

Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR

Impact d'un bus à haut niveau de service sur la qualité de l'air de Cannes - Le Cannet - Mandelieu La Napoule



www.airpaca.org

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR



Résumé : Impact d'un bus à haut niveau de service sur la qualité de l'air de Cannes - Le Cannet - Mandelieu La Napoule

Pour limiter la saturation des centres urbains aux heures de pointes et proposer une alternative à l'utilisation de la voiture, le SITP de l'agglomération de Cannes, Le Cannet et Mandelieu-La Napoule a décidé de mettre en place un bus à haut niveau de service. Cette ligne de bus reliera les villes de Mandelieu-La Napoule au Cannet via Cannes sur un axe prioritaire aménagé en partie centrale de la chaussée.

Cette action, dont l'objectif annoncé vise à limiter les déplacements à l'intérieur de l'agglomération est adaptée à la problématique de ce territoire. En effet, les transports routiers représentent une source prépondérante d'émissions de polluants sur cette agglomération.

Un bilan neutre pour les émissions de polluants

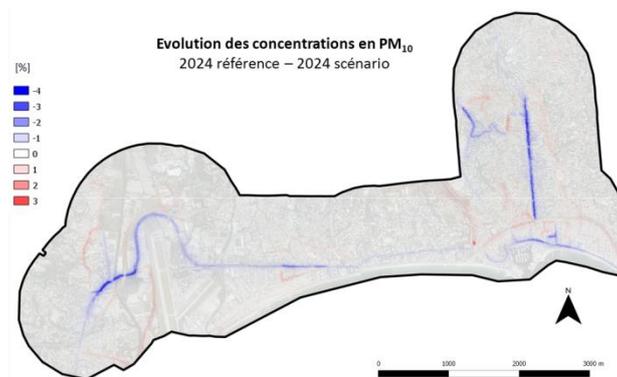
Afin d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air de ce projet, 3 scénarios ont été étudiés en concertation avec le SITP: un scénario de référence en 2010, un scénario à l'horizon 2024 sans BHNS et un scénario à l'horizon 2024 avec la mise en service du BHNS. Ces différents scénarios se basent sur les résultats issus de l'évaluation de cet aménagement en termes d'impact sur le trafic routier.

Les dispositions retenues dans cette étude préalable ne prévoient pas de diminution du volume global de trafic sur l'ensemble de la zone entre les deux scénarios à l'horizon 2024, avec et sans BHNS. Ainsi, le bilan des émissions de polluants devrait rester neutre suite à cet aménagement.

Une amélioration de la qualité de l'air sur les zones problématiques

A l'horizon 2024, les concentrations en NO_2 et en particules dans les centres villes de l'agglomération devraient être inférieures aux seuils réglementaires actuels. Une diminution des concentrations est attendue sur l'ensemble du territoire, grâce aux évolutions technologiques des motorisations et aux aménagements du réseau routier.

La mise en service du BHNS permettra une amélioration supplémentaire dans les centres villes de l'agglomération, principalement à proximité des voies empruntées et dans les espaces urbains limitrophes. Une faible dégradation est attendue au niveau des axes secondaires vers lesquels devrait se diriger le report de trafic. Les concentrations dans ces zones devraient rester inférieures aux seuils réglementaires actuels.



Evolution des concentrations en PM_{10} en 2024 sans BHNS et avec BHNS.

Contact

Damien PIGA damien.piga@airpaca.org

Parution

03/2014



Sommaire

1	La mise en service du Palm Express	4
1.1	Vers un réseau de transport collectif plus attractif	4
1.2	De Mandelieu au Cannet	4
2	Les modifications du trafic routier	5
2.1	Des simulations du trafic intégrant les projets futurs	5
2.2	Trois scénarios étudiés	6
2.3	Plus de 6000 axes routiers pris en compte	6
3	Un bilan neutre pour les émissions de polluants	7
3.1	Une méthodologie complexe pour recenser les polluants émis	7
3.2	Le transport routier : une source prépondérante d'émission de polluants	7
3.3	Une baisse des émissions à l'horizon 2024	13
3.4	Une amélioration significative sur les voies du BHNS	14
4	Vers une amélioration de la qualité de l'air	15
4.1	Des outils de dispersion adaptés au milieu urbain	15
4.2	NO ₂ : Des concentrations sous les seuils réglementaires dans les centres urbains à l'horizon 2024 .	15
4.3	PM ₁₀ : diminution des concentrations sur la majorité de la zone d'étude	20
4.4	PM _{2,5} : diminution des concentrations sur tout le territoire	22
5	Conclusion	25
6	Annexes	26
	Annexe 1 : Méthodologie du calcul des émissions.....	26
	Annexe 2 : Méthodologie du calcul de dispersion	29
	Annexe 3 : Caractéristiques des principaux polluants.....	31
	Annexe 4 : Effets sur la santé et recommandations OMS.....	32

