les analyses par tubes passifs de NO₂ ont montré que les concentrations relevées après la mise en place du Tram'Bus sont inférieures à celles mesurées avant, sur tous les sites. Les sites qui présentent les concentrations les plus élevées sont les mêmes lors des deux campagnes : il s'agit des sites « Mairie Tarnos » et « D85 ».

1. Introduction et contexte

Afin de répondre aux problématiques de sécurité routière, de nuisances sonores et de pollution atmosphérique, le Syndicat des Mobilités Pays Basque-Adour a mis en place le projet Tram'Bus. Le Tram'Bus est un moyen de transport collectif électrique qui relie les villes de Bayonne, Anglet, Biarritz et Tarnos pour couvrir au total une distance d'environ 25 km. Une des lignes du Tram'Bus passe notamment dans la commune de Tarnos.

L'objectif de cette ligne de Tram'Bus est de réduire le nombre de véhicules qui traversent Tarnos chaque jour par la route départementale D810.

Des aménagements de voiries ont permis le passage du Tram'Bus sur des voies dédiées. Un parking relais a été aménagé à l'échangeur dans le quartier Garros, ainsi qu'un parking dédié au covoiturage.

Le trafic routier est une source importante de dioxyde d'azote (NO_2) et de particules. Cette étude a permis d'évaluer les niveaux en NO_2 et particules PM_{10} auxquels sont soumis les riverains dans le quartier Garros en proximité des départementales D810 et D85 à l'état initial (avant les travaux du Tram'Bus) puis après la mise en service du Tram'Bus. En complément, des mesures de Black Carbon ont différencié la part des PM_{10} provenant du trafic et celle provenant de la combustion de la biomasse.

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Evaluer la qualité de l'air avant et après la mise en place du Tram'Bus,
- Observer l'évolution des concentrations des polluants atmosphériques entre ces deux périodes,
- Comparer les concentrations mesurées aux valeurs réglementaires,
- Comparer les mesures avec des stations de référence du réseau fixe d'Atmo Nouvelle-Aquitaine.

2. Polluants suivis et méthodes de mesure

2.1. Les oxydes d'azote (NO_x)

Origines

Les oxydes d'azote désignent principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Le NO se forme lors de réactions de combustion à haute température, par combinaison du diazote et de l'oxygène atmosphérique. Il est ensuite oxydé en dioxyde d'azote (NO_2). Les sources principales sont les transports (routiers), l'industrie et l'agriculture.

Sur le territoire du Pays Basque, la majeure partie des émissions de NO_x provient du secteur routier (75 %).

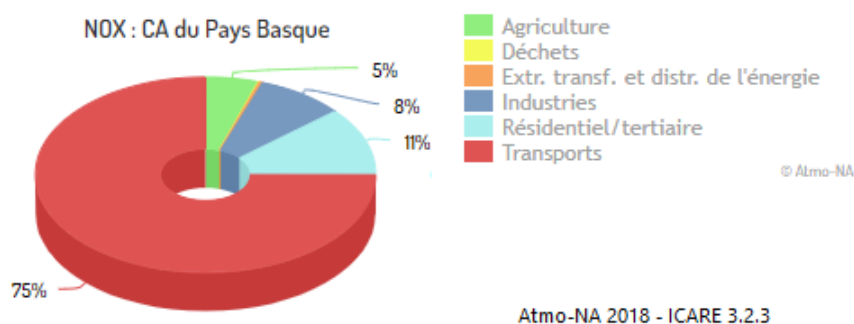


Figure 1 : inventaire des émissions des NO_x pour la Communauté d'agglomération Pays Basque

Effets sur la santé

Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO₂. On associe également une diminution de la fonction pulmonaire aux concentrations actuellement mesurées (ou observées) dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord.

Effets sur l'environnement

Le NO₂ participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont il est l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.

2.2. Les particules

Origines

Les sources de particules ou "aérosols" sont nombreuses et variées d'autant qu'il existe différents processus de formation. Les méthodes de classification des sources sont basées sur les origines (anthropiques, marines, biogéniques, volcaniques) ou sur les modes de formation. Deux types d'aérosols peuvent ainsi être distingués :

- Les aérosols primaires : émis directement dans l'atmosphère sous forme solide ou liquide. Les particules liées à l'activité humaine proviennent majoritairement de la combustion de combustibles pour le chauffage des particuliers, principalement biomasse, du transport automobile (échappement, usure, frottements...) ainsi que des activités agricoles (labourage des terres...) et industrielles très diverses (fonderies, verreries, silos céréaliers, incinération, exploitation de carrières, BTP...). Leur taille et leur composition sont très variables.
- Les aérosols secondaires : directement formés dans l'atmosphère par des processus de transformation des gaz en particules par exemple sulfates d'ammonium et nitrates d'ammonium. La majorité des particules organiques sont des aérosols secondaires.

Les particules atmosphériques présentent une très grande variabilité, en termes de composition chimique et de taille. Les particules sont classées en différentes catégories :

- Les particules grossières (TSP), composées principalement de poussière, de sel de mer, de pollen mais aussi d'autres sources diverses. La durée de vie est relativement courte puisqu'elles tombent rapidement par la sédimentation.
- Les particules en suspension (PM10), de diamètre inférieur à 10 µm
- Les particules fines (PM2,5), de diamètre inférieur à 2,5 µm.
- Les particules submicroniques (PM1), de diamètre inférieur à 1 µm
- Les particules ultrafines (PUF), définies comme l'ensemble des particules ayant un diamètre aérodynamique égal ou inférieur à 100 nm (0,1 µm).

D'après l'inventaire des émissions, dans la Communauté d'Agglomération du Pays Basque la majeure partie des émissions primaires de PM10 provient du secteur résidentiel/tertiaire (42 %) et de l'agriculture (28 %).

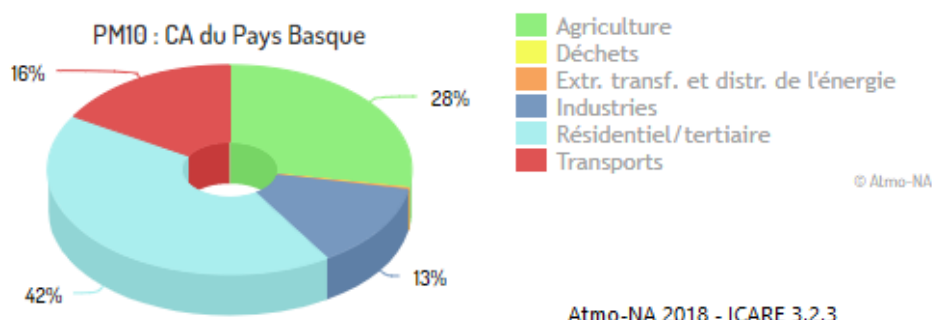


Figure 2 : inventaire des émissions des PM10 pour la Communauté d'agglomération Pays Basque

Effets sur la santé

Selon leur taille (granulométrie), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les plus grosses sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes : c'est le cas de celles qui véhiculent certains Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Effets sur l'environnement

Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.

2.3. Black Carbon

La combustion de matière carbonée (gaz, pétrole, charbon et biomasse) émet de nombreux polluants atmosphériques gazeux ou particulaires. Une grande partie de ces aérosols carbonés, dont le carbone suie appelé « Black Carbon » (BC), absorbent la lumière. Ce composé est un traceur primaire issu exclusivement d'une combustion incomplète de ces combustibles carbonés. Il est également inerte dans l'atmosphère et peut ainsi parcourir de très longues distances (Bodhaine, 1995; Hansen et al., 1989; Sciare et al., 2009).

L'aéthalomètre modèle AE33 permet de déconvoluer deux sources de BC par mesure optique grâce à l'utilisation des caractéristiques d'absorption de ces sources de combustion : la combustion de la biomasse (wb) et les sources de combustion de fuel fossile (ff), toutes deux émettrices de BC (Favez et al., 2010; Herich et al., 2011; Sandradewi et al., 2008b, 2008a). En effet, les aérosols provenant majoritairement de la combustion de biomasse, aussi appelés « Brown Carbon », sont constitués de certaines molécules organiques absorbant les longueurs d'onde proches de l'ultraviolet (400 nm) (Kocbach et al., 2006; Sun et al., 2007), tandis que les aérosols provenant de combustions fossiles, purement graphitiques, absorbent dans le proche infrarouge (850 - 900 nm) (Kirchstetter et al., 2004).

La concentration totale en Black Carbon est alors donnée suivant l'expression :

$$BC = BC_{ff} + BC_{wb}$$

où BC est la concentration en Black Carbon total (mesurée à 880 nm), BC_{ff} est la concentration en BC issu de la combustion de fuel fossile (essentiellement du trafic routier) et BC_{wb} est la concentration en BC issu de la combustion de la biomasse (chauffage au bois, brûlage de déchets verts et feux de forêt).

Il est non seulement important de connaître la contribution de ces deux sources sur la concentration en BC mais également leur contribution sur la masse des PM_{10} .

Des études, précédemment menées, ont montré qu'il était possible d'estimer un ratio permettant de passer d'une concentration en BC à une concentration en PM_{10} des deux sources de combustion identifiées par l'aéthalomètre (Chevrier, 2016; LCSQA, 2015).

Pour la combustion de fuel fossile, l'expression suivante est utilisée quel que soit le site de mesure (El Haddad et al., 2009; Laschober et al., 2004) :

$$PM_{ff} = 2 \times BC_{ff}$$

Pour la combustion de la biomasse, il a été montré qu'un ratio unique ne pouvait être utilisé pour l'ensemble des sites de mesure. En effet, il varie suivant les caractéristiques des sites. En utilisant la méthodologie donnée par le LCSQA en 2015, basée sur l'utilisation des concentrations en lévoglucosan, traceur organique univoque de la combustion de la biomasse, il est possible de déterminer des ratios spécifiques. Afin d'avoir une meilleure fiabilité pour ces ratios, la prise en compte de plusieurs hivers est recommandée. Ce travail d'estimation des ratios est en cours à Atmo Nouvelle-Aquitaine et ils seront effectifs suite à l'hiver 2019/2020.

