

Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR



Campagne de mesure de dioxyde d'azote sur les Alpes-Maritimes - 2015

www.airpaca.org

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

Sommaire

Mesure du dioxyde d'azote dans les Alpes-Maritimes pour des mesures actualisées, une modélisation affinée et l'évaluation des plans d'action.....	3
Mesure par échantillonneur passif de Mandelieu-la-Napoule à Menton.....	4
Analyse et validation des mesures.....	7
Dioxyde d'azote NO ₂	7
Benzène, Toluène, Ethyl-benzène, Xylènes (BTEX)	17
Risque de dépassement de la valeur réglementaire annuelle pour le dioxyde d'azote et respect pour le benzène	20
<i>Annexe 1 : Traitement des données</i>	21
<i>Annexe 2 : Bilan des mesures permanentes de NO₂ en 2015</i>	25
<i>Annexe 3 : Conditions météorologiques en 2015</i>	29
<i>Annexe 4 : Caractéristiques des principaux polluants</i>	32
<i>Annexe 5 : Effets sur la santé et recommandations OMS</i>	32
Liste des illustrations.....	33
Glossaire.....	33

Mesure du dioxyde d'azote dans le Alpes-Maritimes pour des mesures actualisées, une modélisation affinée et l'évaluation des plans d'action

Chaque année, Air PACA réalise une campagne de mesure temporaire de dioxyde d'azote sur un département. Ces campagnes s'inscrivent dans les missions d'Air PACA pour améliorer les connaissances sur la qualité de l'air du territoire, en complément des quelques 70 sites de mesures établis pour la surveillance permanente.

Ce type d'étude vise à acquérir des mesures complémentaires et actualisées afin de développer et d'améliorer les outils de suivi et d'aide à la décision sur le territoire.

En 2015, une campagne de ce type a été réalisée sur le département des Alpes-Maritimes. La grande majorité de la population est concentrée près des côtes, les mesures sont donc réalisées sur le littoral urbain.

L'objectif de ce projet s'articule autour de 3 axes :

- Un diagnostic de terrain complété : Disposer d'une représentativité spatiale et temporelle de la qualité de l'air actualisée sur l'ensemble du littoral urbain du département.
- Une modélisation et une expertise affinée : intégrer de nouveaux points de mesure dans les outils de modélisation urbaine et régionale. Air PACA disposera ainsi d'une meilleure expertise sur l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et d'un historique cartographique de la qualité de l'air.
- Un outil d'évaluation des plans d'actions : disposer d'un outil cartographique permettant d'évaluer les plans d'actions locaux, dès que les données d'entrées de réduction d'émission de ces actions sont disponibles.

Les polluants investigués dans ce projet sont le dioxyde d'azote (NO₂) ainsi que, dans une moindre mesure, les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes). Une description des polluants concernés est disponible en *annexes 2 et 3* de ce document.

Mesure par échantillonneur passif de Mandelieu-la-Napoule à Menton

1. Échantillonneurs passifs mis en œuvre

75 échantillonneurs passifs NO₂ (cf. photo 1) sont déployés durant 4 semaines en période estivale (du 10 juin au 08 juillet) et 4 semaines en période hivernale (du 24 novembre au 23 décembre) sur la zone urbaine de Mandelieu-la-Napoule à Menton. En complément, une quinzaine de sites sont également équipés d'échantillonneurs passifs BTEX - Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes - (cf. photo 2) permettant de mieux caractériser les sites en question (sous influence trafic, industrielle, etc.).



Photo 1 : Échantillonneur passif NO₂



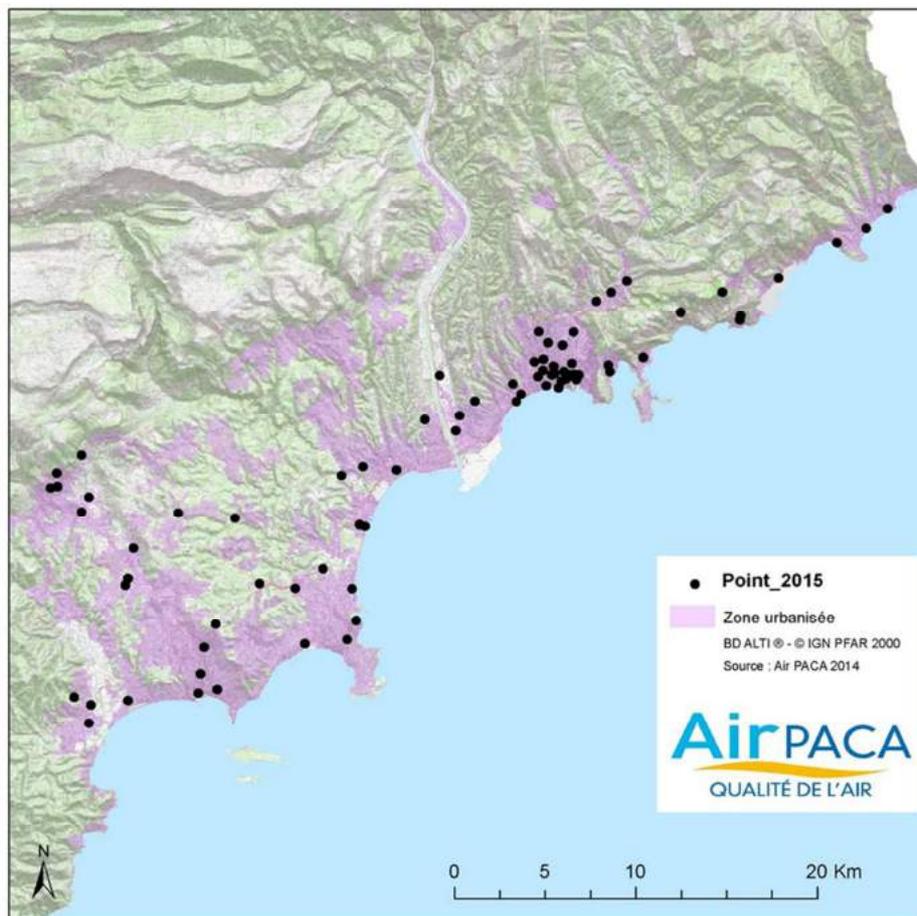
Photo 2 : Échantillonneur passif BTEX

Ces dispositifs complètent le réseau de surveillance permanent des analyseurs d'oxydes d'azote de la zone :

- 4 sites en situation urbaine à Nice, Cagnes, Antibes et Cannes,
- 2 sites en situation trafic à Nice et Antibes.

2. Zone d'échantillonnage

La carte, ci-dessous, présente la zone d'échantillonnage pour cette campagne de mesure, répartie de façon équilibrée entre les sites trafics et urbains. Quelques sites périurbains et ruraux ont également été sélectionnés afin de mesurer les niveaux dits « de fonds », c'est-à-dire des niveaux observés dans des lieux éloignés de toute source de pollution directe.



Carte 1 : Zone d'échantillonnage de la campagne de mesure 2015

Les sites ont été sélectionnés afin de répondre au mieux aux objectifs fixés. Ainsi, 25 % des sites sont repris de précédentes campagnes de mesures et les autres sont installés en fonction des nouveaux aménagements effectués depuis la dernière campagne.

Les nouveaux aménagements (*cf. carte 2*) ont fait évoluer le territoire, par exemple :

- la Coulée Verte et le nouveau stade « Allianz Riviera » à Nice,
- la mise en place du BHNS (Bus à Haut Niveau de Service) à Cannes,
- l'aménagement d'une zone piétonne à Antibes (suppression de voies de circulation et mise en place d'un parking souterrain).



Carte 2 : Exemples d'aménagements mis en place entre 2008 et 2015

Il est important d'effectuer des mesures sur ces zones afin d'actualiser les cartographies et fournir l'information la plus fine possible de la pollution atmosphérique à laquelle les populations sont exposées.

Analyse et validation des mesures

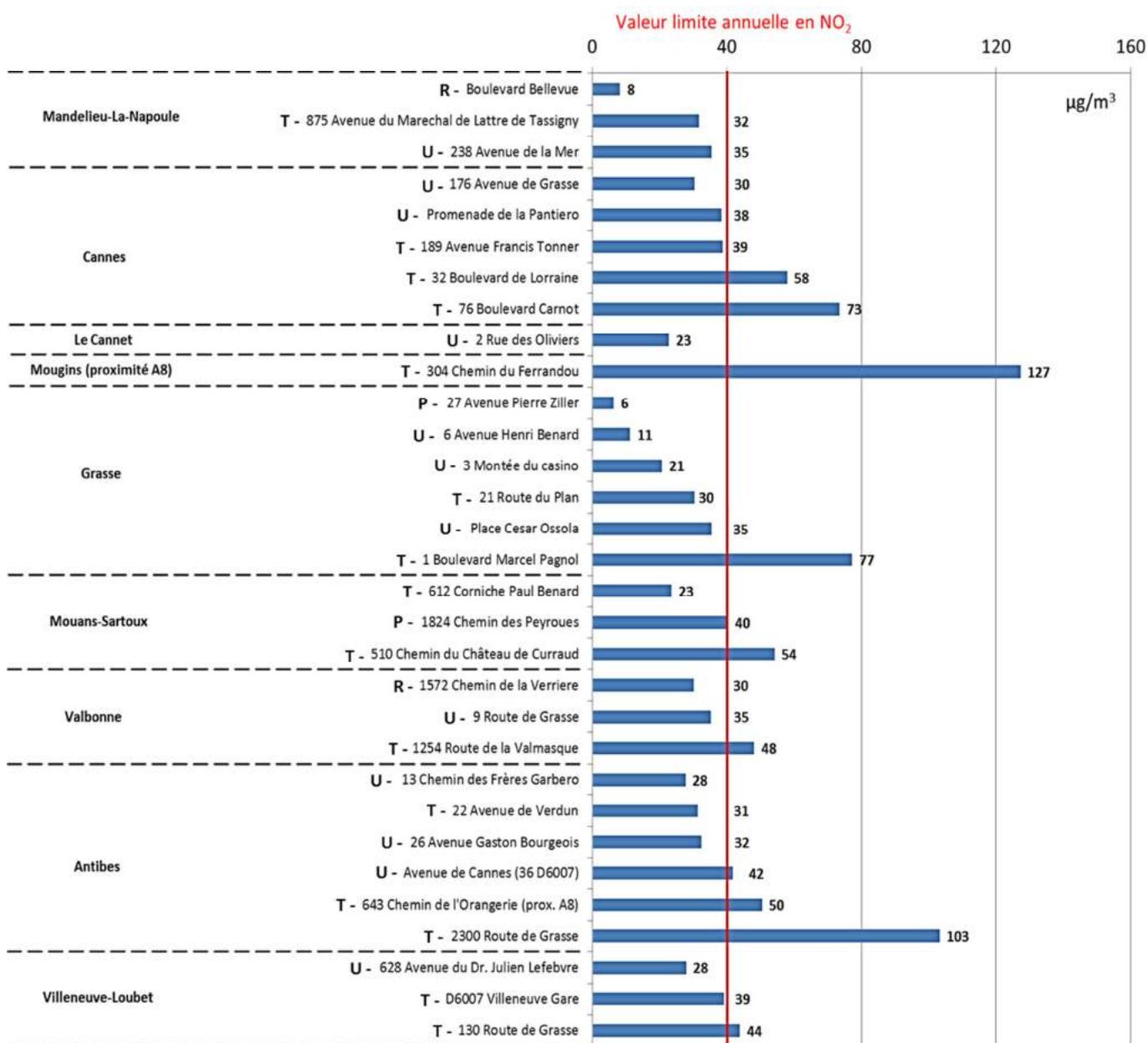
Dans un premier temps, on s'intéresse à la validation métrologique des données recueillies par les échantillonneurs passifs. Les données sont traitées de façon à être représentative de l'ensemble de l'année.

Les détails de ces traitements de données sont disponibles en *annexe 1*.

1. Présentation des résultats

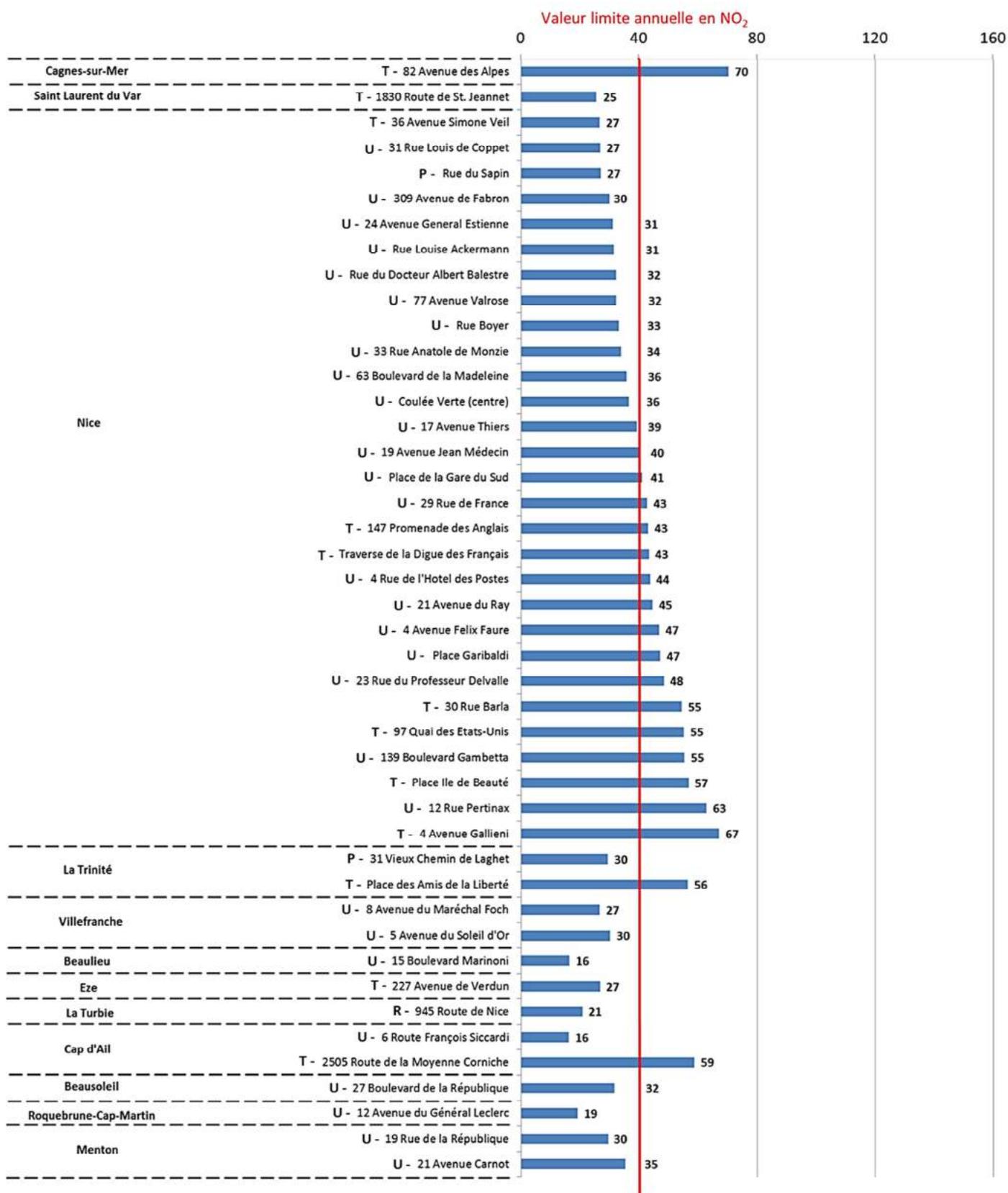
a. Dioxyde d'azote (NO₂)