1 La mise en service du Palm Express

1.1 *Vers un réseau de transport collectif plus attractif*

La zone littorale des Alpes-Maritimes est une zone sensible en termes de qualité de l'air. En 2012, cette qualité de l'air a été qualifiée moyenne à médiocre les deux tiers du temps, comme dans de nombreuses zones densément peuplées [1]. Pour se conformer aux normes de qualité de l'air, un plan de protection de l'atmosphère (PPA) définit plusieurs mesures locales qui doivent permettre de diminuer l'exposition de la population aux dépassements des valeurs limites de différents polluants. La révision de ce plan quinquennal prévoit 30 actions dont 18 concernent le secteur Transport-Aménagement-Déplacements.

Le PPA des Alpes-Maritimes, approuvé par le Préfet du département le 6 novembre 2013, définit notamment une action réglementaire qui incite au report modal, au développement des transports publics et des modes actifs. Cette action cible l'ensemble des territoires couverts par un plan de déplacements urbains (PDU), dont le Syndicat Intercommunal des Transports Publics de Cannes - Le Cannet - Mandelieu-La Napoule (SITP).

Antérieurement à la dernière révision du PPA des Alpes-Maritimes, le PDU approuvé le 11 mai 2004 par le SITP de Cannes, Le Cannet et Mandelieu-La Napoule, préconise la mise en œuvre d'un réseau de transport en commun en site propre (TCSP) sur les axes majeurs de l'agglomération. En mars 2005, le SITP a donc décidé de mettre en place un bus à haut niveau de service (BHNS). La création d'un nouveau réseau de transports collectifs plus attractifs et plus performants devrait limiter la saturation des centres urbains aux heures de pointes et proposer une alternative à l'utilisation de la voiture. Ceci devrait permettre une diminution des émissions de polluants et une amélioration de la qualité de l'air sur la zone.

1.2 *De Mandelieu au Cannet*

Le BHNS, nommé Palm Express, s'intègre dans le réseau urbain Palm Bus de l'agglomération de Cannes, Le Cannet et Mandelieu-La Napoule. Il circule sur une voie réservée à sa seule circulation. En 2015, le Palm Express reliera les villes de Mandelieu-La Napoule au Cannet via Cannes sur un axe prioritaire aménagé en partie centrale de la chaussée. Son tracé, présenté sur la **Figure 1**, mesurera 11 kilomètres et se décomposera en 25 stations.



Figure 1 : Tracés du BHNS sur les communes de Mandelieu-la Napoule, Cannes et le Cannet (source : SITP)

2 Les modifications du trafic routier

2.1 Des simulations du trafic intégrant les projets futurs

Une étude préalable de modélisation du trafic [2] a été réalisée à la demande du SITP afin d'élaborer un modèle de trafic multimodal, permettant de simuler le trafic sur le réseau Bus'Azur. Les réseaux de transports en commun et des véhicules particuliers ont ainsi été modélisés.

Plusieurs simulations, qualifiées de situation de référence, ont été effectuées pour considérer les projets d'aménagement du réseau routier à différents horizons (2010, 2014 et 2024) et évaluer les impacts sur le trafic routier :

- Une reconstitution de la situation « actuelle », pour l'année 2010, basée sur les déplacements observés à partir d'enquêtes menées dans le cadre de cette étude.
- Des simulations pour 2014 et 2024, pour évaluer les futures fréquentations des différentes lignes de transports en commun, le trafic sur les principaux axes routiers et les reports entre ces deux modes.
- Des simulations supplémentaires ont été réalisées pour évaluer l'intégration du projet de BHNS sur les modifications du trafic routier. Les variations de certains paramètres comme les fréquences du BHNS ou les vitesses commerciales ont permis d'identifier le scénario le plus « probable », avec une fréquence du BHNS de 12 minutes.

2.2 Trois scénarios étudiés

En concertation avec le SITP, Air PACA a retenu 3 scénarios pour étudier l'impact sur la qualité de l'air de la mise en service du BHNS.

- Scénario de référence 2010

Le premier scénario est la situation actuelle pour l'année de référence 2010. Il permet de définir un état de référence en termes de qualité de l'air et de confronter les résultats des modélisations aux données réelles mesurées. La simulation de ce scénario est donc essentielle pour paramétrer le modèle de dispersion utilisé.

- Scénario de référence 2024

Le second scénario est la situation future pour l'année 2024. Il permet d'évaluer la qualité de l'air à l'horizon 2024 et de définir un état référence pour évaluer l'impact de la mise en service du BHNS. Ce scénario considère les différentes évolutions de trafics sur les principaux axes routiers en fonction des projets d'aménagement du réseau et des évolutions socio-démographiques. Ce scénario tient compte également des évolutions technologiques qui impactent les émissions de polluants issues du trafic routier.