Jusqu'à maintenant, un ratio unique est utilisé pour tous les sites de Nouvelle-Aquitaine :

$$PM_{wb} = 10 \times BC_{wb}$$


Les valeurs de PM_{ff} et PM_{wb} doivent être vues comme des ordres de grandeurs entachés d'une forte incertitude associée aux coefficients de conversion moyens utilisés. Elles permettent néanmoins d'appréhender de manière plus concrète la contribution des sources de combustion aux concentrations de particules présentes dans l'air.

Il est non seulement important de connaître la contribution de ces deux sources sur la concentration en BC mais également leur contribution sur la masse des $PM_{2,5}$.

Des études, précédemment menées, ont montré qu'il était possible d'estimer un ratio permettant de passer d'une concentration en BC à une concentration en $PM_{2,5}$ des deux sources de combustion identifiées par l'aethalomètre. Ainsi, une concentration en $PM_{wood\ burning}$ et une concentration en $PM_{fossil\ fuel}$ peuvent finalement être calculées.

2.4. Méthodes de mesure

Mesures automatiques

Caractéristique mesurée	Matériel	Référence et / ou principe de la méthode	Accréditation
Concentration en oxydes d'azote (NOx)	Analyseurs automatiques	NF EN 14211 - Dosage du dioxyde d'azote et du monoxyde d'azote par chimiluminescence	 ACCREDITATION COFRAC N° 1-6354* Portée disponible sur www.cofrac.fr
Concentration en particules		NF EN 16450 - Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM10 ; PM2.5)	
Concentration en Black Carbon		Mesure via un aethalomètre : Atténuation de l'intensité d'un faisceau lumineux à travers un échantillon de poussières déposées sur filtre	Pas d'accréditation

Mesures par prélèvement suivi d'une analyse chimique

Caractéristique mesurée	Matériel	Référence et / ou principe de la méthode de prélèvement	Référence et / ou principe de la méthode d'analyse
Concentration en dioxydes d'azote (NO ₂)	Préleveur	NF EN 16339 - Méthode pour la détermination de la concentration du dioxyde d'azote au moyen d'échantillonneurs par diffusion	

Tableau 1 : matériel et méthodes de mesure

* Les avis et interprétations ne sont pas couverts par l'accréditation COFRAC d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. Toute utilisation des données d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, couvertes par l'accréditation doit faire mention : "Ces essais ont été réalisés par Atmo Nouvelle-Aquitaine – Accréditation n°1-6354, portée disponible sous www.cofrac.fr"

2.5. Moyens de mesure

Dans le cadre de cette étude, plusieurs moyens de mesures pourront être déployés.

Analyseurs automatiques

Pour les mesures en air ambiant, les oxydes d'azote (NOx) ainsi que les particules PM10 sont mesurées par des analyseurs automatiques qui donnent des résultats en continu. Un aethalomètre modèle AE33 a également été déployé dans le cadre de cette étude. Cet analyseur spécifique permet de distinguer et quantifier en continu

deux sources de particules : la fraction issue de la combustion de biomasse et celle issue de combustions fossiles assimilées ici au trafic routier.

Ces analyseurs automatiques sont installés dans un laboratoire mobile et raccordés électriquement pour la durée des mesures.



Figure 3 : laboratoire mobile installée pour la campagne « après travaux » du Tram'Bus

Tubes à diffusion passive

Le NO_2 est mesuré au moyen de tubes à diffusion passive (type Gradko).

L'échantillonnage du gaz polluant s'effectue par diffusion à travers une membrane poreuse (cylindre diffusif) jusqu'à une surface de piégeage (cartouche d'adsorbant). Cet échantillonnage n'implique aucun mouvement actif de l'air. Quand l'échantillonneur passif (tube à diffusion) est exposé, un gradient de concentration s'établit entre l'air à l'extérieur du tube et l'air en contact avec la surface de l'adsorbant. Ce différentiel de concentration va entraîner une diffusion des composés polluants à travers la membrane poreuse, de la zone la plus concentrée en polluants (air ambiant) vers la surface de l'adsorbant (cartouche) où ils sont captés et accumulés.

Les échantillonneurs passifs sont installés en air ambiant dans des boîtes de protection contre les intempéries. Ces boîtes sont accrochées en hauteur sur des gouttières, poteaux électriques ou lampadaires dégagés de tout obstacle.

L'échantillonneur passif est exposé à l'air pour une durée définie (1 ou 2 semaines selon les composés). Les résultats sont donc donnés en moyenne hebdomadaire ou bi-hebdomadaire, ce qui permet de caractériser le niveau de pollution de fond d'une zone.



Figure 4 : tubes passifs NO_2

3. Règlementation

Les valeurs réglementaires sont définies au niveau européen dans des directives puis déclinées en droit français par des décrets et des arrêtés.

- **Valeur limite** : un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble,
- **Objectif de qualité** : un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
- **Valeur cible** : un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
- **Lignes directrices OMS** : présentent des recommandations d'ordre général concernant les valeurs seuils des principaux polluants de l'air qui posent des risques de santé. Ces lignes directrices sont applicables dans le monde entier et se fondent sur l'analyse par des experts de données scientifiques contemporaines récoltées dans toutes les Régions de l'OMS.

Ces lignes directrices ont été mises à jour par l'OMS en 2021. Les concentrations mesurées lors de cette étude seront comparées à ces nouvelles valeurs. L'évolution entre les seuils publiés en 2005 et ceux publiés en 2021, pour les polluants de l'étude, sont présentées dans le tableau 3.

Le tableau suivant regroupe les seuils pour chaque polluant surveillé au cours de cette étude :

REGLEMENTATION AIR EXTERIEUR				
Polluants	Lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) -2021	Valeurs réglementaires en air extérieur en vigueur Décrets N°98-360, 2002-2113, 2003-1479, 2007-1479, 2008-1152, 2010-1250 Directives 2004/107/CE et 2008/50/CE		
		Valeurs limites	Valeurs cibles (en moyenne annuelle)	Objectifs de qualité (en moyenne annuelle)
Dioxyde d'azote (NO₂)	<p>10 µg/m³ en moyenne annuelle</p> <p>25 µg/m³ en moyenne journalière</p>	<p>40 µg/m³ en moyenne annuelle</p> <p>200 µg/m³ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures/an</p>	-	40 µg/m³
Particules en suspension (PM10)	<p>15 µg/m³ en moyenne annuelle</p> <p>45 µg/m³ en moyenne journalière</p>	<p>40 µg/m³ en moyenne annuelle</p> <p>50 µg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours/an</p>	-	30 µg/m³

Tableau 2 : valeurs de référence

Le tableau suivant présente l'évolution entre les seuils publiés par l'OMS en 2005 et ceux publiés en 2021, pour les polluants de l'étude :

Polluant	Ligne directrice OMS - 2005	Ligne directrice OMS - 2021
Dioxyde d'azote (NO₂)	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	10 µg/m ³ en moyenne annuelle 25 µg/m ³ en moyenne journalière
Particules en suspension (PM10)	20 µg/m ³ en moyenne annuelle 50 µg/m ³ en moyenne journalière	15 µg/m ³ en moyenne annuelle 45 µg/m ³ en moyenne journalière

Tableau 3 : évolution des seuils de référence OMS entre 2005 et 2021

4. Dispositif de mesures

4.1. Stratégie spatiale

Les sites ont été choisis en fonction de leur proximité avec la ligne du Tram'Bus et les parkings aménagés autour de l'intersection du quartier Garros mais également en fonction des zones habitées alentours. Le but est de caractériser la qualité de l'air à laquelle sont exposés les riverains.

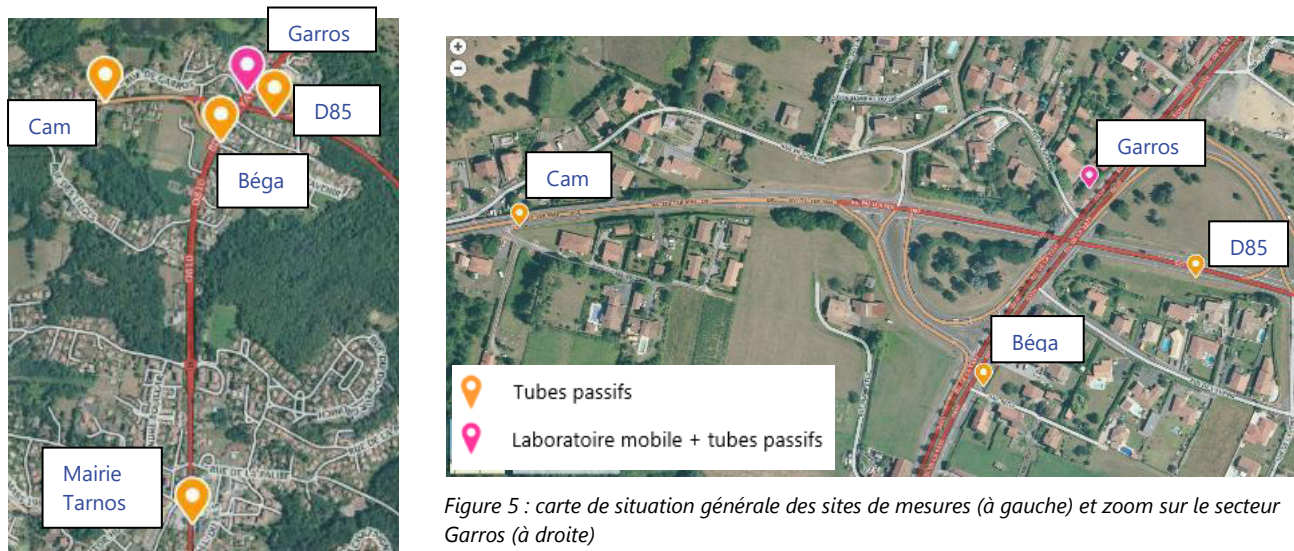
Le laboratoire mobile est installé à moins de 10 mètres de la départementale, il permet ainsi de caractériser la pollution liée au trafic.