Les deux diagrammes ci-après présentent les résultats des estimations annuelles en NO₂ sur les différents points de mesure de cette campagne:



Graph 1 : Estimations annuelles des concentrations en NO₂, par site, sur le secteur Ouest

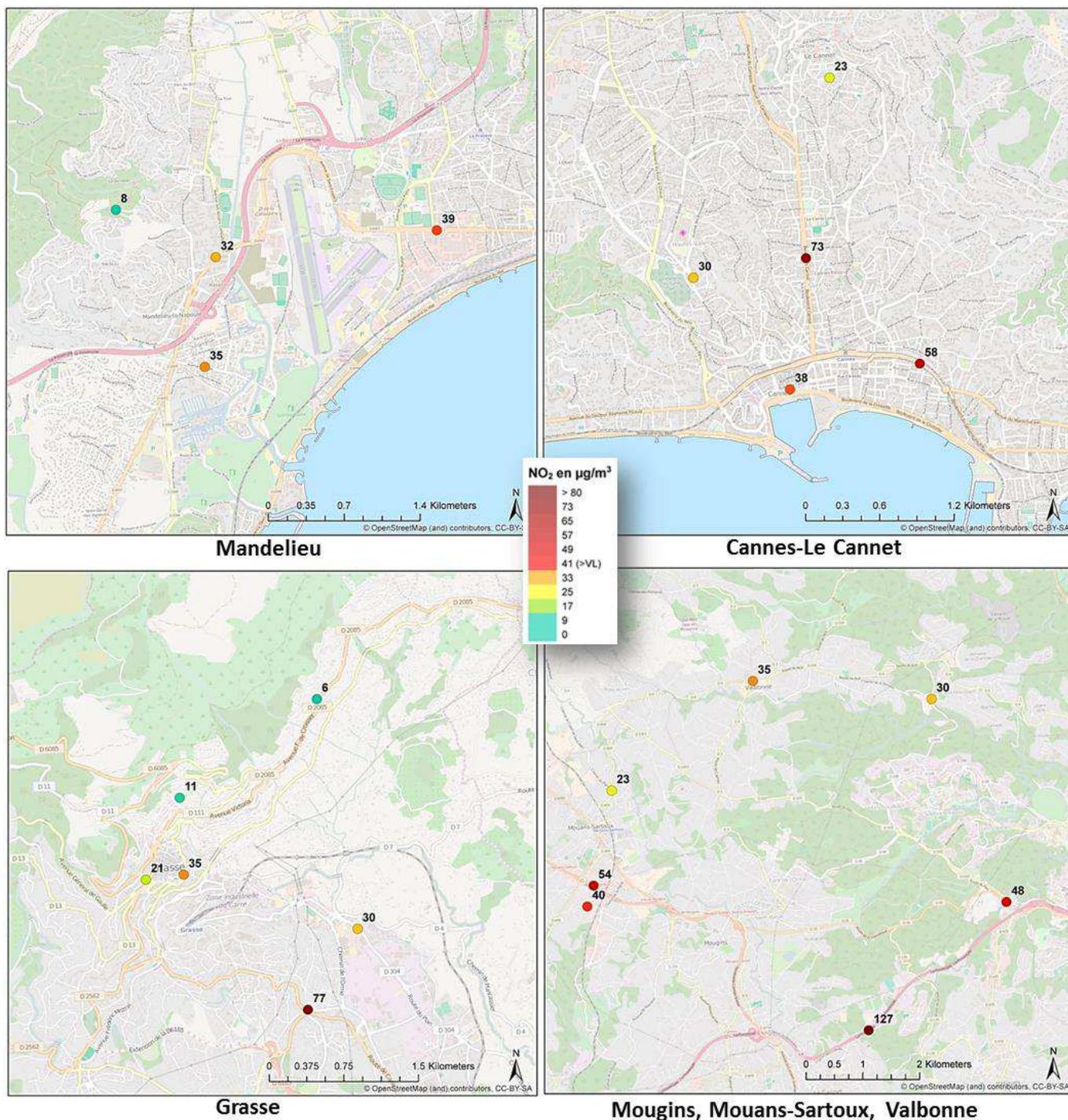
(Classification des sites : T : Trafic ; U : Urbain ; P : Périurbain ; R : Rural)



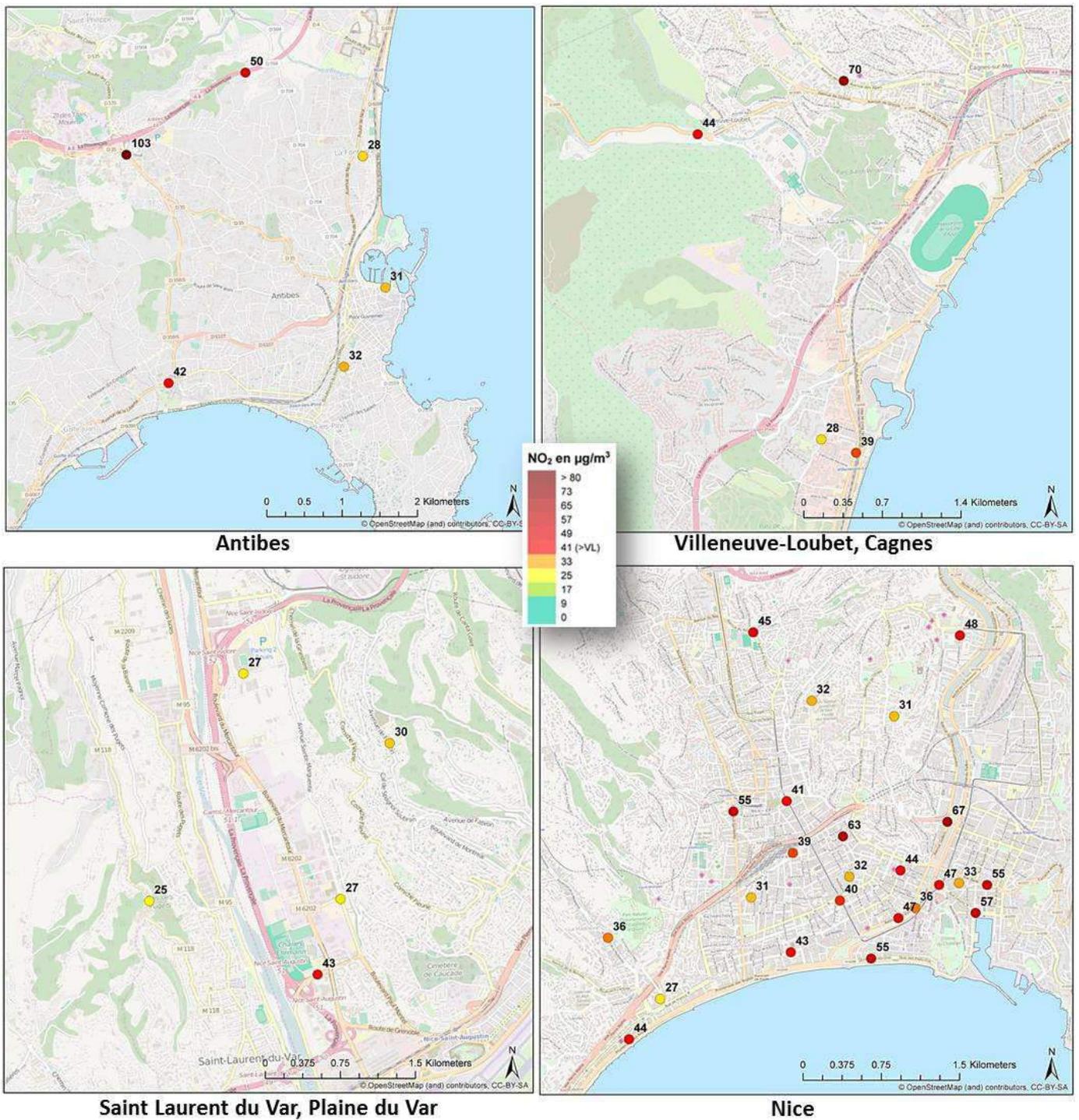
Graph 2 : Estimations annuelles des concentrations en NO₂, par site, sur le secteur Est

(Classification des sites : T : Trafic ; U : Urbain ; P : Périurbain ; R : Rural)

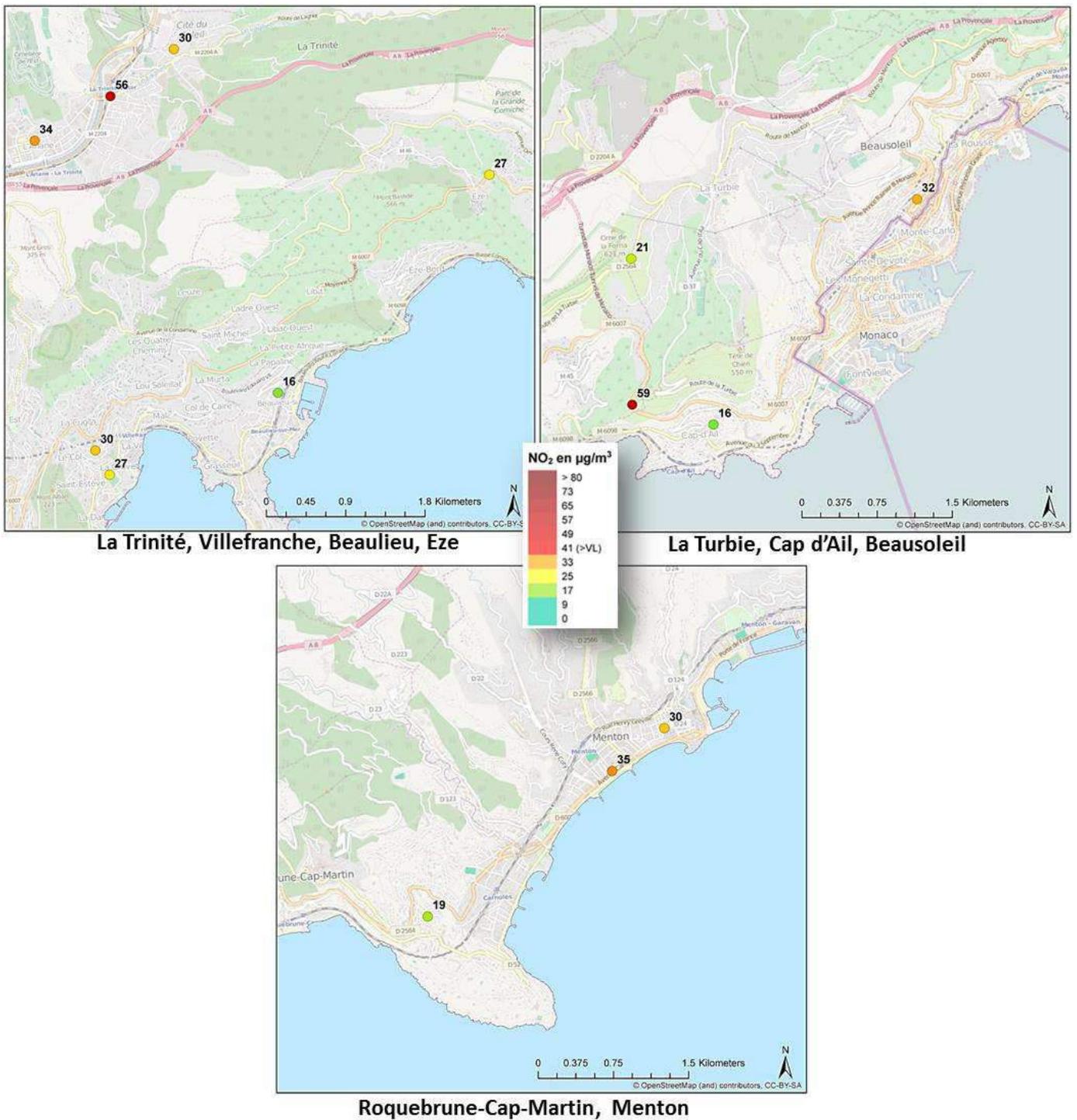
Les cartes ci-dessous présentent la localisation des différents sites avec leurs estimations annuelles :



Carte 3 : Localisation des sites et leurs estimations annuelles sur les communes de Mandelieu, Cannes, Le Cannet, Grasse, Mougins, Mouans-Sartoux et Valbonne