- Scénario BHNS

Le troisième scénario considère les mêmes évolutions que le scénario de référence 2024 en y ajoutant la mise en service du BHNS qui modifie les trafics sur le réseau routier. Il permet d'évaluer l'impact de la mise en service du BHNS en comparaison du second scénario.

2.3 Plus de 6000 axes routiers pris en compte

Le domaine retenu pour l'étude des émissions de polluants associées à la mise en service du Palm Express est présenté dans la Figure 2. Il intègre l'ensemble du réseau routier issu de l'étude préalable de modélisation du trafic. Au total, 6 605 axes routiers sont inclus dans l'étude. Le domaine est centré sur le tracé du BHNS, représenté en bleu sur la carte.

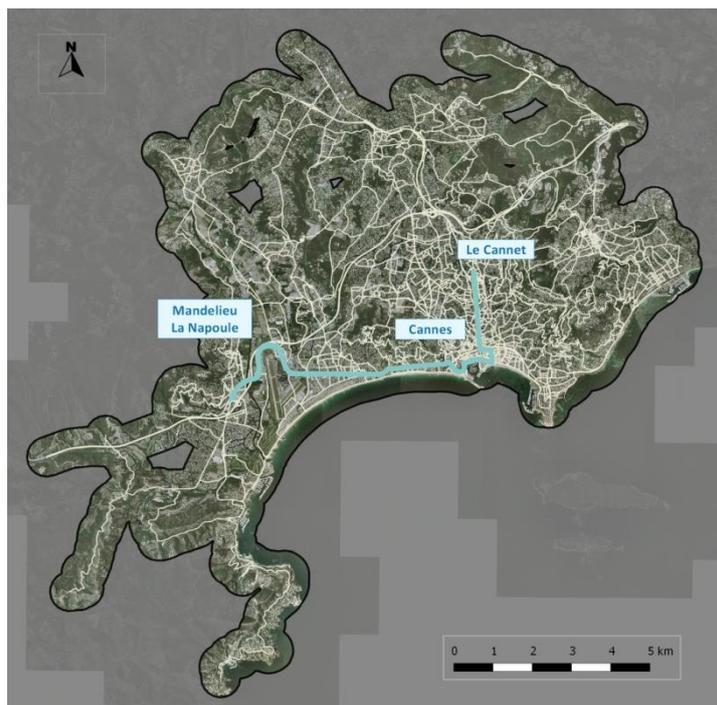


Figure 2 : Domaine d'étude des émissions de polluants associées à la mise en service du Palm Express

3 Un bilan neutre pour les émissions de polluants

3.1 Une méthodologie complexe pour recenser les polluants émis

Le calcul des émissions de polluants issues du trafic routier nécessite la connaissance de plusieurs paramètres qui caractérisent les sources d'émissions et le réseau routier (description de la méthodologie de calcul à [l'annexe 1](#)). Ce calcul comprend plusieurs étapes : identifier les sources, les géo-référencer et attribuer les émissions à chaque voie de circulation et sur l'ensemble du domaine d'étude.

Les sources d'émissions considérées dans cette étude sont celles du trafic routier et intègrent l'ensemble des véhicules sur le domaine : véhicules légers, deux roues, poids lourds, bus, cars... La part des véhicules essence est significativement plus importante dans les Alpes-Maritimes que celle donnée à l'échelle nationale. Une adaptation des données a donc été réalisée pour ce département (**Figure 3**). La composition des parcs de véhicules ainsi que les parcs prospectifs jusqu'à l'année 2031 sont indiqués dans une étude nationale [3].