Cinq sites de mesures ont été investigués par tubes à diffusion passive et un site a accueilli le laboratoire mobile. Les caractéristiques des différents sites sont présentées dans le tableau suivant.

N° site	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
Nom du site	Garros	Mairie	Béga	Cam	D85
Localisation	A côté du n°46 D810	Mairie de Tarnos, 13-15 bd J. Duclos	Intersection de imp. Béga et D810	Intersection de rue Cam et D85	Le long de la D85 en contrebas de la rue de l'Avenir
Coordonnée X	339883.43	339520.55	339680.75	339324.73	339851.15
Coordonnée Y	6282907.44	6281448.71	6282642.15	6282783.52	6282714.45
Matériel installé	Analyseurs automatiques + tubes passifs	Tubes passifs			
Polluants mesurés	NO ₂ + PM10 + Black Carbon	NO ₂			

Tableau 4 : synthèse des 5 sites de mesures (les coordonnées X et Y sont données en Lambert 93)

La localisation des différents sites de mesures est représentée sur les figures suivantes :



4.2. Stratégie temporelle

La campagne « avant travaux » a eu lieu entre le 25/09 et le 13/10/18. La campagne « après travaux » s'est déroulée entre le 05/09 et le 06/10/2021.

Les analyseurs automatiques de PM10 et NOx ont effectué des mesures pendant une durée de 1 mois pour chaque campagne.

Les tubes passifs ont été exposés sur les 5 sites pendant deux périodes consécutives de 15 jours, pour chaque campagne.

5. Conditions environnementales

5.1. Campagne « avant travaux »

La rose des vents ci-dessous est construite à partir des données météorologiques de Météo France de la station Biarritz-Anglet, pendant la période « avant travaux ».

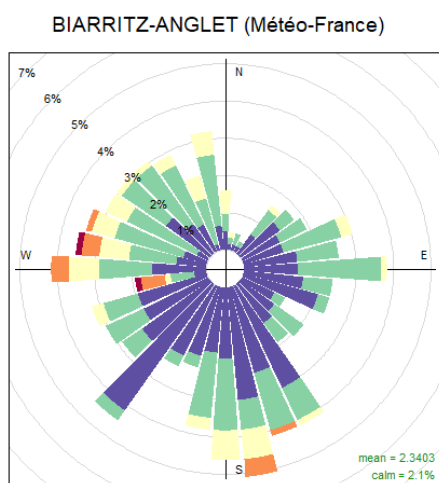


Figure 6 : rose des vents moyenne à Biarritz-Anglet du 25/09 au 23/10/2018

Rose des vents : une rose des vents est une figure représentant la fréquence des directions d'où vient le vent durant une période donnée, aux points cardinaux (Nord, Est, Sud et Ouest) et aux directions intermédiaires. En dessous de 1 m/s on parle de vents faibles. Ces vents ne sont pas pris en compte dans les roses des vents présentées dans ce rapport car leur direction n'est pas bien établie.

Sur la période du 25/09 au 23/10/2018, les vents dominants provenaient majoritairement des secteurs entre l'Ouest et le Nord, entre le Nord-Est et l'Est et entre le Sud-Est et le Sud-Sud-Ouest (sens de rotation horaire).

Les températures et précipitations mesurées sur la station Biarritz-Anglet de Météo-France, pendant la campagne de mesure hivernale, sont présentées ci-dessous.

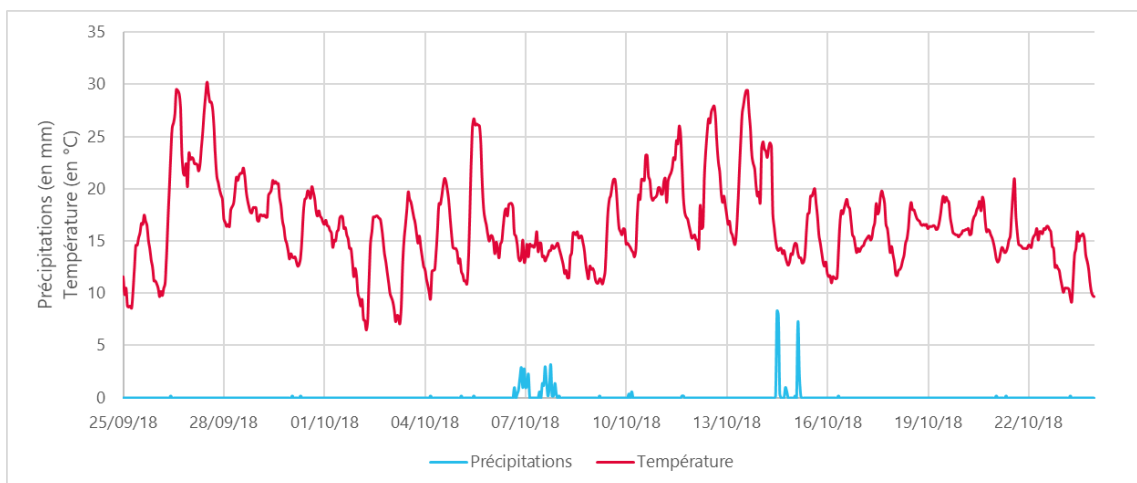


Figure 7 : évolution de la température et des précipitations (données Météo France Biarritz-Anglet) du 25/09 au 23/10/2018

Pendant la période de mesure, la température moyenne a été de 17°C. Les températures minimales et maximales atteintes ont été respectivement de 7°C et de 30°C. Le cumul des précipitations a été de 62 mm.

5.2. Campagne « après travaux »

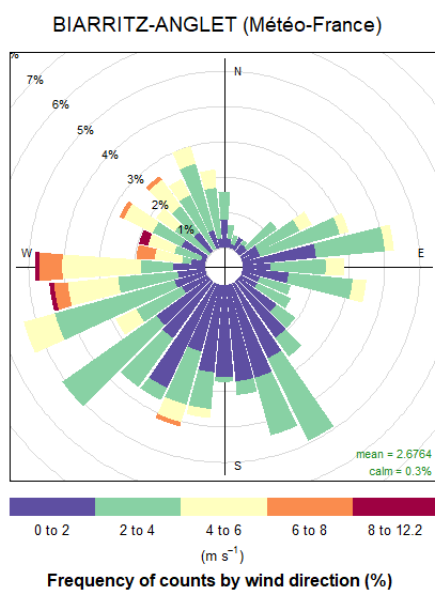


Figure 8 : rose des vents moyenne à Biarritz-Anglet du 05/09 au 06/10/2021

La rose des vents ci-contre est construite à partir des données météorologiques de Météo France de la station Biarritz-Anglet, pendant la période « après travaux ».

Sur la période du 05/09 au 06/10/2021, les vents dominants provenaient majoritairement des secteurs entre le Nord-Est et l'Est-Sud-Est et entre le Sud-Sud-Est et l'Ouest (sens de rotation horaire).

Les températures et précipitations mesurées sur la station Biarritz-Anglet de Météo-France, pendant la campagne de mesure hivernale, sont présentées ci-dessous.

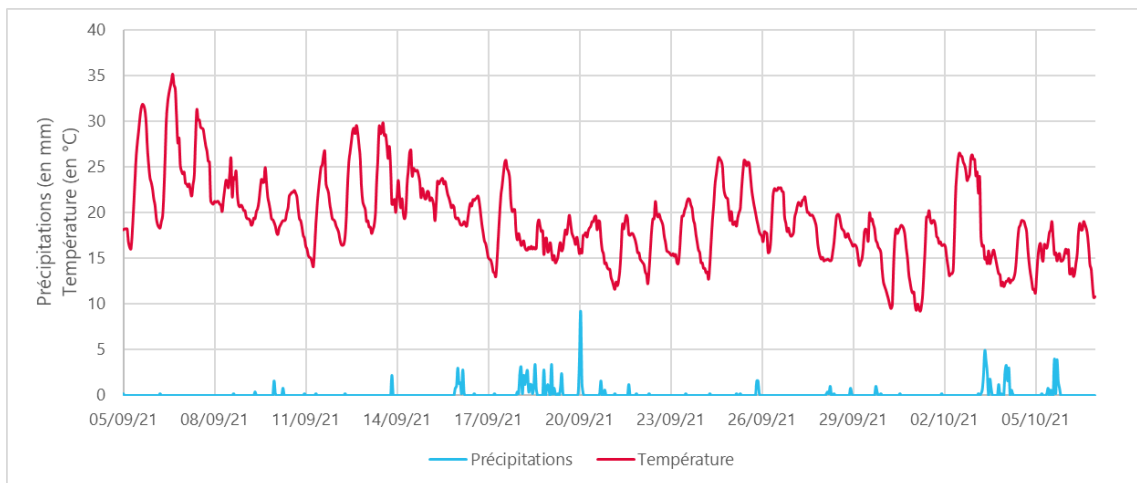


Figure 9 : évolution de la température et des précipitations (données Météo France Biarritz-Anglet) du 05/09 au 06/10/2021

Pendant la période de mesure, la température moyenne a été de 19°C. Les températures minimales et maximales atteintes ont été respectivement de 9°C et de 35°C. Le cumul des précipitations a été de 124 mm.