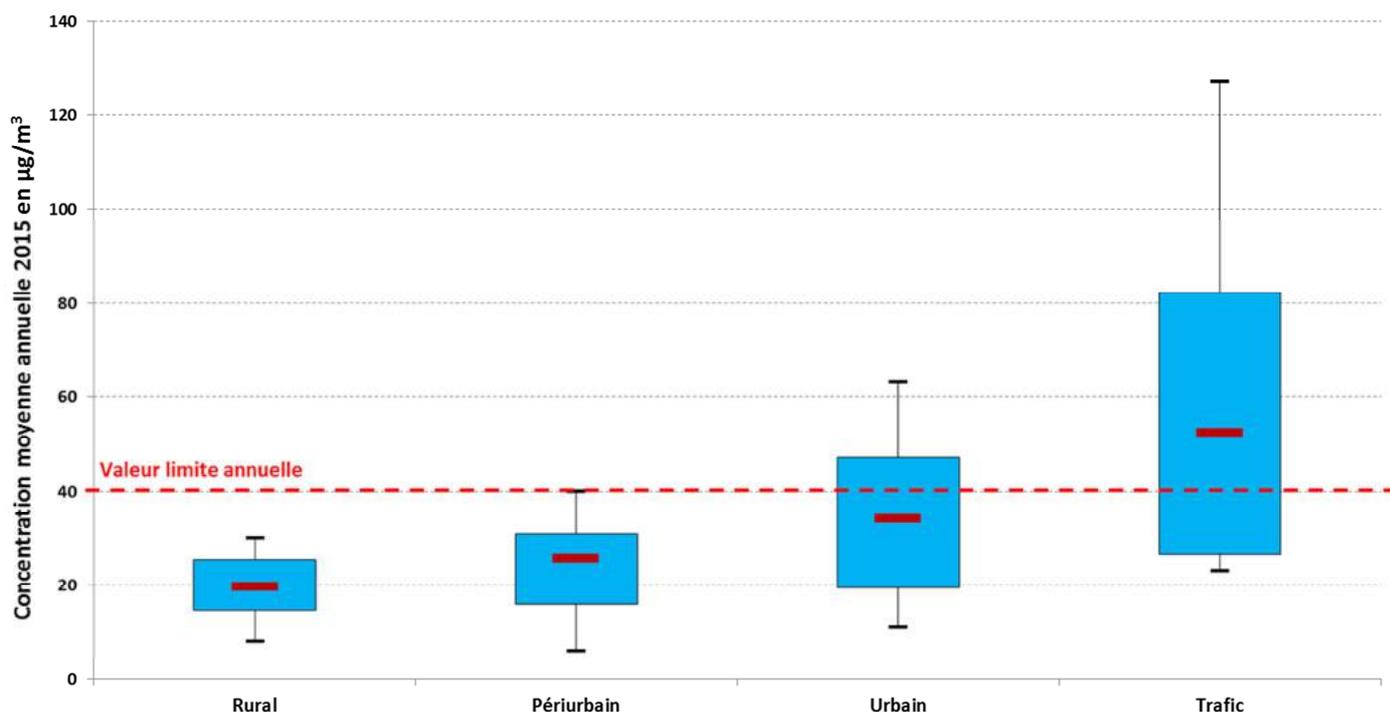


Carte 4 : Localisation des sites et leurs estimations annuelles sur les communes d'Antibes, Villeneuve-Loubet, Cagnes, Saint-Laurent du Var et Nice



Carte 5 : Localisation des sites et leurs estimations annuelles sur les communes de La Trinité, Villefranche, Beaulieu, Eze, La Turbie, Cap d'Ail, Beausoleil, Roquebrune-Cap-Martin, Menton

Le graphe ci-après affiche la répartition des concentrations annuelles par typologie :



Graphe 3 : Diagramme de Tukey¹ des valeurs annuelles 2015 sur le département des Alpes-Maritimes selon la typologie

Les mesures en situation trafic correspondent aux valeurs les plus élevées avec 80 % des données comprises entre 27 et 82 µg/m³.

Sur les 27 sites en situation trafic, 18 présentent une estimation annuelle des concentrations en NO₂ supérieure à la valeur limite annuelle (40 µg/m³).

Les concentrations les plus fortes se retrouvent, comme attendu, au niveau de l'autoroute A8 ainsi qu'à proximité des zones où le trafic routier est conséquent, par exemple :

- Secteur des Trois-Moulins, Antibes (103 µg/m³),
- Boulevard Carnot, Cannes (73 µg/m³),
- Voie Mathis, Nice (67 µg/m³).

¹ Pour chaque série de données (trafic, urbain...), la barrette rouge situe la moyenne de la série ; la zone bleue intègre 80 % des données ; le maximum et le minimum sont représentés respectivement par les barrettes noires supérieures et inférieures.

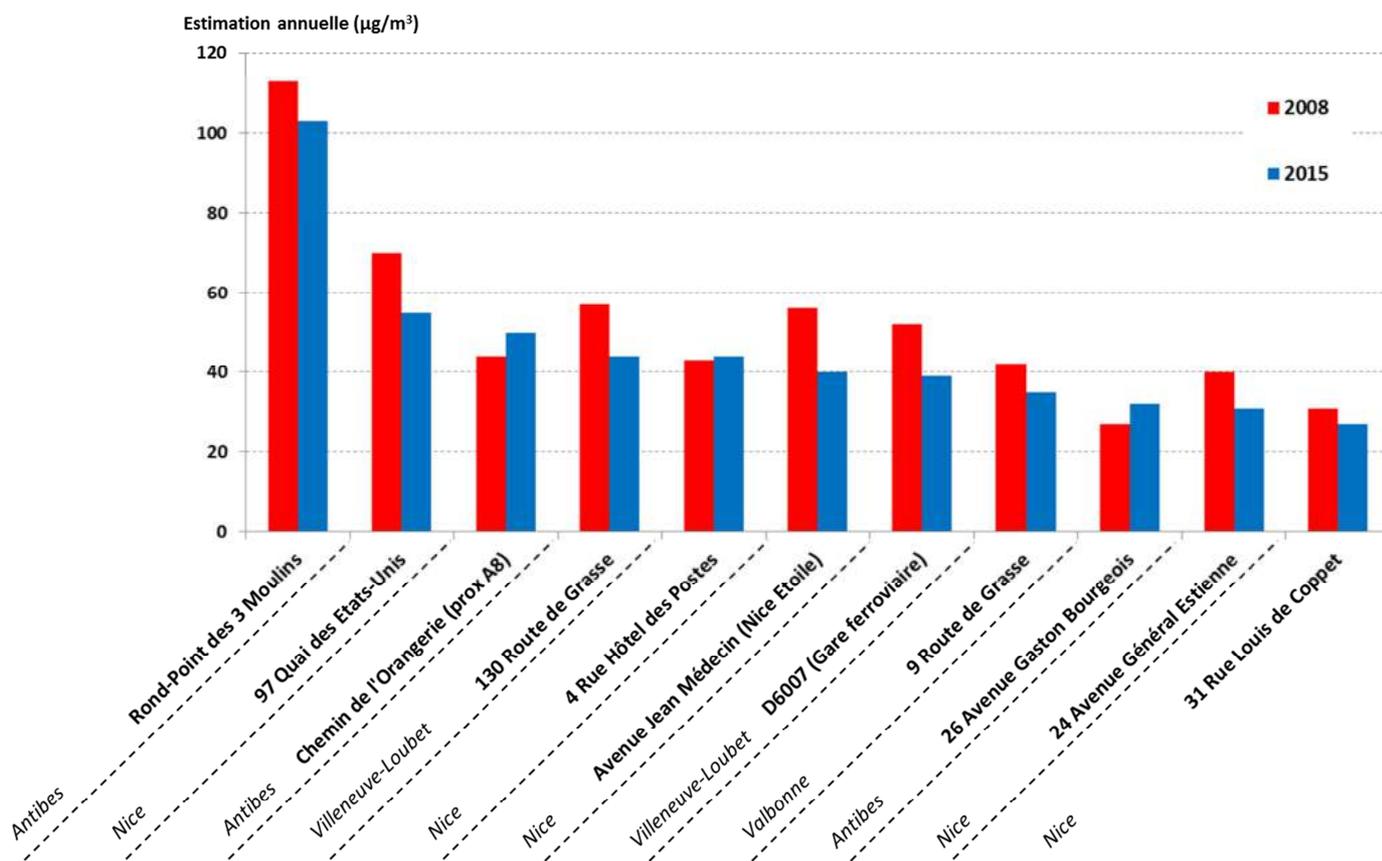
Les mesures en situation urbaine sont majoritairement comprises entre 19 et 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sur les 41 sites urbains échantillonnés, 10 présentent une estimation annuelle des concentrations en NO_2 supérieure à la valeur limite annuelle (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ces concentrations relativement élevées sont mesurées au niveau des zones urbaines denses pour lesquelles l'environnement atmosphérique est influencé par les voies de circulations les traversant et parmi elles :

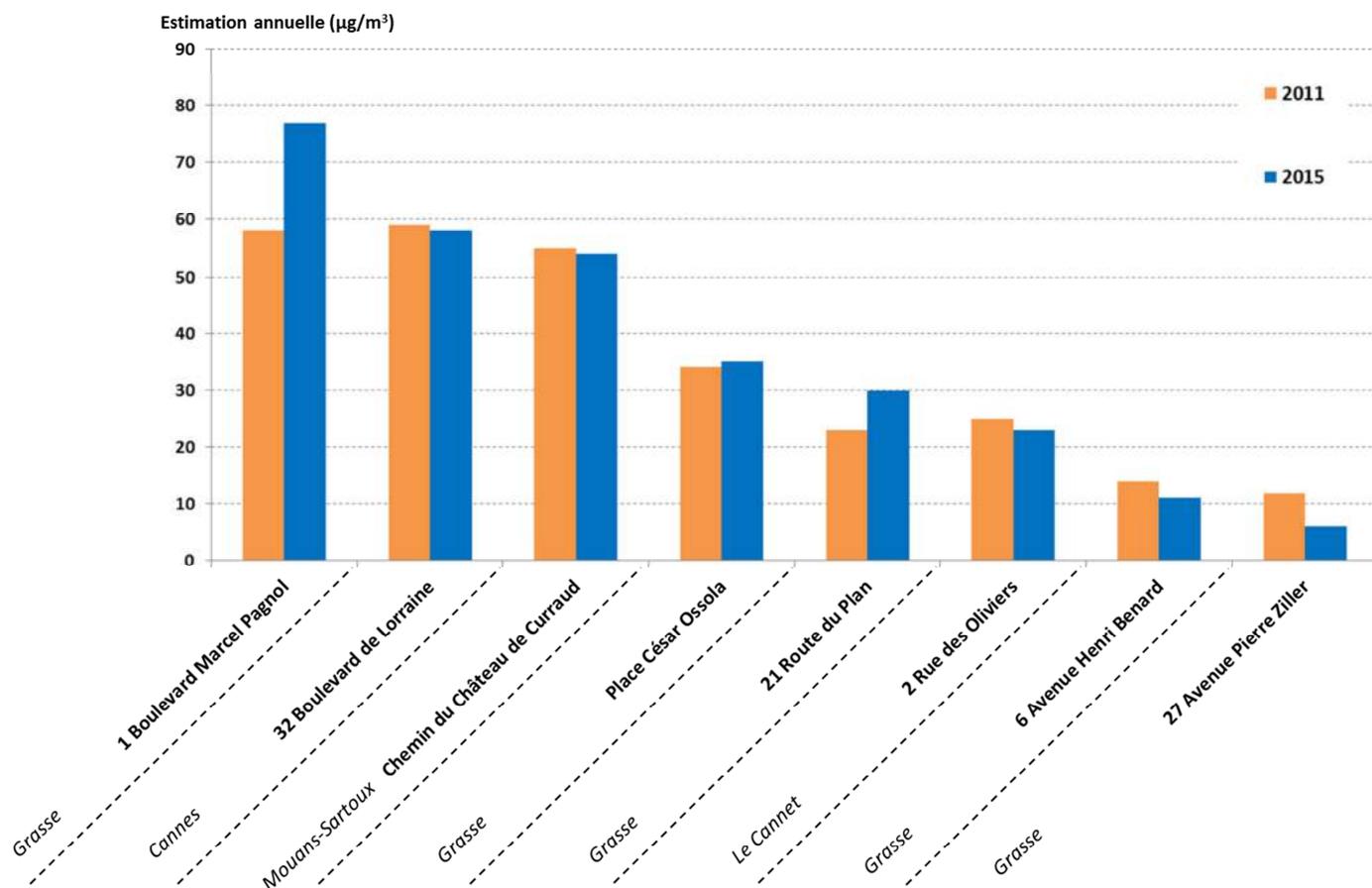
- Quartier Jean Médecin, Nice (63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Place des Amis de la Liberté, La Trinité (56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Place Garibaldi, Nice (47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les valeurs les plus faibles sont mesurées en situation rurale et périurbaine. Ces zones présentent des concentrations en NO_2 moindre du fait d'un bâti moins dense qui permet une meilleure dispersion des polluants et d'une densité de trafic à proximité généralement plus faible.

Les graphes ci-après montrent l'évolution des estimations annuelles obtenues en 2008 et 2011 par rapport aux estimations annuelles 2015 pour les sites identiques aux campagnes passées :



Graph 4 : Evolution des estimations annuelles des concentrations de NO_2 sur des sites échantillonnés en 2008 et 2015



Graphe 5 : Evolution des estimations annuelles des concentrations de NO₂ sur des sites échantillonnés en 2011 et 2015

En 2015, par rapport aux campagnes passées, globalement les estimations annuelles sont à la baisse de plusieurs µg/m³.

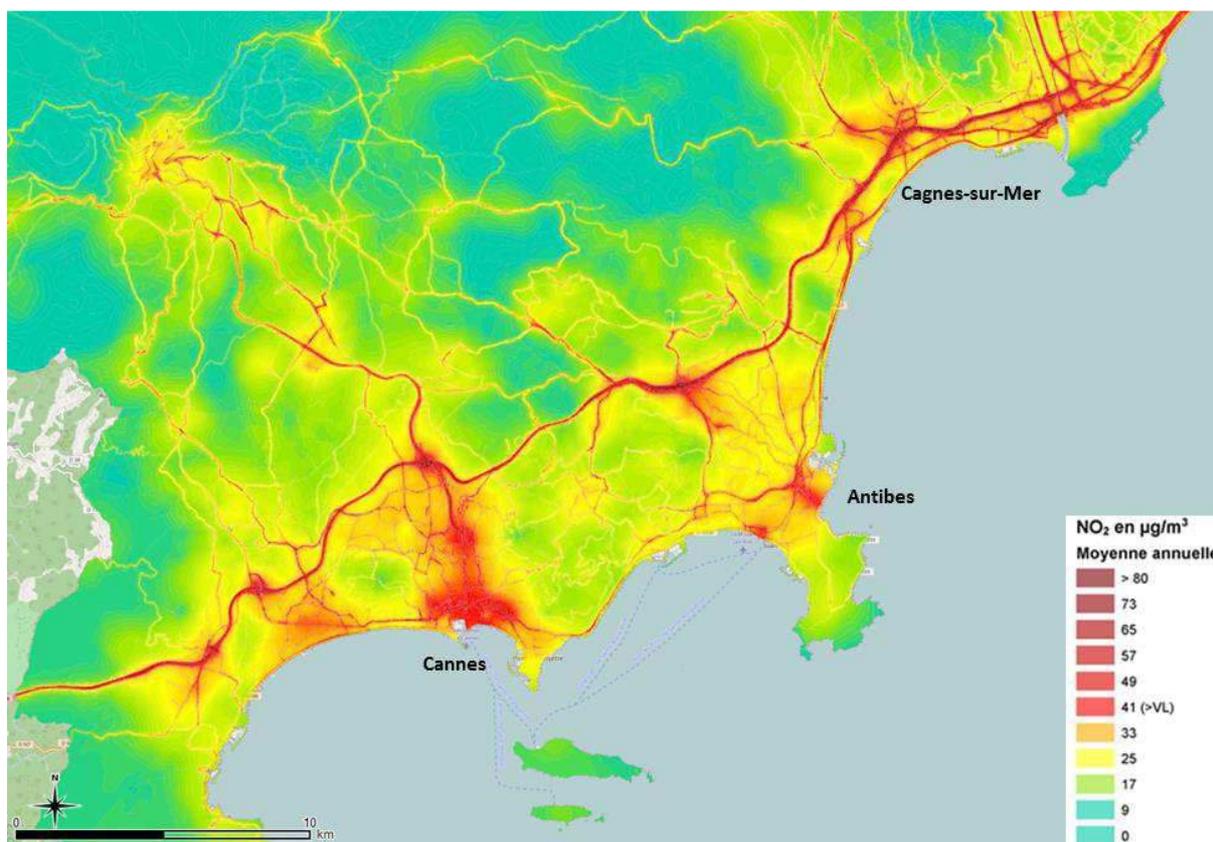
La grande majorité des contre-exemples sont liés à l'emplacement du point de mesure. En effet, pour certains points, le lieu exact de mesure n'a pas été repris précisément au même endroit que dans le passé (disparition du réverbère, réaménagement de la voirie, etc.). La mesure 2015 a alors été effectuée le plus souvent plus près de l'axe qu'auparavant.