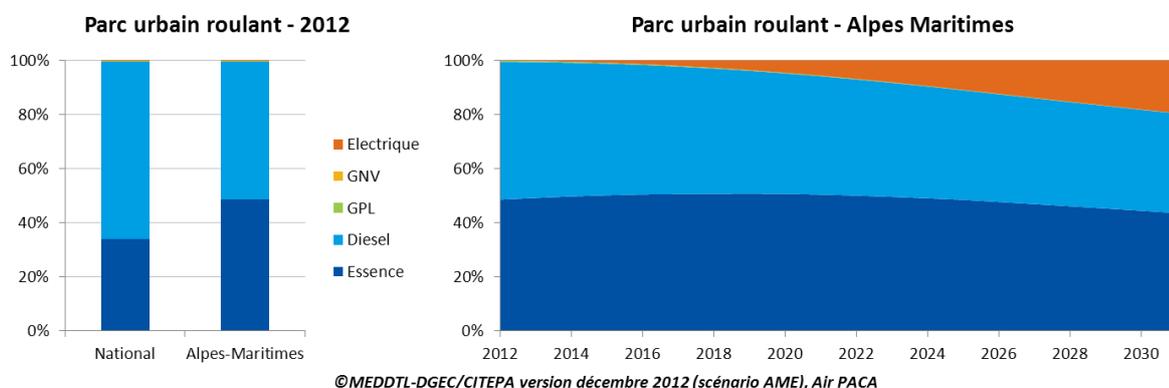


Figure 3 : Gauche : Comparaison de la composition des parcs roulants urbains des véhicules particuliers pour 2012 ; Droite : Parc prospectif sur les Alpes-Maritimes jusqu'en 2031 (Source : MEDDTL-DGEC/CITEPA, décembre 2012 ; Adaptation Air PACA).

A l'horizon 2024, la part des véhicules électriques dans le parc urbain roulant des Alpes-Maritimes devrait prendre une place plus importante pour atteindre près de 10% des véhicules, tandis que les véhicules diesel pour les particuliers devraient diminuer. La part des véhicules essence resterait équivalente à celle de la situation actuelle.

Le réseau routier est géo-référencé sous un système d'information géographique (SIG). Pour réaliser le calcul des émissions de polluants, Air PACA associe à chaque brin du réseau routier plusieurs informations précises autres que le trafic. Ces paramètres sont décrits à [l'annexe 1](#).

Les émissions de polluants sont ensuite calculées à l'aide de l'outil Circul'air v3.0 [4]. Pour cela, le trafic doit être exprimé en trafic moyen journalier annuel (TMJA). Ce paramètre essentiel au calcul est détaillé à [l'annexe 1](#).

3.2 Le transport routier : une source prépondérante d'émission de polluants

Les émissions de polluants atmosphériques issues des différentes activités anthropogéniques et celles d'origine naturelle sont calculées sur l'ensemble du domaine d'étude. Pour les scénarios prospectifs à l'horizon 2024, seules les émissions du trafic routier sont évaluées.

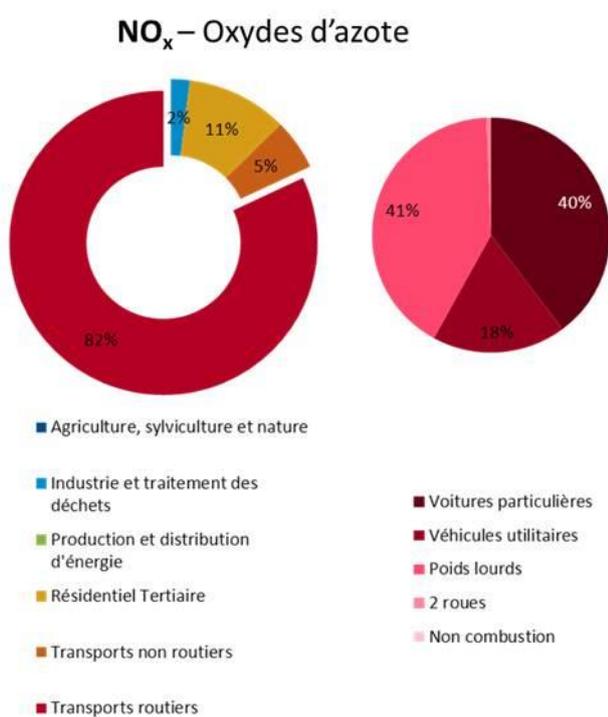
3.2.1 Une action adaptée à la problématique du territoire

Le bilan des émissions des principaux polluants atmosphériques (Tableau I) intègre l'ensemble des activités présentes sur la zone d'étude. Afin d'appréhender les contributions de chacune des

activités émettrices de polluants, ces émissions sont décomposées pour chaque grand secteur. Les émissions des transports routiers sont, de plus, détaillées suivant les principaux modes et en distinguant les émissions issues de la combustion de carburant de celles issues de l'usure des matériaux (pneus, freins, route, ...).

Tableau I : Bilan des émissions sur le domaine d'étude pour l'année de référence 2010

	NO _x	PM _{tot}	PM ₁₀	PM _{2.5}	COVNM	CO ₂	SO ₂
Référence 2010 (t/an)	1 880	617	339	219	2 570	597 000	84.3



Les émissions d'oxydes d'azote (NO_x), comprenant le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂), sont principalement issues du transport routier (Figure 4). Cette répartition est caractéristique des zones urbanisées.

A l'intérieur de ce secteur, les véhicules particuliers et les poids lourds représentent les principaux émetteurs, avec des contributions équivalentes de l'ordre de 40 %. L'usure des matériaux ne génère aucune émission de ce polluant.

Figure 4 : Répartition des émissions des oxydes d'azote pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).