6. Présentation des résultats de prélèvements et analyses

6.1. Mesures automatiques

Les mesures automatiques ont été réalisées sur le site n°1 Garros. Les mesures sont comparées aux données de 3 stations du réseau fixe : la station de fond urbain « Bayonne Saint-Crouts », la station de fond périurbain « Biarritz Hippodrome » ainsi que la station urbaine d'influence trafic « Anglet ». Ces stations mesurent le NO₂ et les PM10.

Une station urbaine/périurbaine sous influence de fond permet le suivi du niveau d'exposition de la majorité de la population aux phénomènes de pollution dits de « fond » dans les zones urbaines/périurbaines. Les mesures sont représentatives de l'air respiré par la majorité des habitants vivant dans ces zones.

Une station sous influence trafic est implantée dans une zone représentative des niveaux de concentrations les plus élevés auxquels la population située à proximité d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée. Les mesures sont représentatives de l'exposition maximale sur les zones soumises à une forte circulation urbaine.

La carte de situation des trois stations fixes ainsi que le site instrumenté pour cette étude est présentée sur la figure suivante.

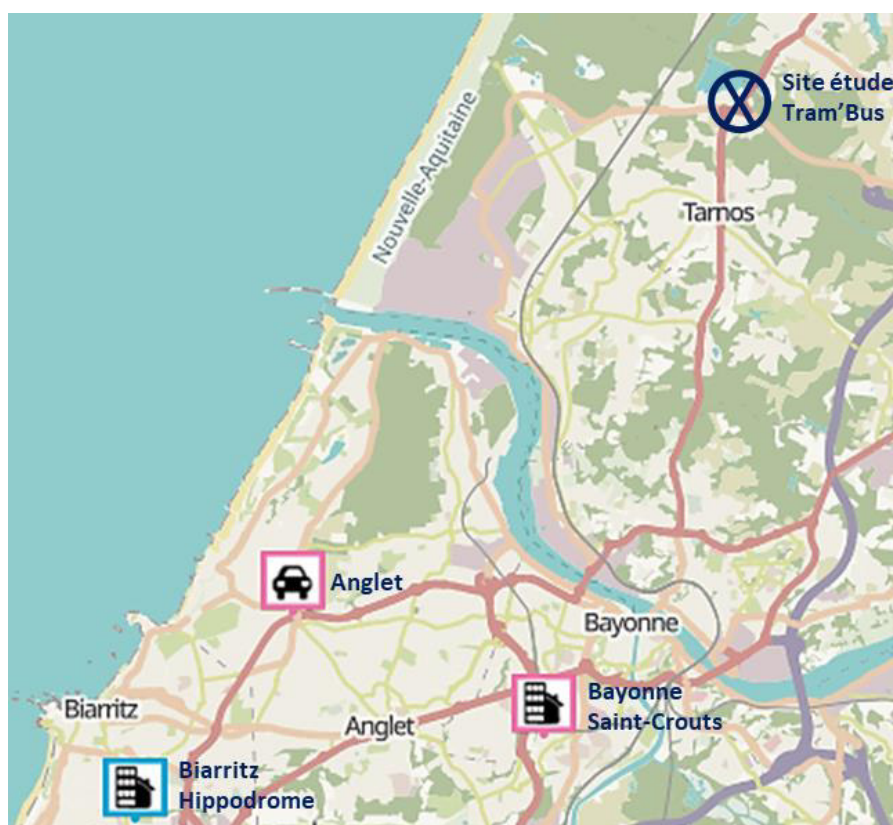


Figure 10 : carte de localisation des stations fixes et du site de l'étude

6.1.1. Particules en suspension PM10

Les statistiques des données observées pour les PM10 sur le site de l'étude sont présentées dans les tableaux ci-dessous.

	Campagne avant travaux	Campagne après travaux
Taux de fonctionnement horaire de l'analyseur	100%	90%

Tableau 5 : taux de fonctionnement de l'analyseur de PM10 sur le site de Garros

Concentration en PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne journalière)	Site n°1 Garros		Anglet (trafic)		Biarritz Hippodrome (fond périurbain)		Bayonne Saint Crouts (fond urbain)	
	Avant travaux	Après travaux	Avant travaux	Après travaux	Avant travaux	Après travaux	Avant travaux	Après travaux
Moyenne journalière	18	13	25	16	21	16	18	12
Minimum journalier	8	7	14	9	7	10	8	6
Maximum journalier	32	20	51	27	47	29	39	23

Tableau 6 : concentrations en PM10 mesurées par analyseur automatique

Ces résultats sont présentés ci-dessous sous forme de boxplot.

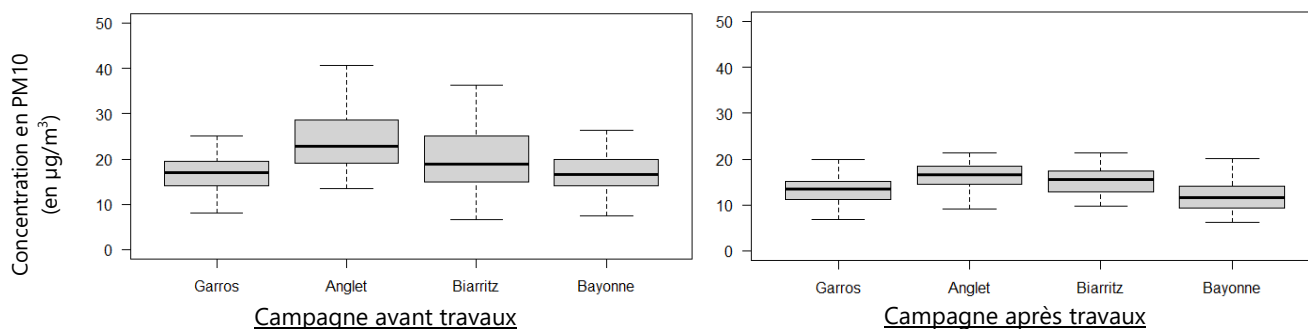


Figure 11 : boxplot des concentrations en PM10 (en moyenne journalière) pendant les deux campagnes

L'évolution des concentrations en PM10 au cours du temps pour les deux campagnes sont présentées sur les figures ci-après.

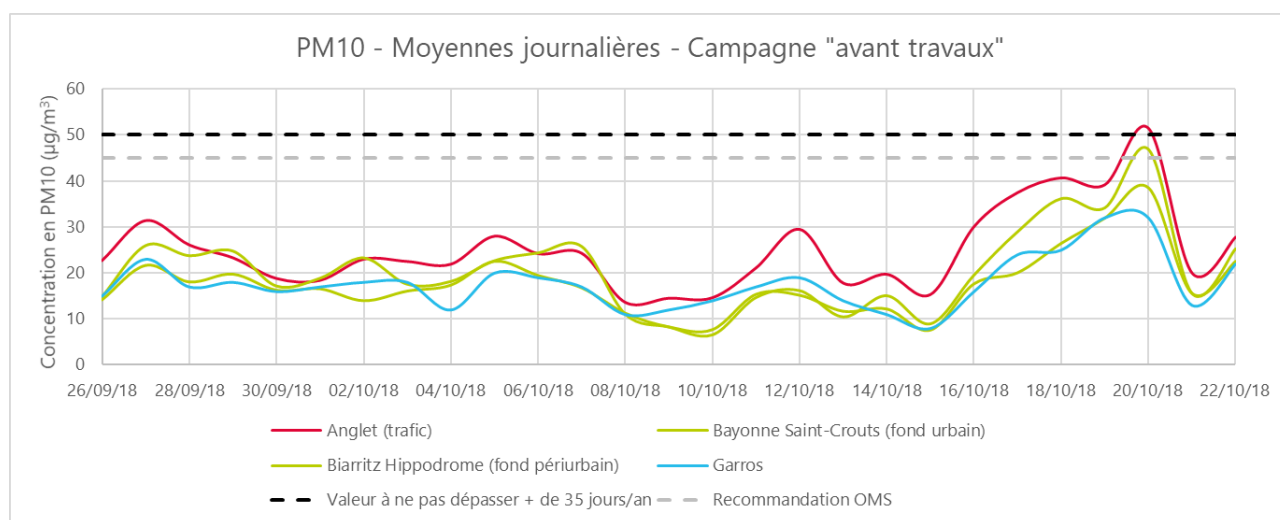


Figure 12 : évolution temporelle des concentrations en PM10 pendant la campagne « avant travaux » (moyennes journalières)

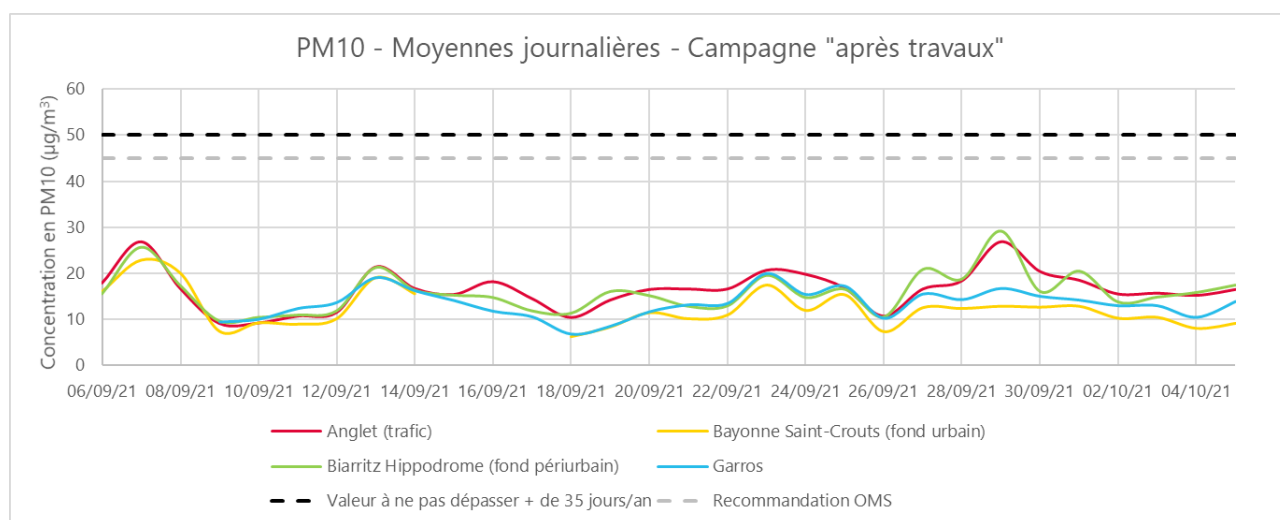


Figure 13 : évolution temporelle des concentrations en PM10 pendant la campagne « après travaux » (moyennes journalières)