Parmi les sites échantillonnés entre 2008 et 2015, le site de Nice Etoile sur l'avenue Jean Médecin a subi un réaménagement avec la suppression de plusieurs voies de circulation et la mise en place de la ligne 1 du tramway.

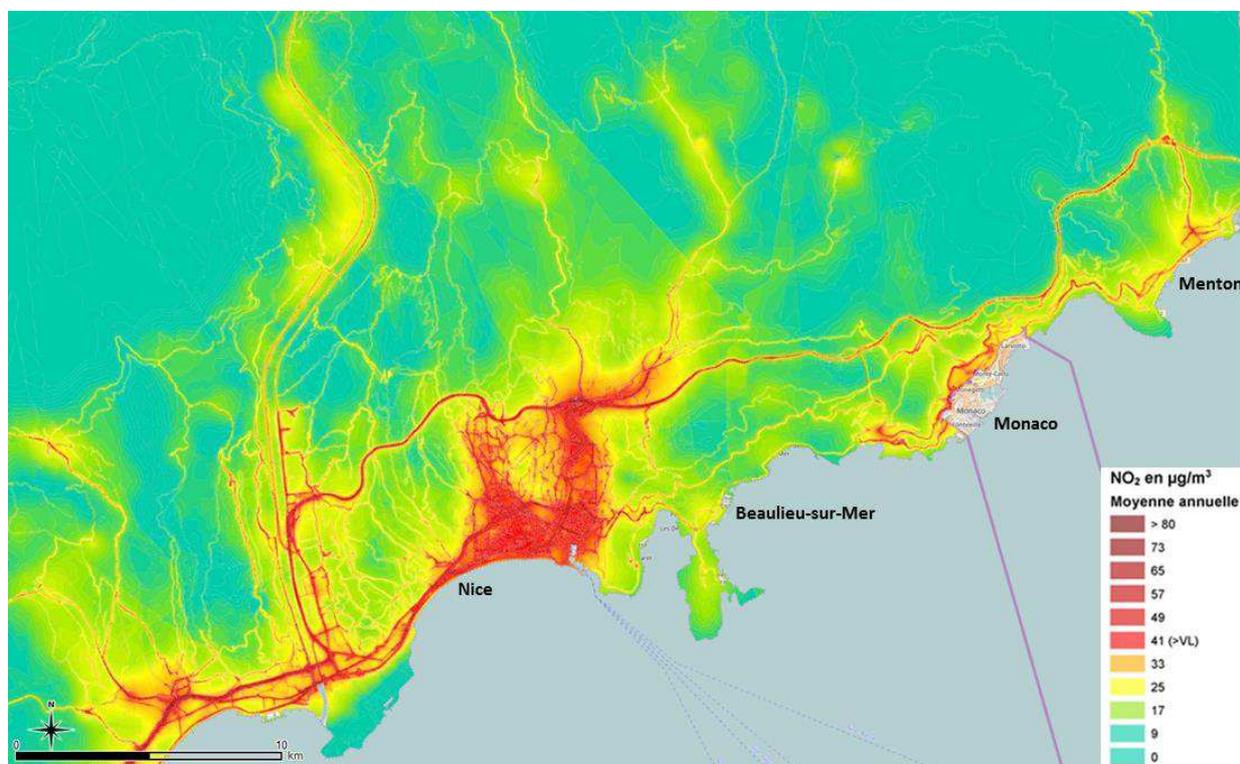
Ce réaménagement semble avoir eu effectivement un effet bénéfique sur la qualité de l'air puisque l'estimation annuelle à cet endroit est passée de 59 µg/m³ en 2008 à 40 µg/m³ en 2015.

Il faut toutefois garder à l'esprit que l'activité urbaine reste importante et que des voies de circulation, perpendiculaires au tracé de la ligne 1, sont toujours présentes et restent une source d'émissions d'oxydes d'azote sur la zone.

Les mesures issues de cet échantillonnage ont été intégrées, avec les mesures permanentes, aux outils de modélisation afin de réaliser la cartographie annuelle 2015 en dioxyde d'azote.



Carte 6 : Cartographie des concentrations annuelles de dioxyde d'azote sur la zone Ouest du littoral urbain des Alpes-Maritimes en 2015



Carte 7 : Cartographie des concentrations annuelles de dioxyde d'azote sur la zone Est du littoral urbain des Alpes-Maritimes en 2015

En 2015, les zones dont les valeurs sont supérieures à la valeur limite annuelle sont identifiées à proximité des grands axes de circulation du littoral dont les plus importants sont l'Autoroute A8, la voie rapide Pierre Mathis, le boulevard de Lorraine, la Moyenne Corniche, etc.

D'une manière générale, les principaux centres urbains du littoral sont soumis, du fait d'une activité urbaine importante, à des concentrations en NO₂ susceptibles d'approcher, voire de dépasser, la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m³).

Au sein de ces grands centres urbains des concentrations relativement élevées sont retrouvées régulièrement dans des rues qualifiées couramment de « canyon », c'est-à-dire des rues assez étroites, bordées de chaque côté par des bâtiments de plusieurs étages, empêchant une circulation d'air efficace et favorisant alors l'accumulation des polluants (exemple : Rue Pertinax à Nice).

Certaines zones présentent une configuration propice à une bonne qualité de l'air, mais sont influencées par la pollution liée aux axes routiers proches. De ce fait, les concentrations mesurées présentent un risque de dépassement de la valeur limite annuelle (exemple : Place Garibaldi à Nice).

L'avenue Jean Médecin à Nice et le boulevard Carnot à Cannes ont chacun été réaménagés ces dernières années avec respectivement l'arrivée de la ligne 1 du tramway et la mise en place d'un Bus à Haut Niveau de Service (BHNS).

Ces aménagements semblent avoir apporté un gain en termes de qualité de l'air mais l'activité urbaine au niveau de ces zones reste importante et les voies de circulation, bien que réduites, sont toujours présentes.

Le constat semble similaire au niveau de la Coulée Verte de Nice. L'estimation annuelle au cœur de cet espace vert, bordé par l'avenue Félix Faure et le boulevard Jean Jaurès, bien que légèrement en-deçà de la valeur limite réglementaire, reste proche de cette valeur et présente donc un risque de dépassement.

En dehors des grandes agglomérations, les observations mettent en évidence des niveaux dits « de fond »² en s'éloignant d'environ 150 m de tout axe de circulation.

Pour rappel, les échantillonnages passifs apportent une information annuelle spatialisée. L'information sur l'évolution temporelle des concentrations est donnée par les mesures pérennes sur le territoire.

Ces compléments d'informations, pour le dioxyde d'azote, sont disponibles en *annexe 2*.

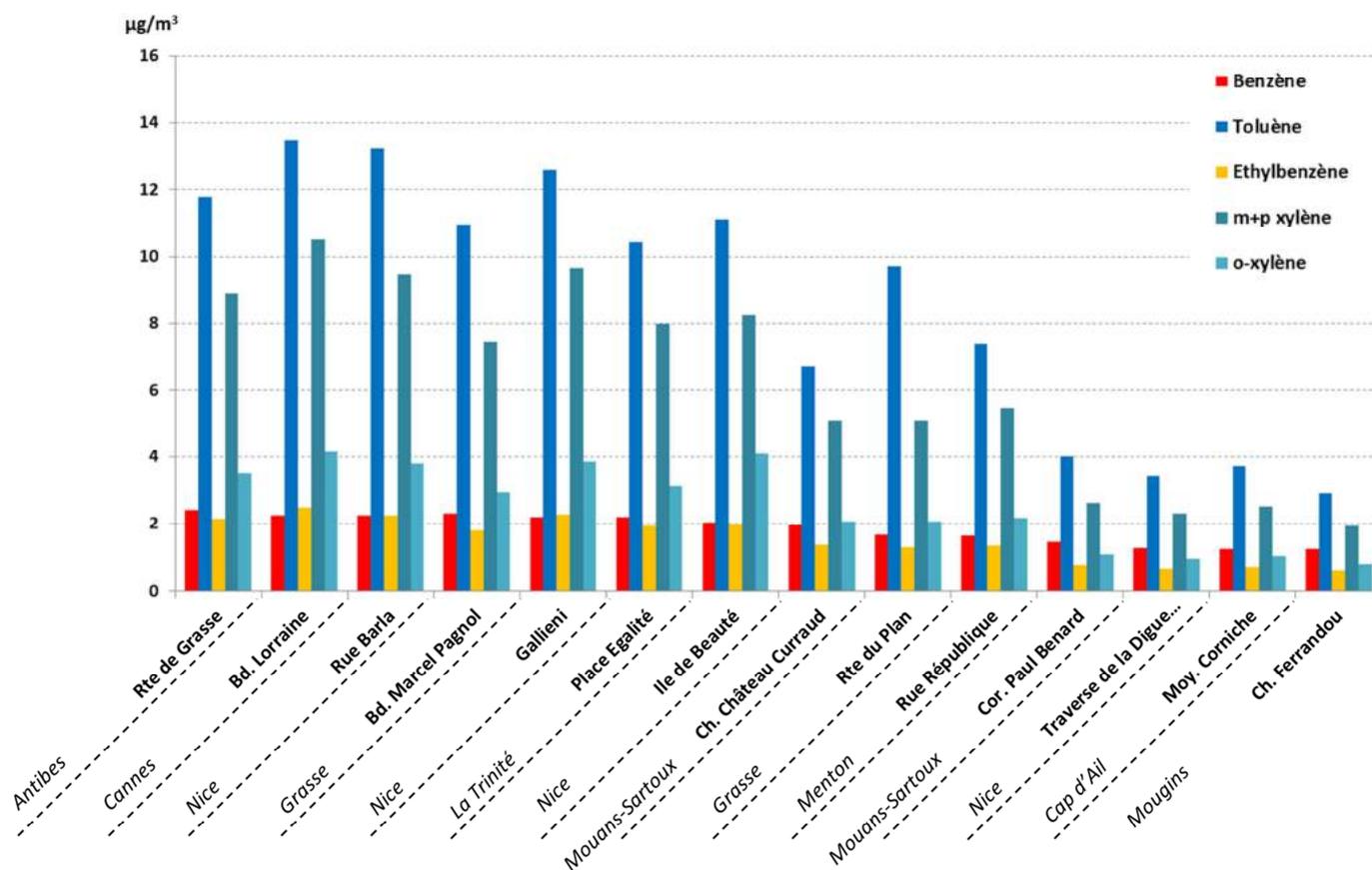
² Niveaux mesurés loin de toute source de pollution

Campagne de mesure de dioxyde d'azote sur le département des Alpes-Maritimes, 2015 – Air PACA, 2017

b. Benzène, Toluène, Ethyl-benzène, Xylènes (BTEX)

Dans le cadre de cette campagne, on s'intéresse principalement aux mesures de benzène, seul composé organique volatil (COV) réglementé dans l'air ambiant.

Le graphe ci-dessous présente les résultats des estimations annuelles suite aux mesures par échantillonnage passif :

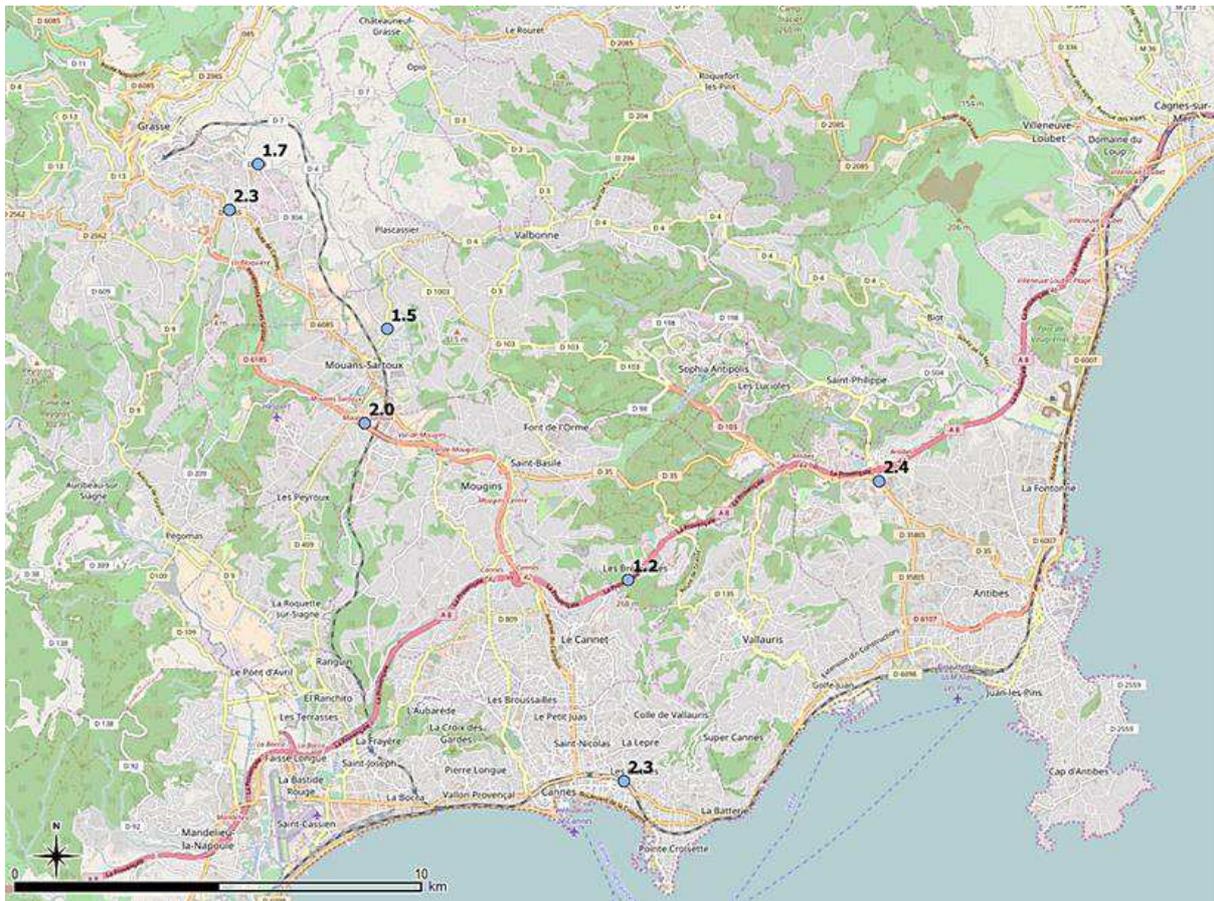


Graphe 6 : Estimations annuelles en Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes suite aux mesures par échantillonnage passif sur les Alpes-Maritimes en 2015