Les particules en suspension (PM) sont distinguées suivant leur taille :

- les particules totales (PM_{tot}) regroupent toutes les particules en suspension dans l'atmosphère sans distinction de taille.
- les particules PM₁₀ dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à 10µm
- les particules PM_{2.5} dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à 2.5µm.

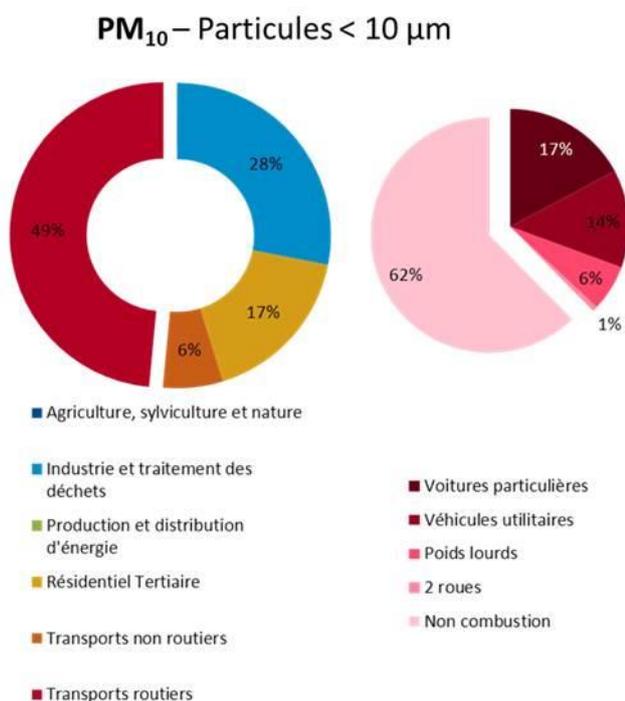
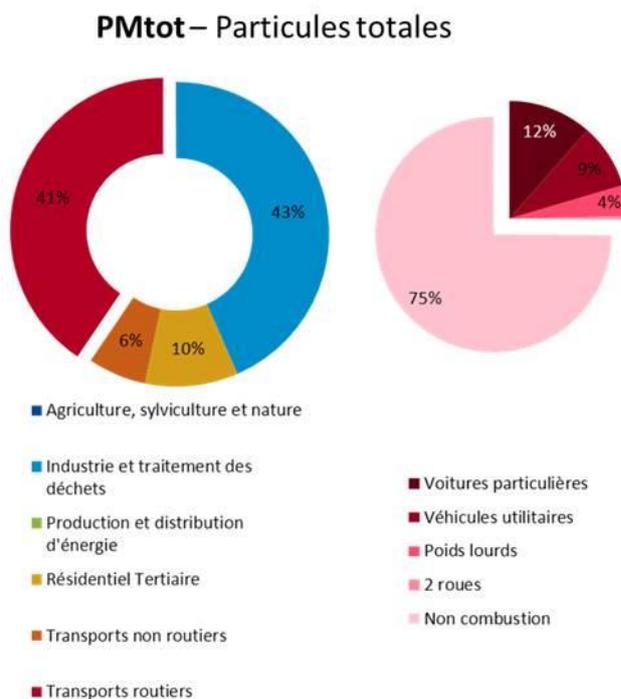
Ainsi les PM_{2.5} sont comprises dans la mesure des PM₁₀, elles-mêmes comprises dans la mesure des PM_{tot}. L'origine de ces particules varie également en fonction de leur taille.

Pour les particules totales, le principal émetteur est le secteur de l'industrie et du traitement des déchets (Figure 5).

La contribution du transport routier est également significative avec près de 40% des émissions. Celles-ci sont principalement issues de l'usure des matériaux (non combustion 75 %) qui émet des particules de taille plus importante que la combustion.

Ainsi, la contribution du transport routier aux émissions de particules totales est peu sensible aux améliorations de motorisation et dépend essentiellement du nombre de véhicules.

Figure 5 : Répartition des émissions des particules totales pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).



Les transports routiers représentent une part plus importante des émissions de PM₁₀ en comparaison des particules totales. Ainsi, ce secteur émet près de la moitié de ce polluant sur le domaine (Figure 6).

La majorité de ces émissions est issue de l'usure de matériaux (non combustion).