Avant la mise en place du Tram'Bus, les concentrations en PM10 mesurées sur le site « Garros » sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur la station de fond urbain de « Bayonne Saint-Crouts » et inférieures à la station d'influence trafic « Anglet » et à la station de fond péri-urbain « Biarritz-Hippodrome ». Il en est de même pour la campagne mise en place après la mise en service du Tram'Bus. Les concentrations sont plus faibles pendant la campagne de 2021 sur les quatre sites. Une amélioration globale de la qualité de l'air entre

les deux périodes est visible sur le site étudié et sur les stations de référence. Également, la période de mesure de 2021 était plus pluvieuse que celle de 2018, ce qui a pu faire baisser les concentrations en PM10 sur l'ensemble des stations. En effet, les pluies ont pour effet de déposer les particules qui sont dans l'atmosphère au sol. Au vu des mesures ci-dessus, il ne semble pas que la mise en service du Tram'Bus ait eu une influence sur les concentrations en particules PM10.

A titre indicatif, la valeur limite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an n'a pas été atteinte sur le site « Garros » pendant les deux périodes de mesure. De plus, la valeur limite en moyenne annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été respectée, les moyennes des concentrations avant et après les travaux étant respectivement de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Concernant les recommandations de l'OMS, la moyenne journalière de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été respectée pendant les deux campagnes.

La ligne directrice en moyenne annuelle de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été dépassée sur le site de « Garros » pendant la campagne « avant travaux » uniquement. Les 3 stations de référence dépassaient également ce seuil à cette période.

L'aethalomètre AE33 permet de différencier les différentes sources de particules à Tarnos : la fraction issue de la combustion de biomasse et celle issue de combustions fossiles (fuel fossile) assimilées ici au trafic routier. L'AE33 analyse uniquement les particules dont le diamètre est inférieur à $2.5 \mu\text{m}$ (PM2.5). Or, il est admis que les particules liées à ces sources de combustion sont majoritairement inférieures à $1 \mu\text{m}$ de diamètre. Ainsi, l'AE33 donne la masse des particules liées aux sources de combustion quelle que soit la taille des particules considérées.

Les contributions de ces deux sources de particules sont représentées dans les figures suivantes :

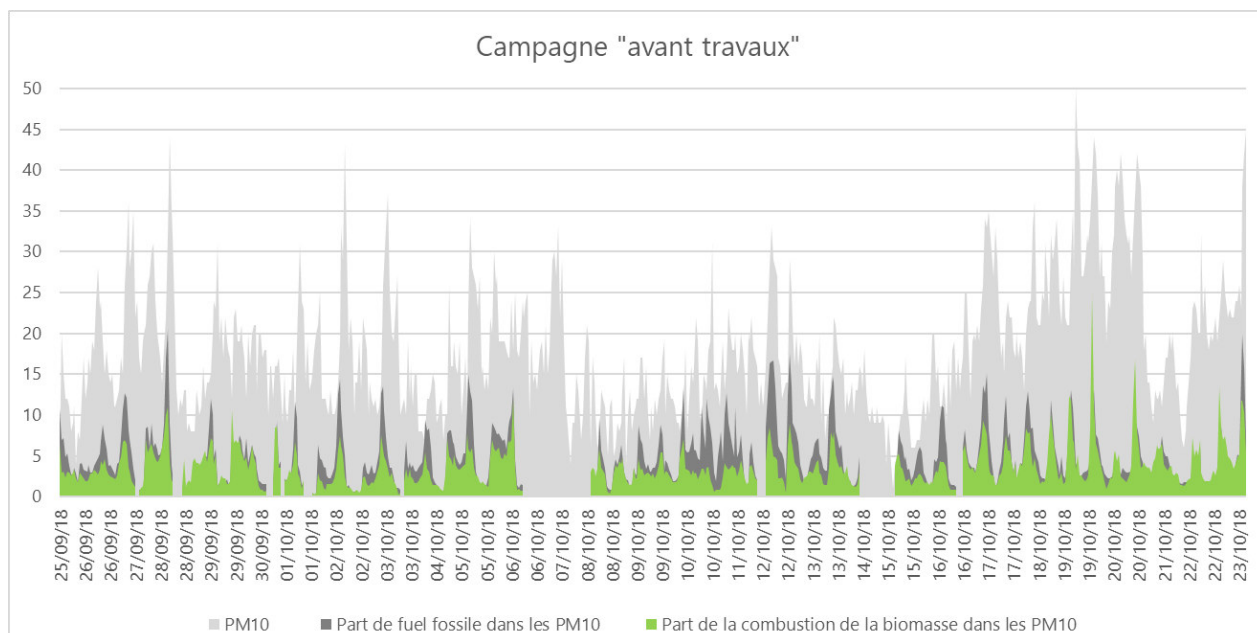


Figure 14 : évolution horaire des concentrations en PM10 sur le site Garros et contribution du fuel fossile et de la combustion de biomasse, pendant la campagne « avant travaux »

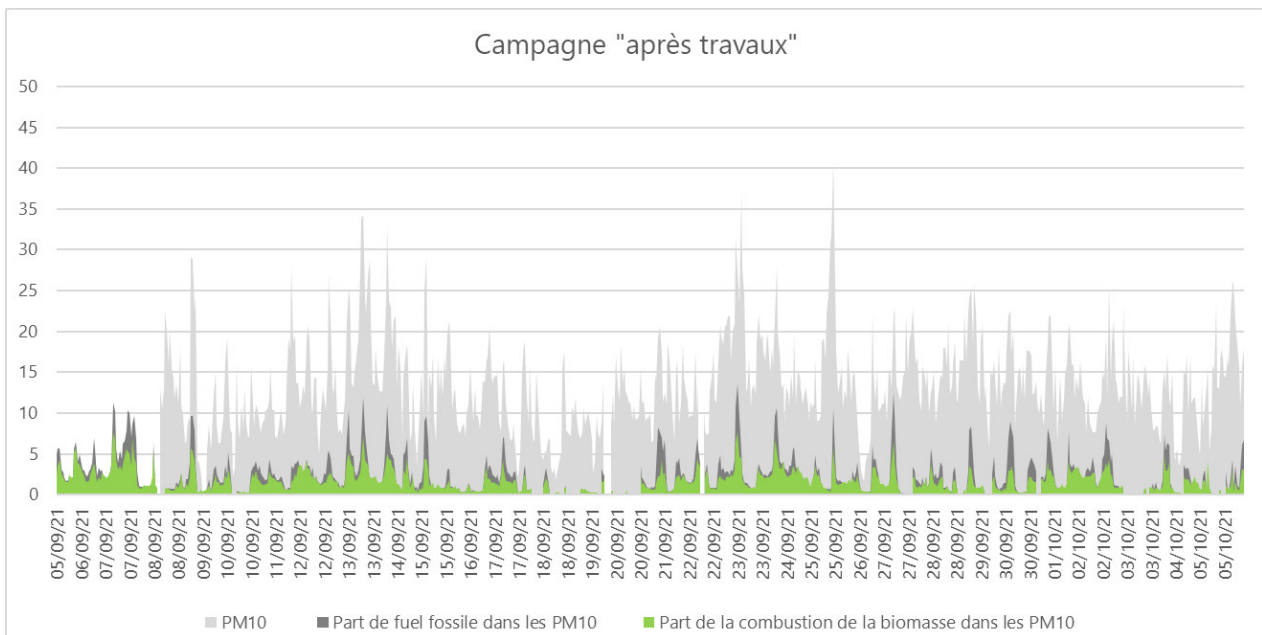


Figure 15 : évolution horaire des concentrations en PM10 sur le site Garros et contribution du fuel fossile et de la combustion de biomasse, pendant la campagne « après travaux »

Sur la période de mesure avant l'installation du Tram'Bus, la contribution moyenne aux PM10 de la combustion de fuel fossile est de 28% et celle de la combustion de biomasse de 20%. Sur la période de mesure après mise en place du Tram'Bus, les contributions moyennes sont de 19% pour la combustion de fuel fossile et de 13% pour la combustion de la biomasse.

La contribution du trafic est donc supérieure à la combustion de la biomasse, pendant les deux périodes de mesure. Cette dernière n'est cependant pas négligeable.

La masse de particules non expliquée par cette méthodologie peut provenir de sources diverses : émissions de poussières crustales, embruns marins, émissions biogéniques primaires et secondaires, émissions inorganiques secondaires, etc.

6.1.1. Dioxyde d'azote NO₂

Les statistiques des données observées pour le NO₂ sur le site de l'étude sont présentées dans les tableaux suivants.