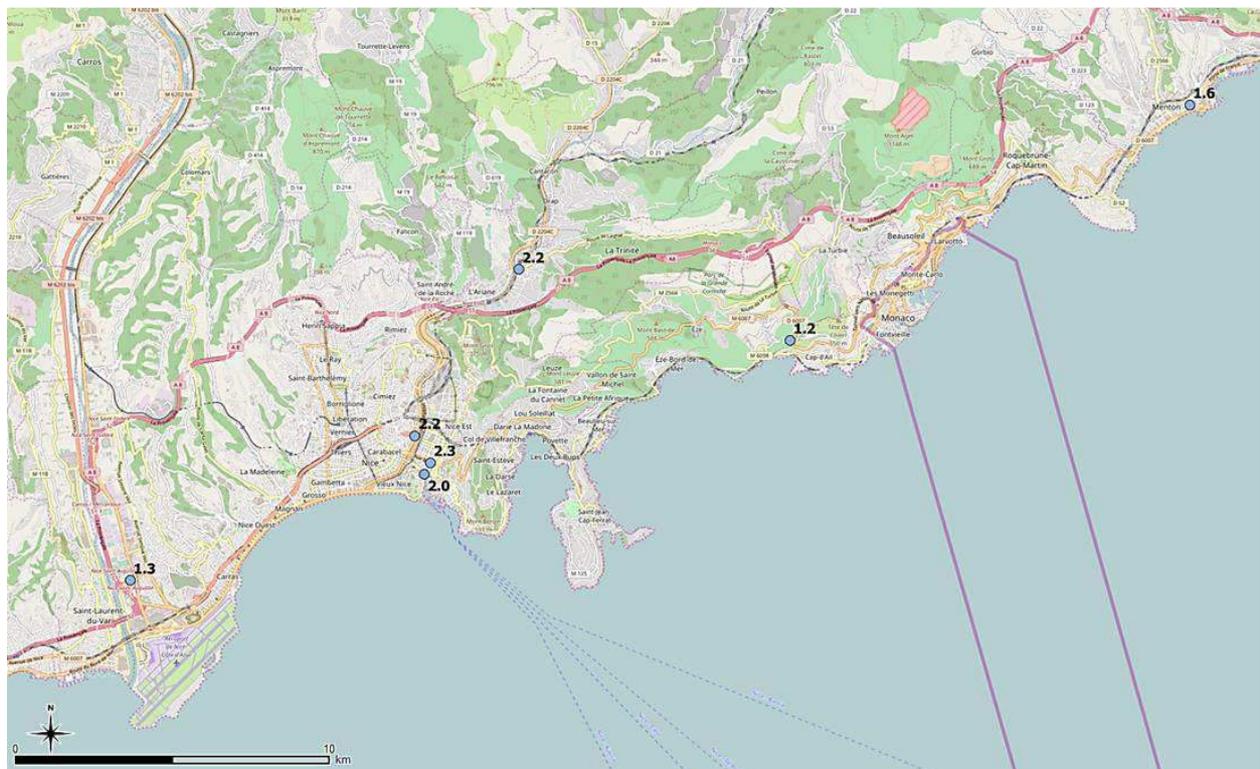
Au-delà des conditions météorologiques, des critères tels que la composition du parc de véhicules et la fluidité du trafic influent sur les niveaux mesurés. En effet, les émissions de benzène les plus importantes proviennent des véhicules à moteurs essence les plus anciens et circulant en ville, à faible vitesse. De plus, les émissions de benzène sont plus importantes lorsque la fluidité du trafic est faible. Ainsi, les zones encombrées régulièrement par des embouteillages présentent des niveaux de benzène plus élevés qu'ailleurs.

Toutefois, ces premiers résultats semblent indiquer que la valeur limite réglementaire ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) est nettement respectée sur l'ensemble de la zone de mesure.

La valeur cible pour la protection de la santé ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) semble être approchée voire légèrement dépassée sur les zones à fort trafic.



Carte 8 : Estimations des concentrations annuelles (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de benzène sur la zone Ouest du littoral urbain des Alpes-Maritimes en 2015



Carte 9 : Estimations des concentrations annuelles (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de benzène sur la zone Est du littoral urbain des Alpes-Maritimes en 2015

Sur les 10 dernières années, les concentrations moyennes annuelles en benzène ont diminué de 50 %, aussi bien en zone urbaine qu'en situation trafic.

Ce polluant présente une importante saisonnalité en milieu urbain avec des teneurs hivernales deux fois plus élevées que celles observées en été. Cette évolution s'explique par divers critères :

- En hiver, les émissions locales de polluants sont plus nombreuses, dues au chauffage urbain et à l'utilisation plus fréquente de la voiture (température plus faible),
- En hiver, les conditions météorologiques sont stables et donc plus favorables à l'accumulation des polluants,
- En été, les oxydants présents dans l'air (radical hydroxyle notamment) réagissent davantage avec le benzène, composé très volatil, qui est alors consommé.

En situation trafic, cette saisonnalité est moins marquée (+15 % en hiver) en raison du nombre et de la proximité des sources.

L'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) peut néanmoins être dépassé, principalement à proximité des grands axes, comme le montre certains sites choisis pour cette campagne de mesure, avec une estimation annuelle maximale de $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relevée en situation trafic.

Risque de dépassement de la valeur réglementaire annuelle pour le dioxyde d'azote et respect pour le benzène

La campagne de mesure 2015 en dioxyde d'azote sur les Alpes-Maritimes a permis de compléter le diagnostic de la qualité de l'air sur la bande littorale allant de Mandelieu à Menton. Elle met en évidence les zones susceptibles de présenter un dépassement de la valeur limite annuelle.

Globalement, les zones les plus exposées sont celles situées à proximité immédiate des principaux axes de circulation. Aussi, certaines zones urbaines présentent une configuration favorable à l'accumulation des polluants du fait d'un bâti serré bordant les voies de circulations. D'autres sont influencées par les grands axes routiers proches.

Ainsi, la valeur limite annuelle réglementaire risque d'être dépassée pour ces zones.

Les aménagements mis en place en faveur de la qualité de l'air (tramway, BHNS, etc.) apportent une amélioration significative, sur les zones concernées, mais l'activité urbaine y reste conséquente et ne permet pas d'avoir des valeurs proches des niveaux dits « de fonds » et donc d'éviter un risque de dépassement de la valeur limite annuelle en dioxyde d'azote.

Les mesures pérennes indiquent une saisonnalité. Ainsi, en période hivernale, les concentrations annuelles en dioxyde d'azote augmentent en zone urbaine de l'ordre de 20 % en raison de conditions météorologiques favorables à l'accumulation des polluants. Cette saisonnalité est nettement moins marquée, voire inversée, en grande proximité des axes de circulation du fait d'une activité touristique très importante en période estivale. En 2015, le mois d'août se distingue par une hausse des concentrations, quel que soit l'environnement concerné, avec notamment une forte augmentation en situation trafic, en lien également avec l'activité touristique.

La valeur limite horaire est respectée chaque année, depuis 2006, quelle que soit la zone concernée.

Enfin, les mesures de benzène réalisées confirment le respect de la valeur limite annuelle sur la zone. Bien qu'approché, l'objectif de qualité doit être respecté sur les axes routiers régulièrement congestionnés.

Annexe 1 : Traitement des données

1. Dioxyde d'azote (NO₂)

a. Répétabilité

Pour cette campagne, des triplés d'échantillonneurs passifs ont été placés sur la station de mesure de « Nice Promenade » (en situation trafic) et sur la station de « Cannes Broussailles » (en situation urbaine). Le but étant de s'assurer de la répétabilité des mesures et d'évaluer la cohérence des données des tubes par rapport aux données des stations, constituant les données de référence.

Les données brutes issues des mesures estivales et hivernales ont montré une légère surestimation des niveaux par rapport aux mesures des stations.

En effet, les tableaux ci-dessous présentent les données brutes issues des triplés d'échantillonneurs ainsi que les données aux stations pour la même période :

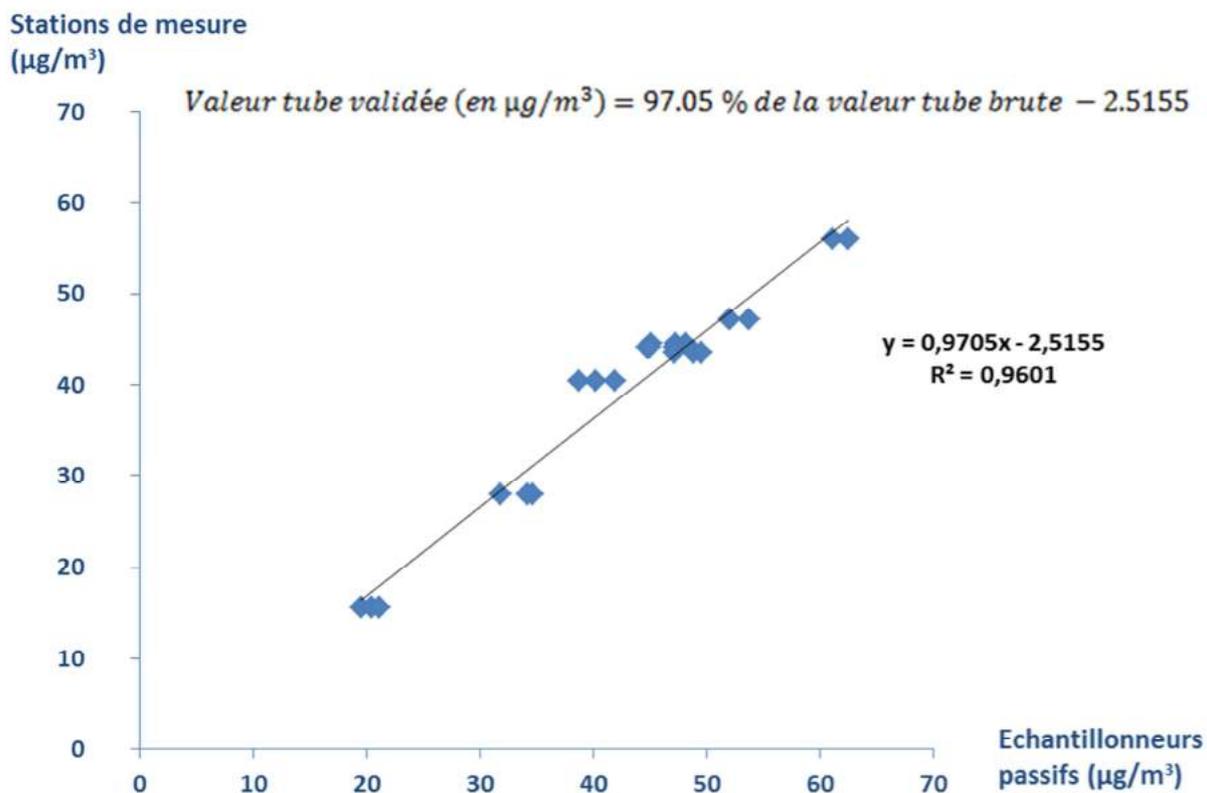
	Triplé Nice Promenade (tubes) (en µg/m ³)	Station Nice Promenade (en µg/m ³)
période du 09/06/2015 au 23/06/2015	52	47
	54	
	52	
période du 23/06/2015 au 07/07/2015	63	56
	61	
	63	
période du 24/11/2015 au 08/12/2015	48	45
	45	
	47	
période du 08/12/2015 au 21/12/2015	39	40
	42	
	40	

Tableau 1 : Données NO₂ tubes, station – Nice Promenade

	Triplé Cannes Broussailles (tubes) (en µg/m ³)	Station Cannes Broussailles (en µg/m ³)
période du 09/06/2015 au 24/06/2015	20	16
	21	
	21	
période du 24/06/2015 au 08/07/2015	35	28
	34	
	32	
période du 25/11/2015 au 08/12/2015	47	44
	45	
	45	
période du 08/12/2015 au 22/12/2015	47	43
	49	
	50	

Tableau 2 : Données NO₂ tubes, station – Cannes Broussailles

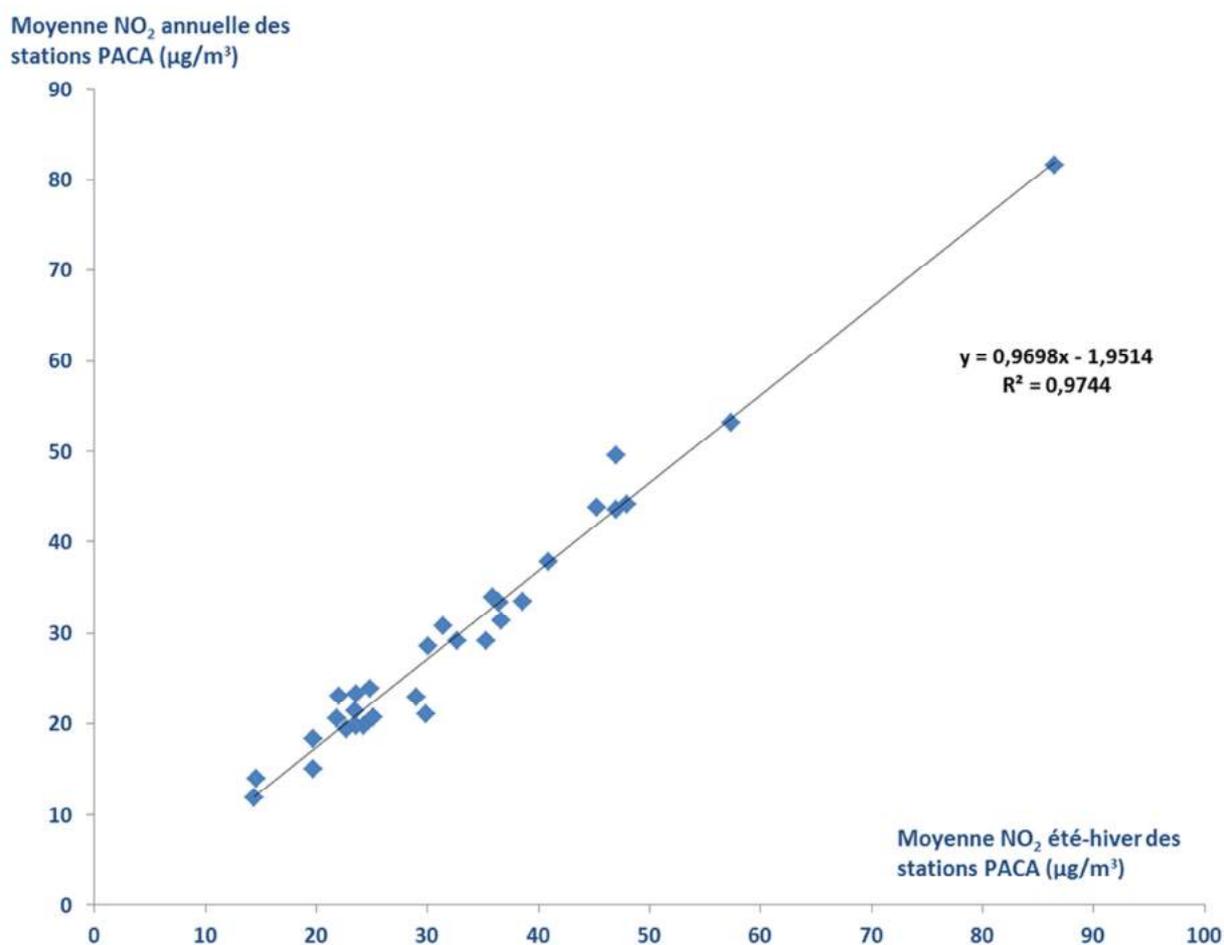
Le graphe ci-après, présentant la corrélation entre les données des échantillonneurs passifs et les données des stations, permet de calculer l'équation de validation métrologique à appliquer aux valeurs brutes.