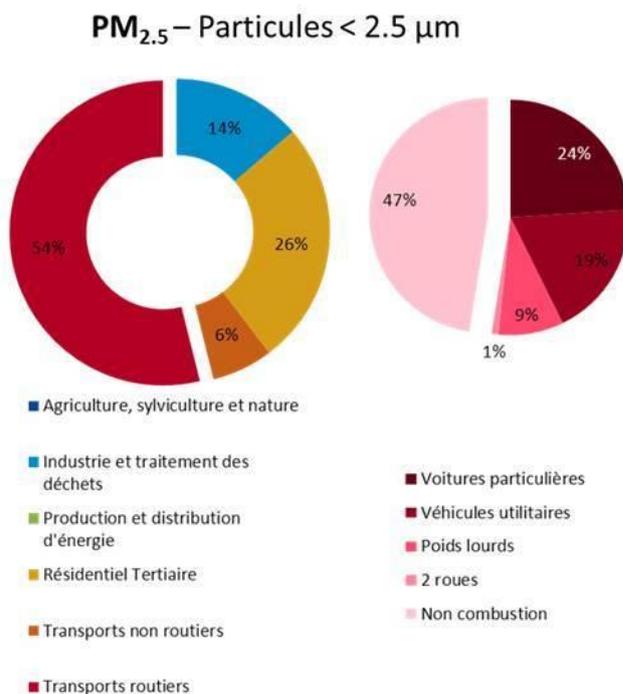
Dans la part des émissions du secteur routier associées à la combustion, les véhicules particuliers présentent la contribution majoritaire avec 17 %.

Figure 6 : Répartition des émissions de particules de diamètre inférieur à 10 µm pour l'année 2010 sur le domaine d'étude. par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).

Les mêmes tendances sont obtenues dans la répartition des sources émettrices de PM_{2.5} (Figure 7). Ainsi, les particules les plus fines sont principalement issues de la combustion. Les secteurs du résidentiel tertiaire, associé aux différents moyens de chauffage de ces secteurs, ainsi que les transports routiers en sont donc les principaux contributeurs sur le domaine étudié.

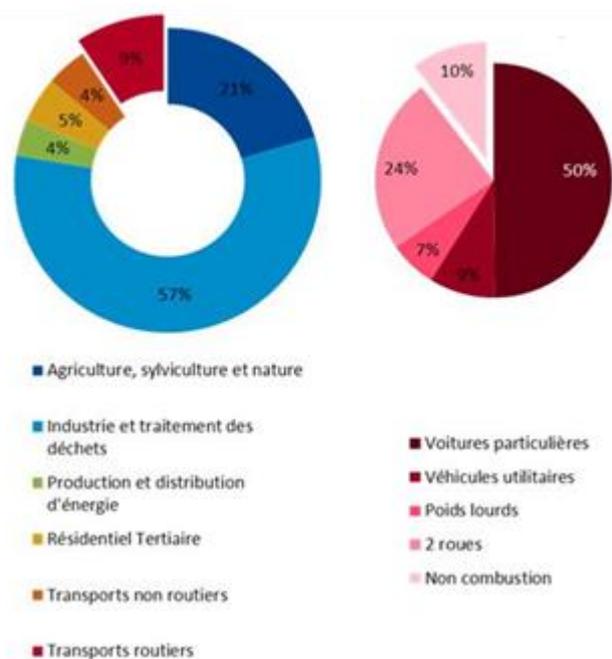
De même, la part des émissions associée à l'usure des matériaux dans la contribution des transports routiers devient minoritaire en comparaison de celle associée à la combustion des différents types de véhicules.

Figure 7 : Répartition des émissions de particules de diamètre inférieur à 2.5 µm pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).



Ainsi, le transport routier est un émetteur majeur de particules de très petites tailles, qui proviennent essentiellement des processus de combustion de carburant.

COVNM – Composés organiques volatils



Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) regroupent plusieurs espèces de polluants. Leurs émissions sont principalement associées aux activités industrielles à l'échelle de la zone d'étude (Figure 8). Ces composés ont également une origine naturelle, regroupée dans le secteur agriculture, sylviculture et nature.

Le transport routier ne représente que 9 % des émissions de ces composés.