	Campagne avant travaux	Campagne après travaux
Taux de fonctionnement horaire de l'analyseur	100%	88%

Tableau 7 : taux de fonctionnement de l'analyseur de NO₂ sur le site de Garros

Concentration en NO ₂ en µg/m ³ (en moyenne horaire)	Site n°1 Garros		Anglet (trafic)		Biarritz Hippodrome (fond périurbain)		Bayonne Saint Crouts (fond urbain)	
	Avant travaux	Après travaux	Avant travaux	Après travaux	Avant travaux	Après travaux	Avant travaux	Après travaux
Moyenne horaire	18	10	25	17	21	9	18	12
Minimum horaire	1	0	4	0	2	0	2	1
Maximum horaire	50	55	94	89	69	67	57	78

Tableau 8 : concentrations en NO₂ mesurées par analyseur automatique

Ces résultats sont présentés ci-dessous sous forme de boxplot.

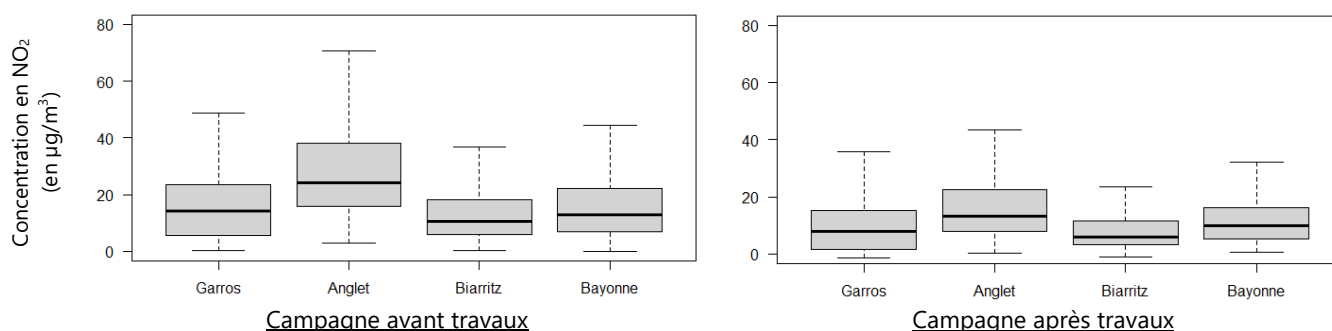


Figure 16 : boxplot des concentrations en NO₂ (en moyenne journalière) pendant les deux campagnes

L'évolution de la concentration en NO₂ au cours du temps sont présentées sur les figures ci-après.

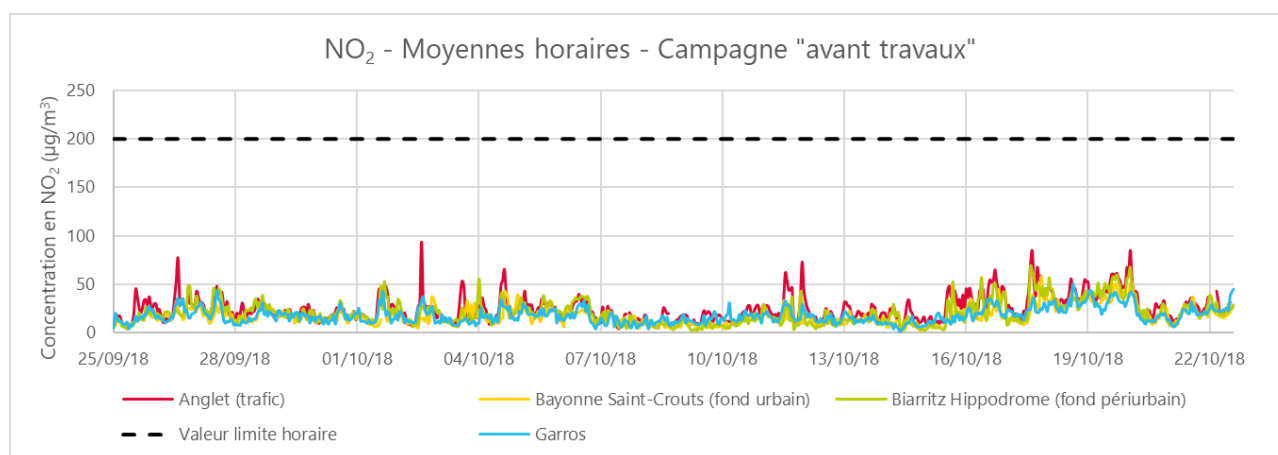


Figure 17 : évolution temporelle des concentrations en NO₂ pendant la campagne « avant travaux » (moyennes horaires)

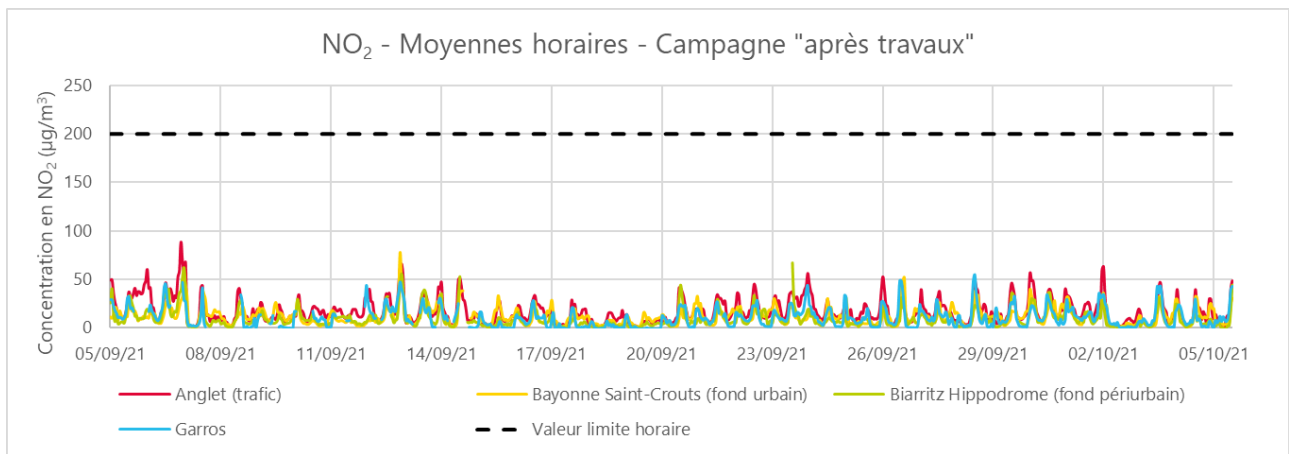


Figure 18 : évolution temporelle des concentrations en NO₂ pendant la campagne « avant travaux » (moyennes horaires)

Les concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur le site « Garros » sont du même ordre de grandeur que celles relevées sur la station de fond urbain « Bayonne Saint-Crouts » pendant la campagne « avant travaux ». Pendant la campagne « après travaux », les concentrations sont légèrement inférieures et se rapprochent de celles mesurées sur la station de fond périurbain « Biarritz-Hippodrome », cette dernière présentant les valeurs les plus faibles parmi les trois stations de référence.

Les concentrations sont inférieures pendant la campagne de 2021 sur les quatre sites. Une amélioration globale de la qualité de l'air entre les deux périodes est visible sur le site étudié et sur les stations de référence. Également, la période de mesure de 2021 était plus pluvieuse que celle de 2018, ce qui a pu faire baisser les concentrations en NO₂ sur l'ensemble des stations. La mise en service du Tram'Bus a eu pour effet de faire diminuer les concentrations en NO₂ sur le site étudié.

Le seuil de la valeur limite en moyenne horaire de 200 µg/m³ n'a pas été atteint pendant toute la période de mesure.

A titre indicatif, la valeur limite en moyenne annuelle de 40 µg/m³ a été respectée, pendant la période de mesure.

L'évolution de la concentration en NO₂ en moyenne journalière au cours du temps est présentée sur la figure ci-après.

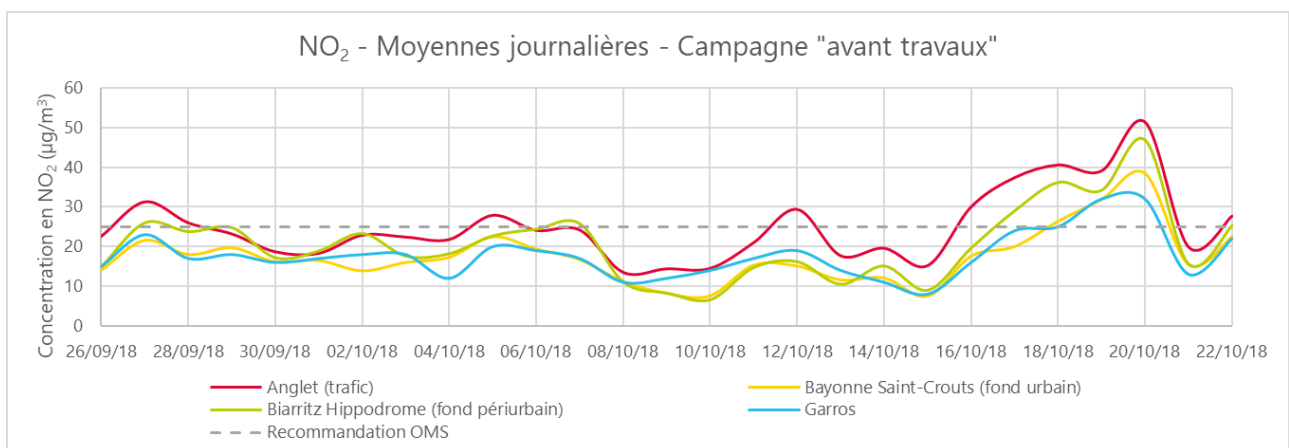


Figure 19 : évolution des concentrations en NO₂ pendant la campagne « avant travaux » (moyennes journalières)