Graph 7 : Corrélation entre les données brutes des échantillonneurs et les données des stations

b. Saisonnalité

Dans un second temps, l'estimation annuelle des données est calculée. En effet, les données ont été recueillies, par les échantillonneurs passifs, sur une période de 4 semaines en été et de 4 semaines en hiver. Afin de restreindre l'impact de la saisonnalité et d'affiner la représentativité annuelle des données, la corrélation des mesures NO₂, moyennées sur les périodes estivale et hivernale de la campagne, de l'ensemble des stations de PACA avec la moyenne annuelle obtenue pour chacune de ces stations est utilisée.



Graph 8 : Corrélation entre les moyennes NO₂ des stations de PACA sur les périodes estivales et hivernales avec la moyenne annuelle

L'équation de cette régression linéaire est à appliquer à chacune des valeurs, issue des échantillonneurs passifs, ayant été préalablement corrigée :

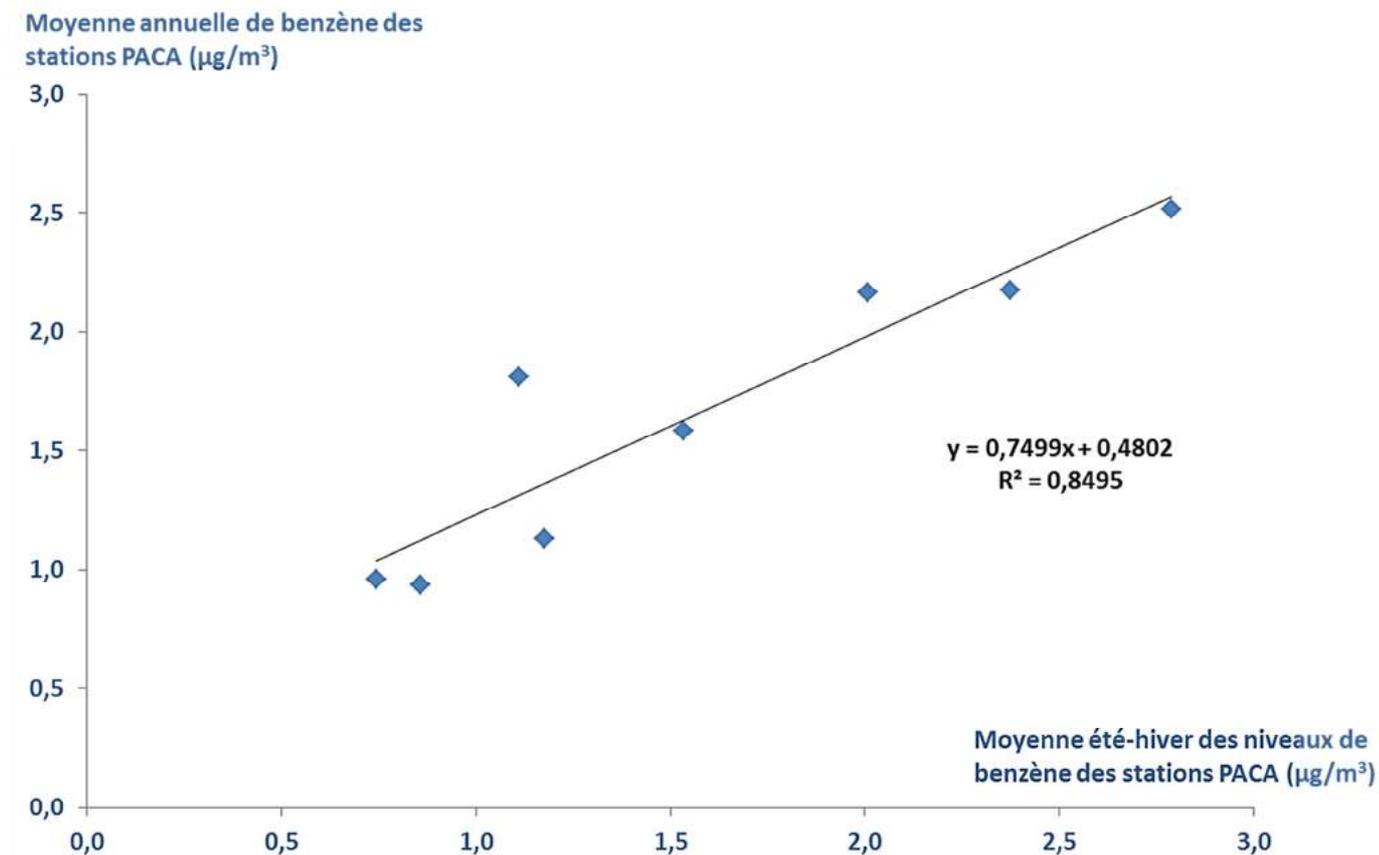
$$\text{Estimation annuelle (en } \mu\text{g/m}^3) = 96,98 \% \text{ de la valeur tube validée} - 1,9514$$

2. Benzène, Toluène, Ethyl-benzène, Xylènes (BTEX)

Lors de cette campagne de mesure, une quinzaine d'échantillonneurs passifs BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-Benzène et Xylènes) ont été positionnés en même temps que les échantillonneurs NO₂ afin de compléter nos connaissances sur le territoire. Un descriptif des polluants analysés est disponible en annexes 4 et 5.

Pour ces échantillonneurs passifs, la mesure de benzène est utilisée pour l'estimation annuelle des données.

Sur le même principe que précédemment, la corrélation des mesures de benzène, moyennées sur les périodes estivale et hivernale de la campagne, de l'ensemble des stations de PACA (hors sites industriels) avec la moyenne annuelle obtenue pour chacune de ces stations est utilisée.



Graphe 9 : Corrélation entre la moyenne été-hiver des niveaux de benzène des stations PACA avec la moyenne annuelle de ces stations

L'équation de cette régression linéaire est à appliquer à chacune des valeurs des tubes BTEX :

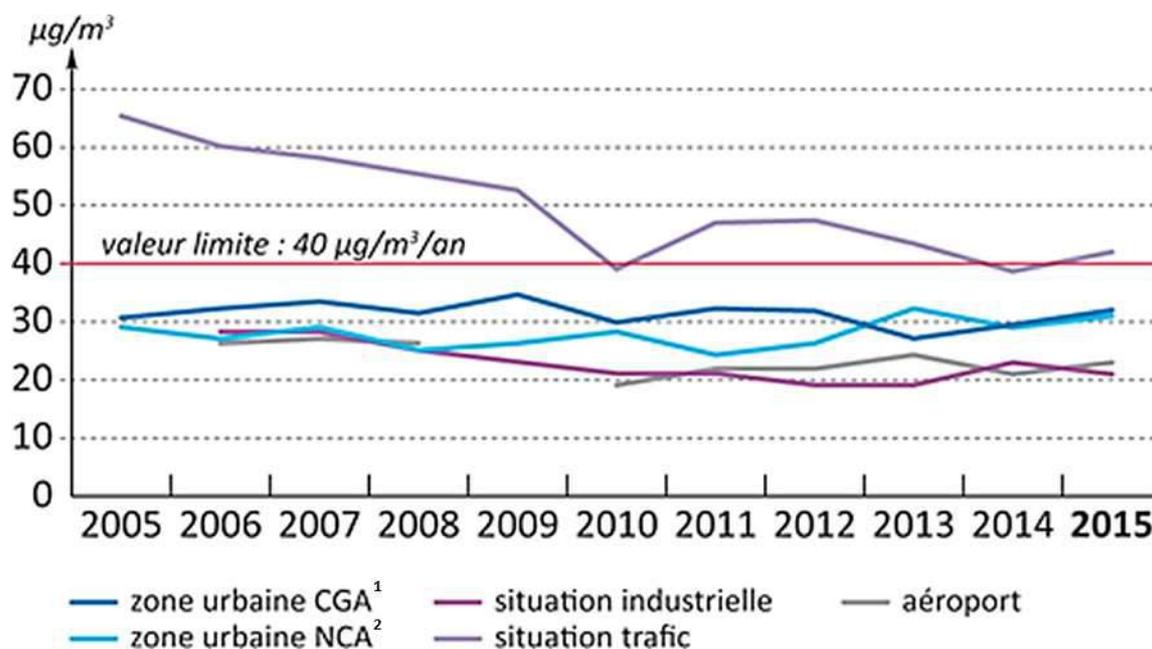
$$\text{Estimation annuelle (en } \mu\text{g}/\text{m}^3) = 74,99 \% \text{ de la valeur tube} + 0,4802$$

Annexe 2 : Bilan des mesures permanentes de NO₂ en 2015

Les graphes présentés ci-après illustrent les mesures de NO₂ permanentes réalisées sur le département des Alpes-Maritimes en 2015.

Pollution chronique

Baisse puis stabilité globale des niveaux d'oxydes d'azote depuis 10 ans, notamment en site trafic



Graphe 10 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote

Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote tendent à diminuer depuis le début des mesures et notamment depuis les années 2000, mais cette tendance se ralentit les deux dernières années.

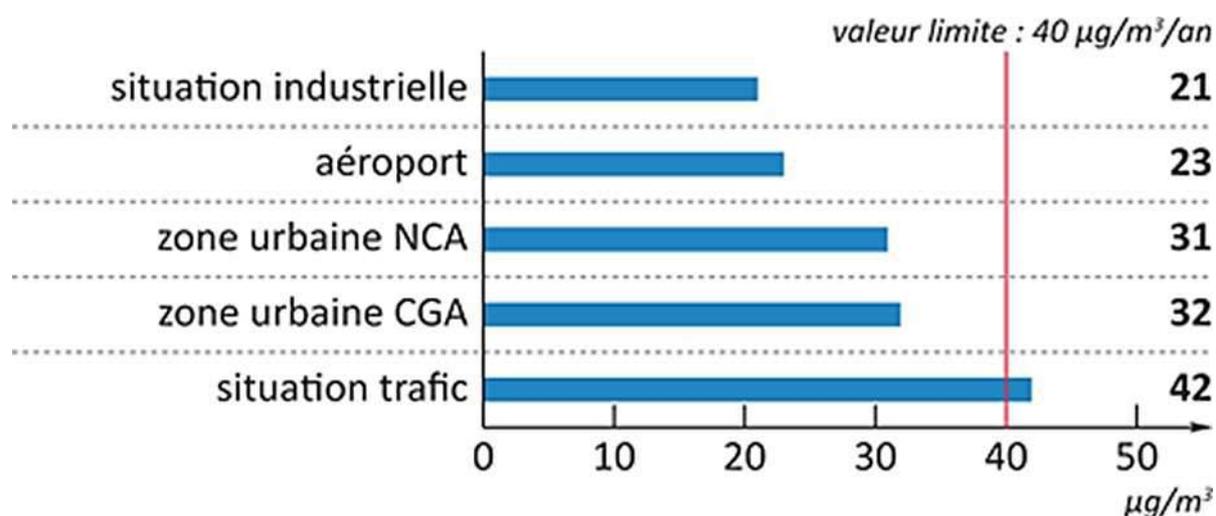
Cette diminution peut s'expliquer, du moins en partie, par le renouvellement du parc automobile et à la mise en application des normes EURO permettant un parc de véhicules moins polluants. Elle est d'ailleurs nettement plus marquée en situation trafic.

En situation urbaine, les niveaux sont relativement stables depuis 10 ans en raison de l'apport des émissions du résidentiel (chauffage) qui compensent la baisse de celle des transports.

³ CGA : Cagnes – Grasse – Antibes

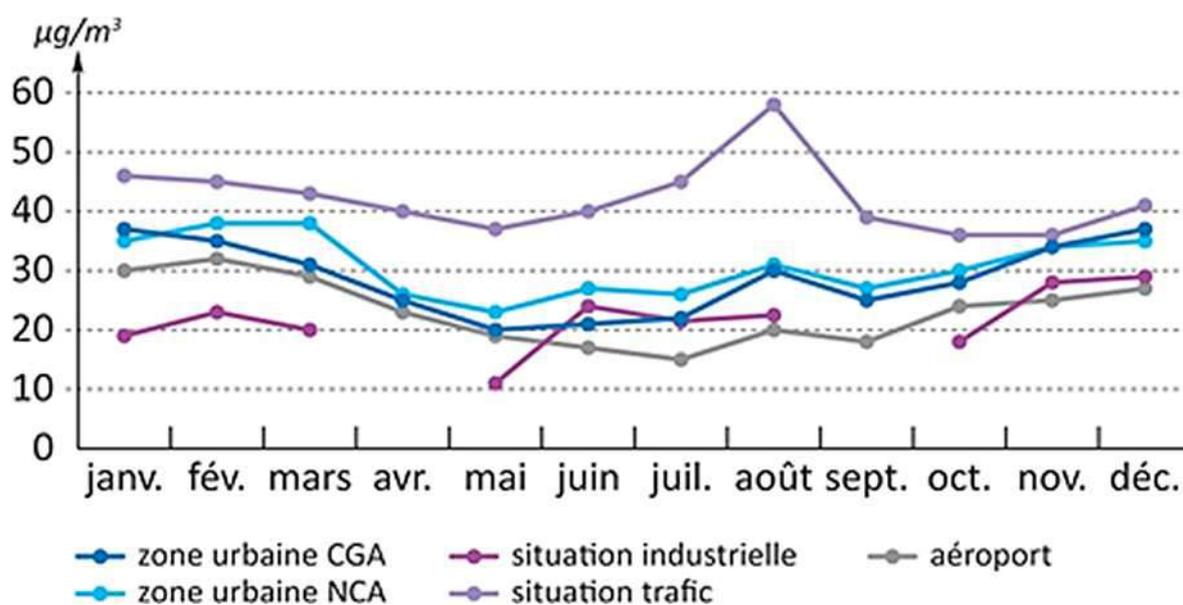
⁴ NCA : Nice Côte d'Azur

Zoom sur l'année 2015



Graphe 11 : Moyenne annuelle en dioxyde d'azote enregistrée en 2015

En 2015, les concentrations moyennes annuelles enregistrées sont comprises entre 21 et 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les zones. La situation trafic est la seule à ne pas respecter la valeur limite pour la protection de la santé humaine.