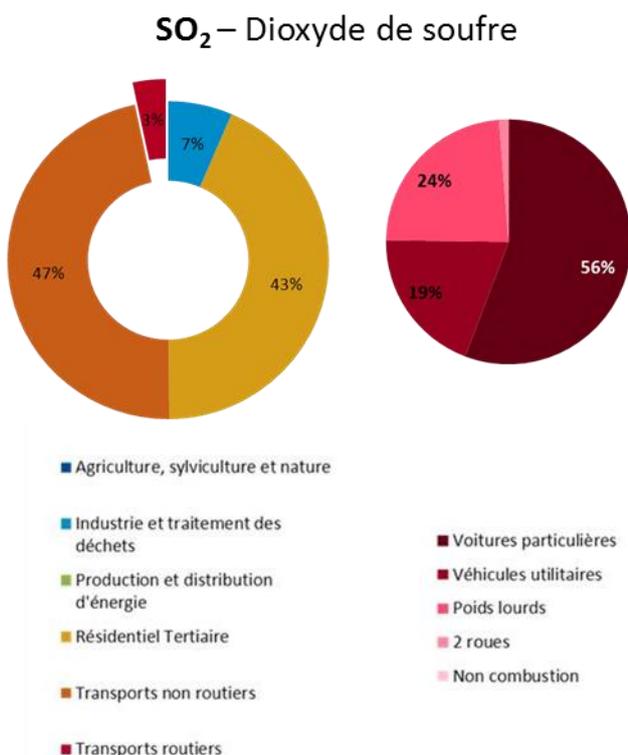
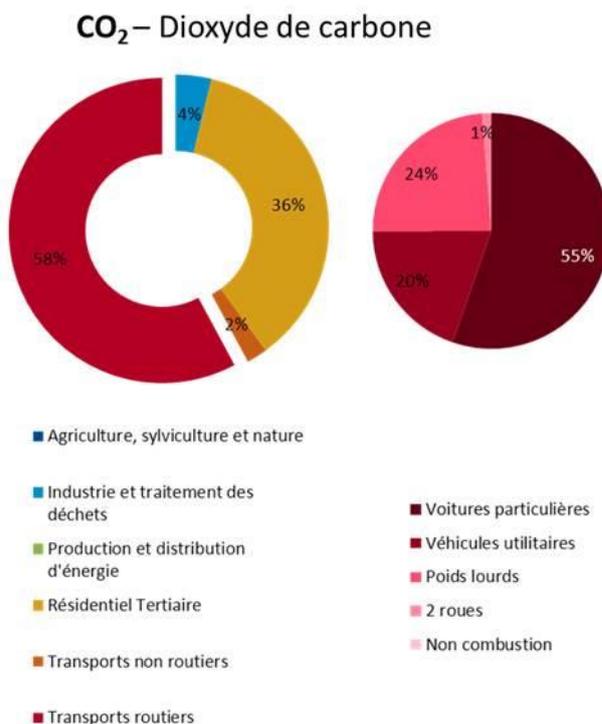
Le détail de ce secteur indique une contribution pour moitié des voitures particulières.

Figure 8 : Répartition des émissions des composés organiques volatils non méthaniques pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).

Le dioxyde de carbone (CO₂) est majoritairement émis par le secteur des transports routiers avec une contribution de 58%, à l'échelle du domaine d'étude (Figure 9).

Les véhicules particuliers en sont les principaux émetteurs.

Figure 9 : Répartition des émissions de dioxyde de carbone pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).



Le dioxyde de soufre (SO₂) est majoritairement émis par le secteur des transports non routiers, notamment le secteur maritime qui utilise des carburants soufrés et le secteur résidentiel-tertiaire (Figure 10).

La part des émissions du secteur routier est très faible, de l'ordre de 3%.

Pour ce secteur, les véhicules particuliers représentent la moitié des émissions

Figure 10 : Répartition des émissions de dioxyde de soufre pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).

Sur l'agglomération de Cannes, le Cannet et Mandelieu-La Napoule, les transports routiers représentent une source prépondérante d'émission de polluants. Ce secteur contribue majoritairement aux émissions de NO_x et de particules sur la zone d'étude, qui sont des polluants problématiques des zones urbanisées. Pour être efficaces, les actions visant à améliorer la qualité de l'air sur le territoire doivent donc concerner ce secteur.

Ainsi, la mise en service d'un BHNS, proposant une alternative à l'utilisation de la voiture pour les déplacements à l'intérieur de l'agglomération est une action adaptée à la problématique de ce territoire. Pour être pleinement efficace, il est nécessaire que le report modal de la voiture vers les transports en communs soit effectif et permette une réduction significative du nombre de véhicules circulant sur le territoire.

3.2.2 Une diminution des émissions globales du trafic routier à l'horizon 2024

En raison de l'évolution de plusieurs facteurs socio-économiques tels que la population, le nombre d'actifs, le nombre d'emplois et un accroissement de la mobilité, le trafic moyen sur la zone devrait augmenter significativement entre 2010 et 2024. Ainsi, selon l'étude sur les trafics [2] l'accroissement du volume de trafic serait de 57 % entre 2010 et 2024 pour l'ensemble de la zone étudiée (**Tableau II**).

Cette hausse devrait s'accompagner d'une évolution du type de véhicules composant le parc automobile (**Figure 3**) et d'une amélioration technologique des motorisations¹. Les émissions globales de polluants sur la zone étudiée ne sont donc pas directement proportionnelles aux variations du volume de trafic pour des scénarios prospectifs.

Tableau II: Emissions du trafic routier sur le domaine d'étude pour les différents scénarios (en t/an).