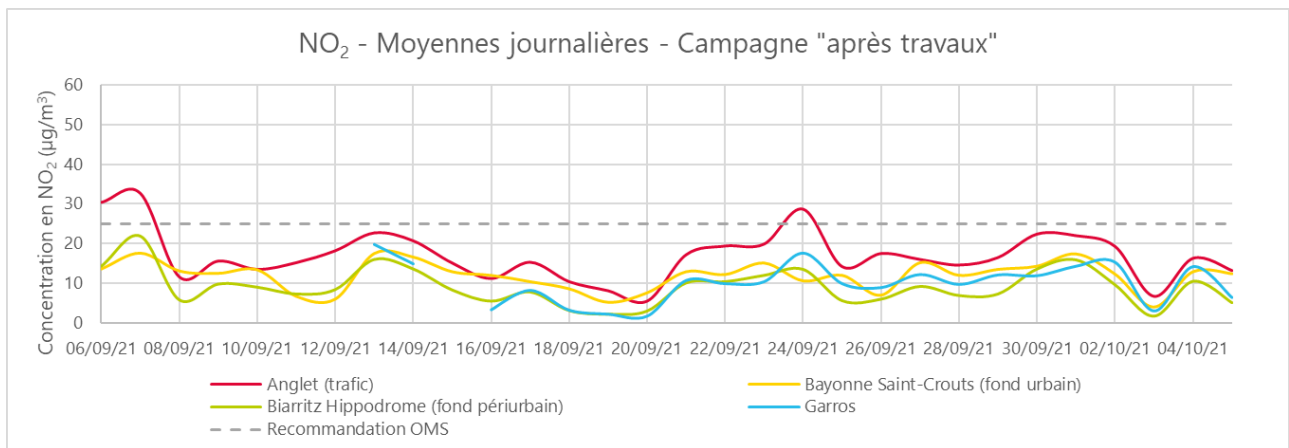


Figure 20 : évolution des concentrations en NO₂ pendant la campagne « après travaux » (moyennes journalières)

La ligne directrice de l'OMS de 2021 de 25 µg/m³ en moyenne journalière a été dépassée sur le site « Garros » pendant 3 jours lors de la campagne « avant travaux » (entre le 18 et le 20/10/2018), soit 11% du temps. Les 3 stations de référence dépassaient également ce seuil pendant ces 3 jours. La recommandation de l'OMS de 2005 de 40 µg/m³ en moyenne annuelle (en vigueur lors de la campagne 2018), était cependant respectée. La ligne directrice de 2021 de 25 µg/m³ en moyenne journalière a été respectée lors de la campagne « après travaux ».

Le profil de l'évolution des concentrations en fonction de l'heure de la journée (obtenu en moyennant les concentrations horaires pour chaque heure de la journée, pendant toute la période de mesure) est présenté ci-dessous.

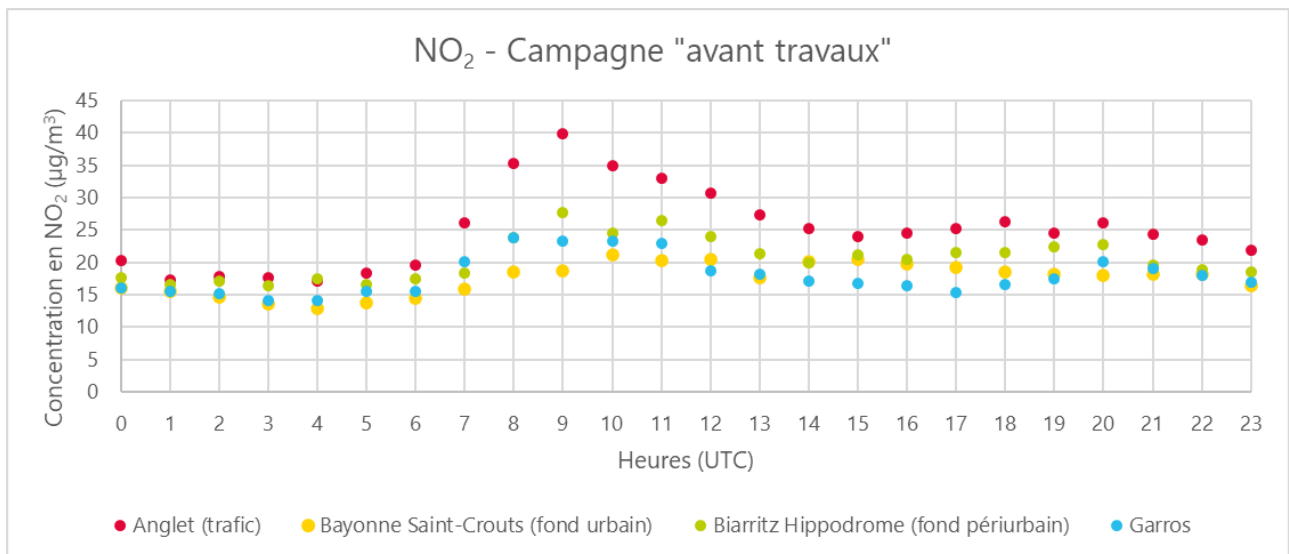


Figure 21 : évolution de la concentration moyenne horaire en NO₂ en heures UTC¹ pendant la campagne « avant travaux »

¹ pour avoir l'heure locale : +1 en hiver, +2 en été

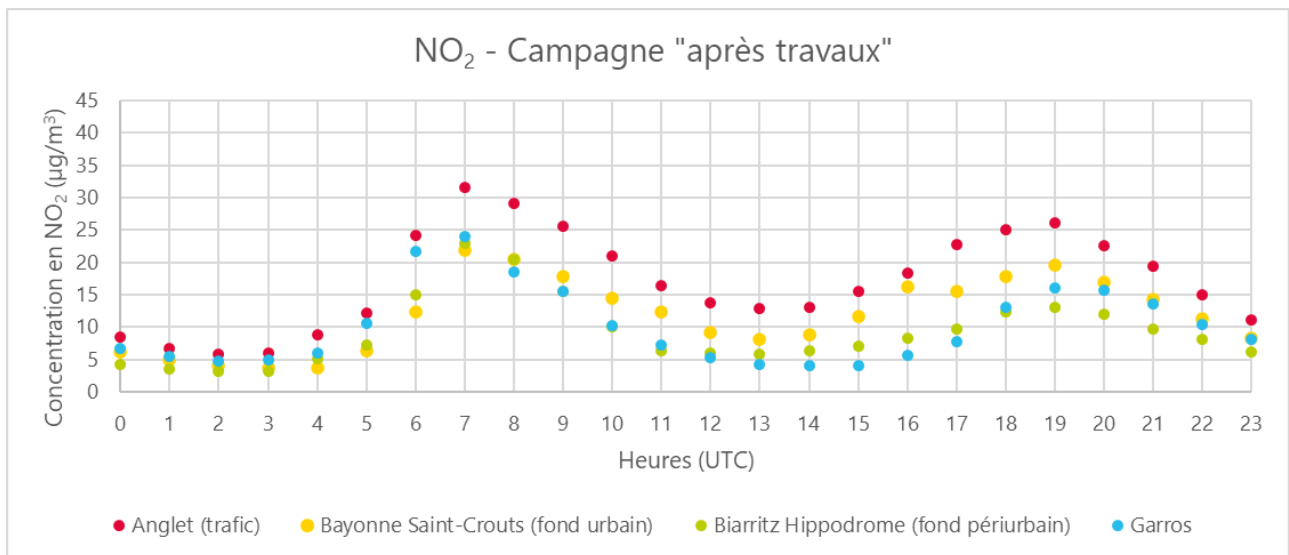


Figure 22 : évolution de la concentration moyenne horaire en NO₂ en heures UTC pendant la campagne « après travaux »

Le profil caractéristique du trafic routier est visible : un pic le matin correspondant à l'embauche et un pic le soir correspondant à la débauche.

6.2. Mesures du NO₂ par tubes passifs

Les prélèvements de NO₂ par tubes passifs ont été réalisés sur les 5 sites appelés sur la figure suivante.

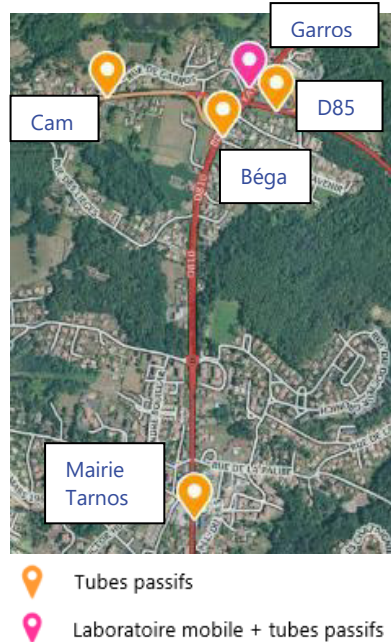


Figure 23 : sites de prélèvements de NO₂ par tubes passifs

Les prélèvements ont été réalisés sur 2 semaines pour chaque campagne :

- ➔ Pour la campagne « avant travaux » : du 25/09 au 09/10/18 puis du 09 au 23/10/2018,
- ➔ Pour la campagne « après travaux » : du 08 au 22/09/2021 puis du 22/09 au 06/10/2021.

Les concentrations bi-hebdomadaires obtenus sont présentées dans le tableau et la figure ci-dessous. Le détail des concentrations obtenus pour chaque quinzaine est disponible en annexe 1.