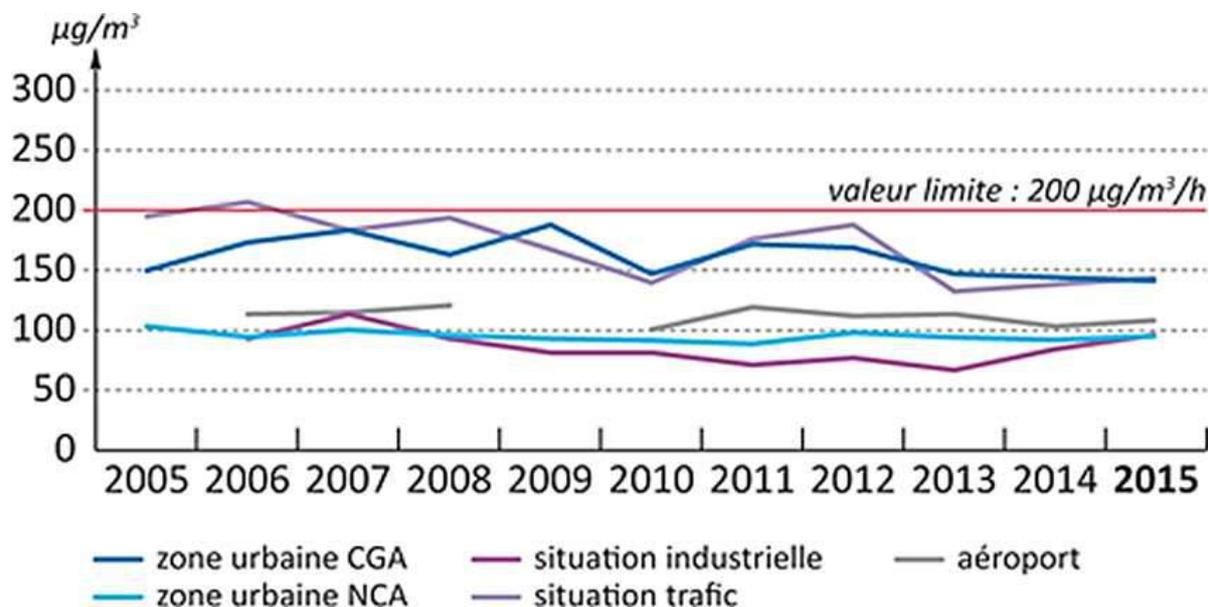
Graphe 12 : Evolution des moyennes mensuelles en dioxyde d'azote en 2015

Le comportement annuel se caractérise par une saisonnalité importante avec des niveaux moyens plus élevés en période hivernale (entre 15 % et 20 %), comme le montre l'évolution en zone urbaine.

Cette saisonnalité est nettement moins marquée en situation industrielle et presque inversée en grande proximité des axes de circulation. Le mois d'août se distingue par une hausse des concentrations, quel que soit l'environnement concerné, avec cependant une forte augmentation en situation trafic. Les *tableaux 1* et *2*, vus précédemment, viennent appuyer ces observations.

Pollution de pointe

Des concentrations maximales qui tendent à diminuer depuis 10 ans



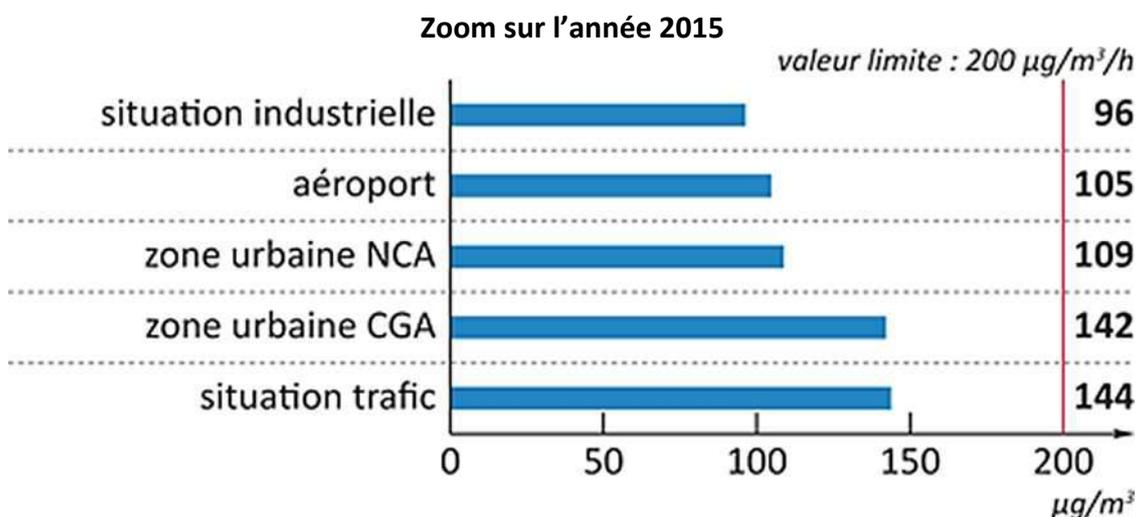
Graphique 13 : Evolution du percentile 99,85 des concentrations horaires en dioxyde d'azote

Le trafic automobile est, depuis une quinzaine d'années, en augmentation d'environ 1 % par an en moyenne. Malgré cette tendance, les améliorations techniques réalisées (motorisations moins émissives avec l'application des normes EURO, généralisation des pots catalytiques...) ont contribué à une diminution de la pollution de pointe.

La valeur limite horaire n'a été dépassée qu'une fois en situation trafic en 2006. Depuis, elle est respectée chaque année, quelle que soit la zone concernée.

Pour rappel : La valeur limite en dioxyde d'azote pour la protection de la santé est fixée à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de dix-huit heures par an, soit 0,2 % de l'année. Pour respecter cette valeur limite, les concentrations horaires mesurées doivent rester inférieures à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ plus de 99,8 % de l'année.

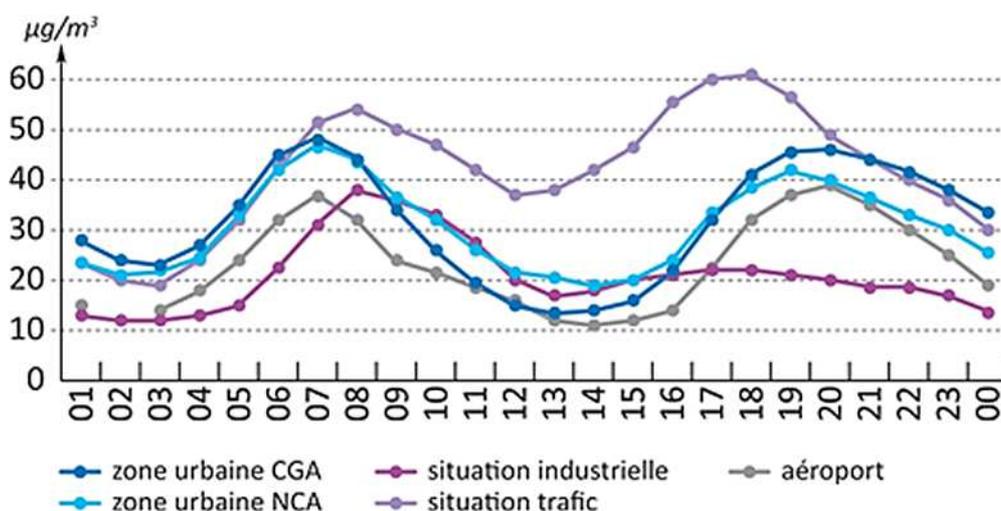
⁵ Le percentile 99,8 d'une série de données correspond à la valeur pour laquelle 99,8 % des valeurs de la série lui sont inférieures.



Graph 14 : Percentile 99,8 des concentrations horaires en dioxyde d'azote, enregistrée en 2015

Sur l'ensemble des zones, la valeur limite horaire pour la protection de la santé a été respectée en 2015.

Les teneurs les plus élevées sont constatées en situation trafic où 99,8 % des concentrations sont inférieures à $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La zone de Cannes-Grasse-Antibes affiche une valeur équivalente qui s'explique par l'influence de l'autoroute.



Graph 15 : Evolution des concentrations horaires en dioxyde d'azote sur une journée type

Sur l'évolution journalière, les pics dits « trafic » liés aux déplacements domicile-travail apparaissent clairement pour la majorité des zones, excepté en situation industrielle. Cette particularité provient du site lui-même. Implanté dans la vallée des Paillons, il subit l'influence de la brise descendante en fin d'après-midi qui favorise la dispersion des polluants et atténue alors le pic du soir.

A l'inverse, en situation trafic, le pic du soir est plus conséquent et les niveaux moyens restent les plus élevés. En zone urbaine, les pics du matin et du soir sont d'égale intensité. L'évolution sur le site de l'aéroport est davantage rythmée par l'activité aéroportuaire avec des horaires de pics dépendant des mouvements d'avions et du trafic associé.

Annexe 3 : Conditions météorologiques en 2015

La concentration des polluants dans l'atmosphère dépend fortement des conditions météorologiques.

Les vents

Le vent est un facteur essentiel expliquant la dispersion des polluants. Dans les Alpes-Maritimes, la direction du vent est conditionnée par la mer et le relief. Sur les roses des vents de Nice et Cannes, deux situations caractéristiques prédominent :

- des vents modérés à forts en provenance du secteur Nord/Nord-Ouest (Nice) ou Nord et Sud (Cannes),
- des vents faibles de secteur Nord (Cannes).

Les vents nuls sont peu fréquents et représentent seulement 2 % à Nice et Cannes.



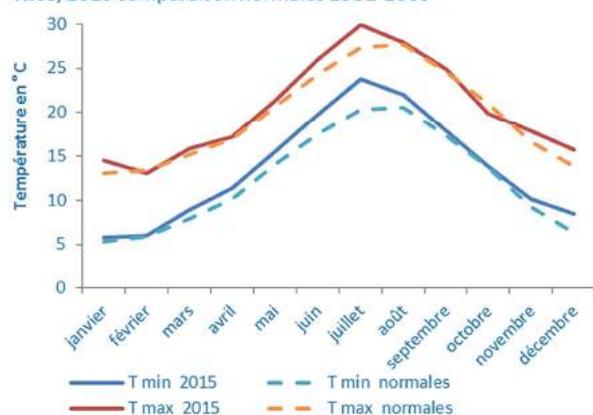
Graph 16 : Roses des vents 2015 à Nice et Cannes (données Météo France)

La température et la pluviométrie

L'été, le fort rayonnement solaire présent en région PACA produit de l'ozone aux heures les plus chaudes de la journée à partir des NOx et COV émis par les activités humaines et naturelles. Juillet affiche des températures supérieures d'environ 3°C aux normales.

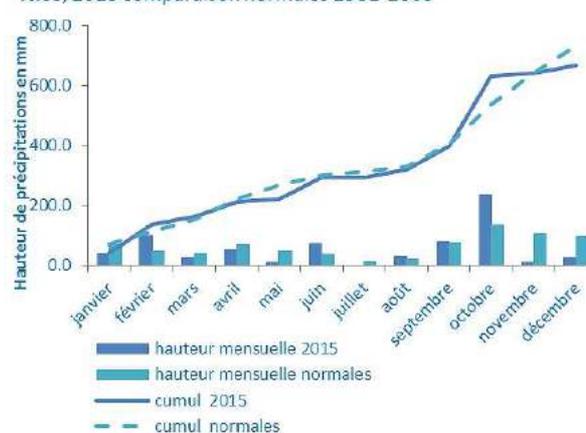
L'hiver, des températures froides, avec peu de précipitation et un vent faible sont les conditions les plus propices à l'accumulation des particules fines. La masse d'air froide, plus dense, reste proche du sol et les polluants émis s'y accumulent. Le taux de particules augmente comme en janvier 2015.

Nice, 2015 comparaison normales 1981-2000



Graph 17 : Evolution mensuelle 2015 des températures maximale et minimale à la station de Nice (source : site internet Météo France)

Nice, 2015 comparaison normales 1981-2000



Graph 18 : Evolution mensuelle 2015 des précipitations à la station de Nice (source : Météo France).

station de Nice	Température min	Température max	Pluviométrie (en mm)	Nombre de jours de pluie	Particularités *
Janvier	5,8	14,5	38,5	4	
Février	6	13,1	97,5	9	pluvieux
Mars	8,9	15,8	23,9	7	
Avril	11,4	17,2	52	5	
Mai	15,5	21,3	8,3	1	sec
Juin	19,7	26	72,6	4	Pluvieux, chaud
Juillet	23,8	29,9	0	0	Très sec, très chaud
Août	22	27,9	27,1	3	
Septembre	17,8	24,9	76,7	5	
Octobre	13,8	19,9	235,3	7	Très pluvieux, orages violents les 2 et 3
Novembre	10,2	17,9	10,2	2	Peu pluvieux
Décembre	8,5	15,7	26,6	2	Peu pluvieux

Tableau 3 : Tableau synthétique des principaux paramètres météorologiques, station de Nice. Source : Site internet Météo France

* Les particularités sont issues des bilans mensuels climatiques PACA.

La pluviométrie est également un paramètre important sur les concentrations en polluant présent dans l'atmosphère. La pluie permet un lessivage des particules fines et des polluants gazeux présents dans l'air ambiant.