Concentration bi-hebdomadaire en NO ₂ (µg/m ³)	Avant travaux	Après travaux
Garros	18	11
Mairie Tarnos	30	19
Béga	17	13
Cam	14	9
D85	24	21

Tableau 9 : concentrations bi-hebdomadaires en NO₂ mesurées par tubes passifs pendant les deux campagnes

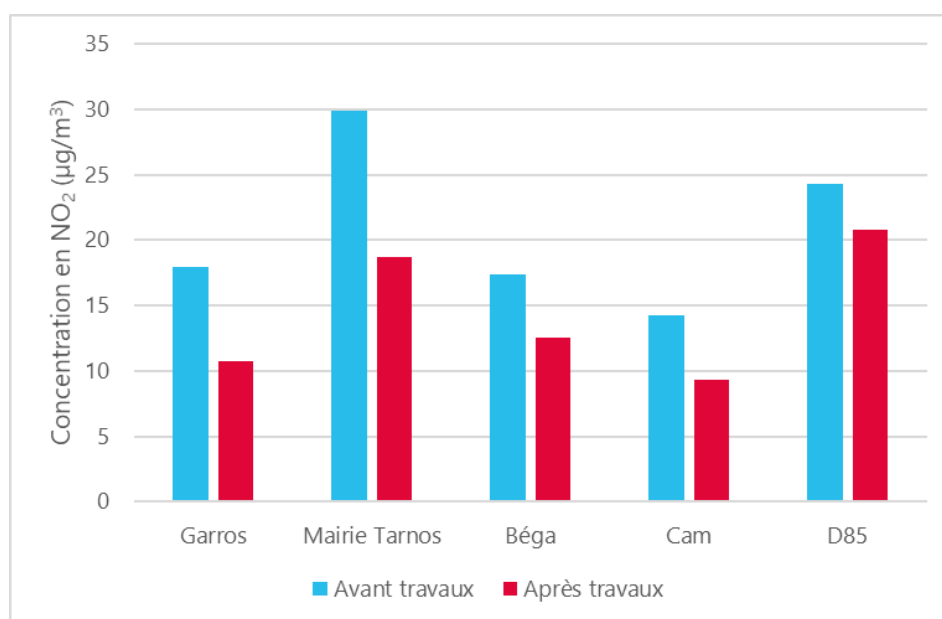


Figure 24 : histogramme des concentrations en NO₂ mesurées par tubes passifs pendant les deux campagnes

Les concentrations relevées après la mise en place du Tram'Bus sont inférieures à celles mesurées avant, sur tous les sites. Les sites qui présentent les concentrations les plus élevées par rapport aux autres sites sont les mêmes lors des deux campagnes : il s'agit des sites « Mairie Tarnos » et « D85 ».

A titre indicatif, la valeur limite en moyenne annuelle de 40 µg/m³ a été respectée, pendant la période de mesure.

7. Conclusion

Les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

Particules en suspension PM10

- Pendant les deux campagnes antérieure et ultérieure à l'installation du Tram'Bus, les concentrations en PM10 mesurées sur le site « Garros » sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur la station de fond urbain « Bayonne Saint-Crouts », celle-ci présentant les concentrations le plus faibles parmi les trois stations de référence.
- Au vu des concentrations relevées pendant la période de mesure, il ne semble pas que la mise en service du Tram'Bus ait eu une influence sur les concentrations en particules PM10.
- *A titre indicatif*, la valeur limite de 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an n'a pas été atteinte sur le site « Garros » pendant les deux périodes « avant travaux » et « après travaux ».
- La moyenne journalière recommandée par l'OMS de 45 µg/m³ a été respectée pendant les deux campagnes.
- Avant et après l'installation du Tram'Bus, la contribution aux PM10 de la combustion de fuel fossile est prépondérante par rapport à celle de la combustion de la biomasse. Cette dernière n'est cependant pas négligeable.

Dioxyde d'azote NO₂

Mesures automatiques

- Pendant la campagne « avant travaux », les concentrations en NO₂ sont du même ordre de grandeur que la station de fond urbain « Bayonne Saint-Crouts ». Pendant la campagne « après travaux », les concentrations sont légèrement plus faibles et se rapprochent de celles mesurées sur la station de fond périurbain « Biarritz-Hippodrome », cette dernière présentant les valeurs les plus faibles parmi les trois stations de référence.
- La mise en service du Tram'Bus a permis de faire diminuer les concentrations en NO₂ sur le site étudié.
- Le seuil de la valeur limite en moyenne horaire de 200 µg/m³ n'a pas été atteint pendant toute la période de mesure.
- La ligne directrice de l'OMS de 25 µg/m³ en moyenne journalière (2005) a été dépassée sur le site « Garros » pendant 3 jours, lors de la campagne « avant travaux ». Les trois stations de référence dépassaient également ce seuil pendant ces 3 jours. Cette ligne directrice a été respectée lors de la campagne « après travaux ».
- Les concentrations en NO₂ sont plus élevées sur le site « Garros » pendant le pic de trafic de l'embauche et celui de la débauche, pendant la campagne 2018 et la campagne 2021.

Mesures par tubes passifs

- Les concentrations relevées après la mise en place du Tram'Bus sont inférieures à celles mesurées avant, sur tous les sites. Les sites qui présentent les concentrations les plus élevées sont les mêmes lors des deux campagnes : il s'agit des sites « Mairie Tarnos » et « D85 ».

Annexes

Annexe 1 : Concentrations bi-hebdomadaires en dioxyde d'azote mesurées par tubes passifs

Campagne « avant travaux »

Concentration en NO ₂ (µg/m ³)	Du 25/09 eu 9/10/18	du 9 au 23/10/18
Garros	16	20
Mairie Tarnos	31	29
Béga	18	17
Cam	14	15
D85	23	25

Campagne « après travaux »

Concentration en NO ₂ (µg/m ³)	Du 08 eu 22/09/21	du 22/09 au 06/10/21
Garros	9	12
Mairie Tarnos	18	19
Béga	13	12
Cam	6	12
D85	18	24

Annexe 2 : Bibliographie

- Bodhaine, B.A., 1995. Aerosol absorption measurements at Barrow, Mauna Loa and the south pole. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 100, 8967–8975.
- Chevrier, F., 2016. Chauffage au bois et qualité de l'air en Vallée de l'Arve: définition d'un système de surveillance et impact d'une politique de rénovation du parc des appareils anciens (Thèse). Université Grenoble Alpes, Grenoble.
- El Haddad, I., Marchand, N., Dron, J., Temime-Roussel, B., Quivet, E., Wortham, H., Jaffrezo, J.L., Baduel, C., Voisin, D., Besombes, J.L., 2009. Comprehensive primary particulate organic characterization of vehicular exhaust emissions in France. *Atmospheric Environment* 43, 6190–6198.
- Favez, O., Haddad, I.E., Piot, C., Boréave, A., Abidi, E., Marchand, N., Jaffrezo, J.-L., Besombes, J.-L., Personnaz, M.-B., Sciare, J., 2010. Inter-comparison of source apportionment models for the estimation of wood burning aerosols during wintertime in an Alpine city (Grenoble, France). *Atmospheric Chemistry and Physics* 10, 5295–5314.
- Hansen, A.D.A., Conway, T.J., Strele, L.P., Bodhaine, B.A., Thoning, K.W., Tans, P., Novakov, T., 1989. Correlations among combustion effluent species at Barrow, Alaska: Aerosol black carbon, carbon dioxide, and methane. *Journal of Atmospheric Chemistry* 9, 283–299.
- Herich, H., Hueglin, C., Buchmann, B., 2011. A 2.5 year's source apportionment study of black carbon from wood burning and fossil fuel combustion at urban and rural sites in Switzerland. *Atmospheric Measurement Techniques* 4, 1409–1420.
- Kirchstetter, T.W., Novakov, T., Hobbs, P.V., 2004. Evidence that the spectral dependence of light absorption by aerosols is affected by organic carbon. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 109.
- Kocbach, A., Li, Y., Yttri, K.E., Cassee, F.R., Schwarze, P.E., Namork, E., 2006. Physicochemical characterisation of combustion particles from vehicle exhaust and residential wood smoke. *Particle and fibre toxicology* 3, 1.
- Laschober, C., Limbeck, A., Rendl, J., Puxbaum, H., 2004. Particulate emissions from on-road vehicles in the Kaisermühlen-tunnel (Vienna, Austria). *Atmospheric Environment* 38, 2187–2195.
- LCSQA, 2015. Impact de la combustion de la biomasse sur les concentrations de PM10 dans les 10 agglomérations du programme CARA au cours de l'hiver 2014-2015.
- Sandradewi, J., Prévôt, A.S.H., Szidat, S., Perron, N., Alfarra, M.R., Lanz, V.A., Weingartner, E., Baltensperger, U., 2008a. Using aerosol light absorption measurements for the quantitative determination of wood burning and traffic emission contributions to particulate matter. *Environmental science & technology* 42, 3316–3323.
- Sandradewi, J., Prévôt, A.S.H., Weingartner, E., Schmidhauser, R., Gysel, M., Baltensperger, U., 2008b. A study of wood burning and traffic aerosols in an Alpine valley using a multi-wavelength Aethalometer. *Atmospheric Environment* 42, 101–112.
- Sciare, J., Favez, O., Sarda - Estève, R., Oikonomou, K., Cachier, H., Kazan, V., 2009. Long - term observations of carbonaceous aerosols in the Austral Ocean atmosphere: Evidence of a biogenic marine organic source. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 114.
- Sun, H., Biedermann, L., Bond, T.C., 2007. Color of brown carbon: A model for ultraviolet and visible light absorption by organic carbon aerosol. *Geophysical Research Letters* 34



RETROUVEZ TOUTES
NOS PUBLICATIONS SUR :
www.atmo-nouvelleaquitaine.org

Contacts

contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège Social) - ZA Chemin Long
13 allée James Watt - 33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale-facturation)
ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Augustin Fresnel
17 180 Périgny

Pôle Limoges
Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz
87 068 Limoges Cedex