L'année 2015 a été marquée par les dramatiques précipitations du 3 octobre. Cet épisode localisé représente 30 % de la pluviométrie de l'année 2015. Février et juin ont vu leurs précipitations habituelles doubler. A l'inverse, les deux derniers mois de l'année affichent un déficit pluviométrique très important (novembre : -90 %) associé à un taux de particules élevé

Annexe 4 : Caractéristiques des principaux polluants

Dioxyde d'azote (NO₂)

Origine et dynamique : Le NO₂ (dioxyde d'azote) est un polluant dont l'origine principale est le trafic routier, issu de l'oxydation de l'azote atmosphérique et du carburant lors des combustions à très hautes températures. C'est le NO (monoxyde d'azote) qui est émis à la sortie du pot d'échappement, il est oxydé en quelques minutes en NO₂. La rapidité de cette réaction fait que le NO₂ est considéré comme un polluant primaire. On le retrouve en quantité relativement plus importante à proximité des axes de forte circulation et dans les centres villes.

Il est particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver. Les oxydes d'azote sont des précurseurs de la pollution photochimique et de dépôts acides (formation d'acide nitrique).

Benzène (C₆H₆)

Origine et dynamique : Le benzène est un polluant majoritairement issu, en milieu urbain, de la pollution par les transports. Il est particulièrement présent sur les axes encombrés, où les véhicules circulent à petite vitesse et sont amenés à faire de fréquents changements de régime.

Il entre dans la composition des essences grâce à ses propriétés antidétonantes susceptibles d'améliorer l'indice d'octane et de ce fait, il est émis :

- à l'évaporation lors du stockage et de la distribution de carburant,
- à l'échappement lors d'une combustion incomplète (avec les hydrocarbures imbrûlés),
- à l'évaporation à partir des moteurs ou du réservoir.

La réglementation de la teneur en benzène des carburants est passée de 5% à 1% maximum en volume, au 1er janvier 2000 (Directive 98/70/CE du 13 octobre 1998). Les émissions de benzène ayant pour origine les transports ont ainsi diminué de 49% (72% pour le seul transport routier) du total des émissions entre 2000 et 2010.

Le benzène sert aussi de matière première pour la fabrication de nombreux produits d'importance industrielle (plastiques, fibres synthétiques, solvants, pesticides, colles, peintures...), devenant alors une source d'émissions à l'intérieur des lieux clos au travers des produits de bricolage, d'ameublement, de construction et de décoration. Il est aussi contenu dans la fumée de cigarettes (avec le toluène).

Toluène (C₆H₅CH₃)

Origine et dynamique : Le toluène est présent naturellement dans le pétrole brut (faible proportion). Il entre ainsi dans la composition de certains carburants notamment de l'essence et des carburants d'avions (à des concentrations allant de 5 à 20 % par volume), pour ses propriétés d'élévation de l'indice d'octane. Outre son utilisation pour les carburants, il est employé dans l'industrie en tant que :

- solvant pour les peintures, vernis et enduits, cires, laques, encres d'imprimerie...
- agent de fabrication des colles, adhésifs et résines,
- solvant pour l'industrie cosmétique (parfums) et pharmaceutique,
- matière première dans l'industrie des plastiques, caoutchouc, polystyrène,....
- produits organiques domestiques nettoyeurs, dégraissants et décapants.

Le toluène n'est pas soumis à réglementation.

Ethylbenzène (C₆H₅CH₂CH₃)

Origine et dynamique : L'éthylbenzène est majoritairement utilisé pour fabriquer du styrène. Il est aussi un solvant aromatique pour les peintures, vernis, dégraissants. Il est présent également dans l'asphalte et le naphta (pour les routes) et se retrouve dans les essences en raison de son pouvoir antidétonant.

L'éthylbenzène n'est pas soumis à réglementation.

Xylènes (C₆H₄(CH₃)₂)

Origine et dynamique : Les xylènes sont, avec le toluène, présents dans certains carburants en tant qu'additif afin d'améliorer l'indice d'octane. Ils sont aussi utilisés dans l'industrie pour :

- solvant pour peintures, vernis et enduits, caoutchouc, polystyrène, graisses, cires et résines,
- agent de fabrication de produits organiques domestiques nettoyants, dégraissants et décapants,
- matière première dans l'industrie des plastiques,
- solvant de préparations antiparasitaires, des encres d'imprimerie, des colorants, des colles et adhésifs, des produits pharmaceutiques et cosmétiques, des agents de saveurs, des parfums.

Les xylènes ne sont pas soumis à réglementation.

Annexe 5 : Effets sur la santé et recommandations OMS

Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

polluants	effets sur la santé	effets sur l'environnement
oxydes d'azote	<ul style="list-style-type: none"> irritation des voies respiratoires dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires 	<ul style="list-style-type: none"> pluies acides formation de l'ozone effet de serre
COV dont le benzène	<ul style="list-style-type: none"> toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné 	<ul style="list-style-type: none"> formation de l'ozone

Tableau 4 : Impacts sanitaires et environnementaux des oxydes d'azote et des principaux COV étudiés

Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

Les lignes directrices recommandées par l'OMS (2005) sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des réglementations internationales. Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la santé. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

polluants	effets considérés sur la santé	valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) recommandée	durée moyenne d'exposition	commentaires
NO₂ dioxyde d'azote	<ul style="list-style-type: none"> faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques) 	200 40	1 heure 1 an	il existe maintenant une valeur annuelle
C₆H₆ benzène	<ul style="list-style-type: none"> cancérigène classé par le CIRC dans le premier groupe 	2 6 10⁻⁶	1 an UR Vie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Impact sanitaire par exposition aiguë à des doses fortes, ou par exposition chronique à des doses relativement faibles
C₆H₅CH₃ toluène	<ul style="list-style-type: none"> impact sur le système nerveux central 	260	semaine	L'intensité des effets sur la santé dépend de la durée d'exposition et de la concentration
C₆H₅CH₂CH₃ éthylbenzène	<ul style="list-style-type: none"> impact sur le système nerveux effets irritants cutanés, oculaires et respiratoires (voies aériennes supérieures) 	22 000	1 an	
C₆H₅(CH₃)₂ xylènes	<ul style="list-style-type: none"> impact sur le système nerveux 	4800	24 heures	

Tableau 5 : Valeurs seuils d'exposition recommandées par l'OMS pour le dioxyde d'azote et les BTEX

UR Vie : risque additionnel de développer un cancer (dont le type dépend du composé) au cours d'une vie (soit 70 ans), pour une population hypothétiquement exposée continuellement à une concentration de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du composé considéré dans l'air respiré. Par exemple, une personne exposée continuellement à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de benzène tout au long de sa vie aura $1 + 6.10^{-6} = 1.000006$ fois plus de probabilité de développer un cancer qu'une personne non exposée.

Liste des illustrations

<i>Photo 1 : Echantillonneur passif NO2</i>	4
<i>Photo 2 : Echantillonneur passif BTEX</i>	4
<i>Carte 1 : Zone d'échantillonnage de la campagne de mesure 2015</i>	5
<i>Carte 2 : Exemples d'aménagements mis en place entre 2008 et 2015</i>	6
<i>Carte 3 : Localisation des sites et leurs estimations annuelles sur les communes de Mandelieu, Cannes, Le Cannet, Grasse, Mougins, Mouans-Sartoux et Valbonne</i>	9
<i>Carte 4 : Localisation des sites et leurs estimations annuelles sur les communes d'Antibes, Villeneuve-Loubet, Cagnes, Saint-Laurent du Var et Nice</i>	10
<i>Carte 5 : Localisation des sites et leurs estimations annuelles sur les communes de La Trinité, Villefranche, Beaulieu, Eze, La Turbie, Cap d'Ail, Beausoleil, Roquebrune-Cap-Martin, Menton</i>	11
<i>Carte 6 : Cartographie des concentrations annuelles de dioxyde d'azote sur la zone Ouest du littoral urbain des Alpes-Maritimes en 2015</i>	15
<i>Carte 7 : Cartographie des concentrations annuelles de dioxyde d'azote sur la zone Est du littoral urbain des Alpes-Maritimes en 2015</i>	15
<i>Carte 8 : Estimations des concentrations annuelles (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de benzène sur la zone Ouest du littoral urbain des Alpes-Maritimes en 2015</i>	18
<i>Carte 9 : Estimations des concentrations annuelles (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de benzène sur la zone Est du littoral urbain des Alpes-Maritimes en 2015</i>	18
<i>Tableau 1 : Données NO2 tubes, station – Nice Promenade</i>	21
<i>Tableau 2 : Données NO2 tubes, station – Cannes Broussailles</i>	21
<i>Tableau 3 : Tableau synthétique des principaux paramètres météorologiques, station de Nice. Source : Site internet Météo France</i>	29
<i>Tableau 4 : Impacts sanitaires et environnementaux des oxydes d'azote et des principaux COV étudiés</i>	32
<i>Tableau 5 : Valeurs seuils d'exposition recommandées par l'OMS pour le dioxyde d'azote et les BTEX</i>	32

Campagne de mesure de dioxyde d'azote sur le département des Alpes-Maritimes, 2015 – Air PACA, 2017

<i>Graphe 1 : Estimations annuelles des concentrations en NO₂, par site, sur le secteur Ouest.....</i>	<i>7</i>
<i>Graphe 2 : Estimations annuelles des concentrations en NO₂, par site, sur le secteur Est</i>	<i>8</i>
<i>Graphe 3 : Diagramme de Tukey des valeurs annuelles 2015 sur le département des Alpes-Maritimes selon la typologie</i>	<i>12</i>
<i>Graphe 4 : Evolution des estimations annuelles des concentrations de NO₂ sur des sites échantillonnés en 2008 et 2015</i>	<i>13</i>
<i>Graphe 5 : Evolution des estimations annuelles des concentrations de NO₂ sur des sites échantillonnés en 2011 et 2015</i>	<i>14</i>
<i>Graphe 6 : Estimations annuelles en Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes suite aux mesures par échantillonnage passif sur les Alpes-Maritimes en 2015</i>	<i>17</i>
<i>Graphe 7 : Corrélation entre les données brutes des échantillonneurs et les données des stations</i>	<i>22</i>
<i>Graphe 8 : Corrélation entre les moyennes NO₂ des stations de PACA sur les périodes estivales et hivernales avec la moyenne annuelle.....</i>	<i>23</i>
<i>Graphe 9 : Corrélation entre la moyenne été-hiver des niveaux de benzène des stations PACA avec la moyenne annuelle de ces stations</i>	<i>24</i>
<i>Graphe 10 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote.....</i>	<i>25</i>
<i>Graphe 11 : Moyenne annuelle en dioxyde d'azote enregistrée en 2015.....</i>	<i>26</i>
<i>Graphe 12 : Evolution des moyennes mensuelles en dioxyde d'azote en 2015</i>	<i>26</i>
<i>Graphe 13 : Evolution du percentile 99,8 des concentrations horaires en dioxyde d'azote</i>	<i>27</i>
<i>Graphe 14 : Percentile 99,8 des concentrations horaires en dioxyde d'azote, enregistrée en 2015.....</i>	<i>28</i>
<i>Graphe 15 : Evolution des concentrations horaires en dioxyde d'azote sur une journée type</i>	<i>28</i>
<i>Graphe 16 : Roses des vents 2015 à Nice et Cannes (données Météo France).....</i>	<i>29</i>
<i>Graphe 17 : Evolution mensuelle 2015 des températures maximale et minimale à la station de Nice (source : site internet Météo France)</i>	<i>29</i>
<i>Graphe 18 : Evolution mensuelle 2015 des précipitations à la station de Nice (source : Météo France).....</i>	<i>29</i>

Glossaire

Définitions

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, les niveaux moyens sont exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint

Polluants

BTEX : Benzène, toluène, Éthylbenzène, Xylènes

C6H6 : Benzène

NO : Monoxyde d'azote

NO₂ : Dioxyde d'azote

NOx : Oxydes d'azote. Regroupe le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂)

Sigles et unité de mesure

AASQA : Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air

CASA : Communauté d'agglomération de Sophia-Antipolis

CAPG : Communauté d'agglomération du Pays de Grasse

CAPL : Communauté d'agglomération des Pays de Lérins

OMS : Organisation Mondiale pour la Santé

NCA : Nice Côte d'Azur

µg/m³ : microgramme (1 µg = 10⁻⁶ g = 0.000001 g) par mètre-cube. Unité de concentration la plus couramment utilisée pour quantifier la masse d'un polluant par mètre-cube d'air

Classification sites de mesure

Site influence urbaine de fond (U) : site dans des quartiers densément peuplés, à distance des sources de pollution directes, afin de mesurer des teneurs moyennes

Site influence trafic (T) : site à moins de 5m d'un axe de forte circulation, afin de mesurer des teneurs maximales

Site influence péri-urbaine (P) : site représentatif des niveaux moyens de pollution à la périphérie des centres urbains

Site influence rurale (R) : site représentatif du niveau d'exposition de la population à la pollution atmosphérique de « fond » (celle que l'on trouve sur le territoire, même là où n'existent pas de sources d'émissions)

Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR

Campagne de mesure de dioxyde d'azote sur les Alpes-Maritimes - 2015

En 2015, Air PACA a réalisé une campagne de mesure temporaire de dioxyde d'azote sur le département des Alpes-Maritimes. Cette campagne s'inscrit dans les missions d'Air PACA pour améliorer les connaissances sur la qualité de l'air du territoire, en complément des quelques 70 sites de mesures établis pour la surveillance permanente.

Les objectifs fixés par Air PACA pour ce projet sont multiples :

- disposer d'une meilleure représentativité spatiale et temporelle de la qualité de l'air sur l'ensemble du littoral urbain,
- intégrer de nouveaux points de mesure dans les outils de modélisation urbaine et régionale,
- disposer d'un outil cartographique permettant d'évaluer les plans d'actions locaux, dans la mesure où les données d'entrées de réduction d'émission de ces actions sont disponibles.

Air PACA disposera ainsi d'une meilleure expertise sur l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et constituera un historique cartographique de la qualité de l'air.

Les résultats 2015 montrent que les zones les plus touchées sont celles à proximité immédiate des principaux axes de circulation. Aussi, certaines zones urbaines, selon leur configuration ou leur situation, sont fortement influencées par les voies de circulation à proximité.

Les concentrations d'oxydes d'azote sont, dans l'ensemble, plus élevées en période hivernale du fait de conditions météorologiques favorables à l'accumulation des polluants. Cependant, l'activité touristique semble avoir un impact significatif sur ces concentrations en période estivale, notamment en situation trafic.

Responsable de publication : Thomas ALEIXO

Date : Mai 2017

Photos : Archives Air PACA



Air PACA
QUALITÉ DE L'AIR

www.airpaca.org

Siège social

146, rue Paradis
« Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex 06
Tél. 04 91 32 38 00
Télécopie 04 91 32 38 29

Établissement de Martigues

Route de la Vierge
13500 Martigues
Tél. 04 42 13 01 20
Télécopie 04 42 13 01 29



Établissement de Nice

333, Promenade des Anglais
06200 Nice
Tél. 04 93 18 88 00
Télécopie 04 93 18 83 06

www.airpaca.org

Air PACA
QUALITÉ DE L'AIR