	Référence 2010	Référence 2024	Ref. 2010 / Scénario 2024	Scénario BHNS	Ref. 2024 / Scénario BHNS
Volume trafic [veh.km]	4 300 000	6 730 000	+ 57%	6 740 000	+ 0.1%
NO_x	1 544	774	- 50%	775	+ 0.1%
PM₁₀	164	169	+ 3%	169	+ 0.1%
PM_{2.5}	118	98	- 17%	98	+ 0.1%
COVNM	241	124	- 48%	125	+ 0.3%
CO₂	345 482	468 551	+ 36%	469 196	+ 0.1%
SO₂	2	3	+ 35%	3	+ 0.1%

Selon les polluants, les émissions évolueraient différemment entre les situations de référence 2010 et 2024 (**Tableau II**) :

- NO_x et COVNM : diminution de près de 50% des émissions
- CO₂ et SO₂ : augmentation de 35 % des émissions en raison de la hausse du trafic
- PM₁₀ : stabilisation des émissions (+3 %). En effet, les particules sont issues de plusieurs sources dont la combustion et l'usure des matériaux. Suite à l'application des normes EURO, la part liée à la combustion diminuerait mais celle liée à l'usure des matériaux augmenterait en raison d'un volume de trafic plus important.

¹ L'application progressive des normes EURO entraîne des diminutions des émissions unitaires des véhicules

- $PM_{2.5}$: diminution de 17 % des émissions due à la baisse de la part de la combustion dont la contribution est majoritaire pour les particules les plus fines.

Entre la situation de référence 2024 et le scénario BHNS, l'évolution des émissions est directement dépendante du volume de trafic et des voies empruntées, puisqu'aucune évolution technologique n'est alors considérée. Ces deux paramètres conditionnent la congestion du trafic et les surémissions des véhicules, suivant la géométrie des voies. Les hypothèses retenues dans l'étude sur les trafics [2] conduisent à un volume de trafic global qui devrait rester constant à l'échelle de la zone d'étude. Ce résultat implique donc un bilan neutre en termes d'évolution des émissions totales de polluants entre ces deux situations.

La problématique de qualité de l'air en zone urbaine concerne principalement les oxydes d'azote (NO_x) et les particules (PM_{10} et $PM_{2.5}$). Ainsi, seuls ces polluants seront pris en exemple ou développés dans les paragraphes suivants.

3.2.3 Une répartition hétérogène des émissions selon les axes

La spatialisation des données de trafic sur la zone étudiée permet d'identifier les aires sur lesquelles les émissions de polluants, et par conséquent la qualité de l'air, devraient évoluer.

Pour les émissions de NO_x par exemple, les axes autoroutiers de l'A8 ainsi que ceux de la Pénétrante entre Grasse et Cannes représentent les contributions principales du territoire (**Figure 11**). Des axes majeurs tels que l'Avenue du Campon, le Boulevard Carnot, l'Avenue François Toner ou l'Avenue du Maréchal Lyautey apparaissent également comme des contributeurs significatifs aux émissions de polluants. Une partie de ces axes est concernée par la mise en place du BHNS.

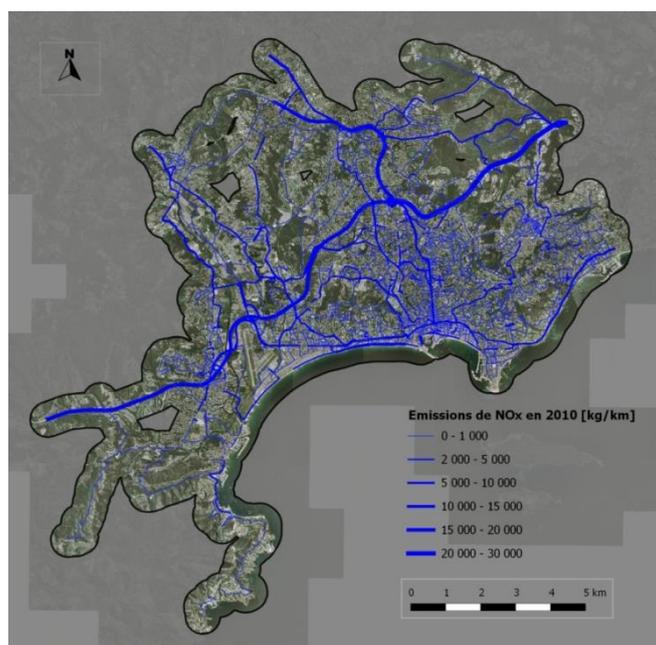


Figure 11 : Emissions de NO_x du transport routier suivant les axes du domaine d'étude pour l'année de référence 2010 ($kg/km/an$)

3.3 Une baisse des émissions à l'horizon 2024

Les émissions de polluants varient entre 2010 et 2024, du fait de l'évolution du volume de trafic couplée aux avancées technologiques. Toutefois ces variations ne sont pas homogènes sur la zone étudiée (**Figure 12**).

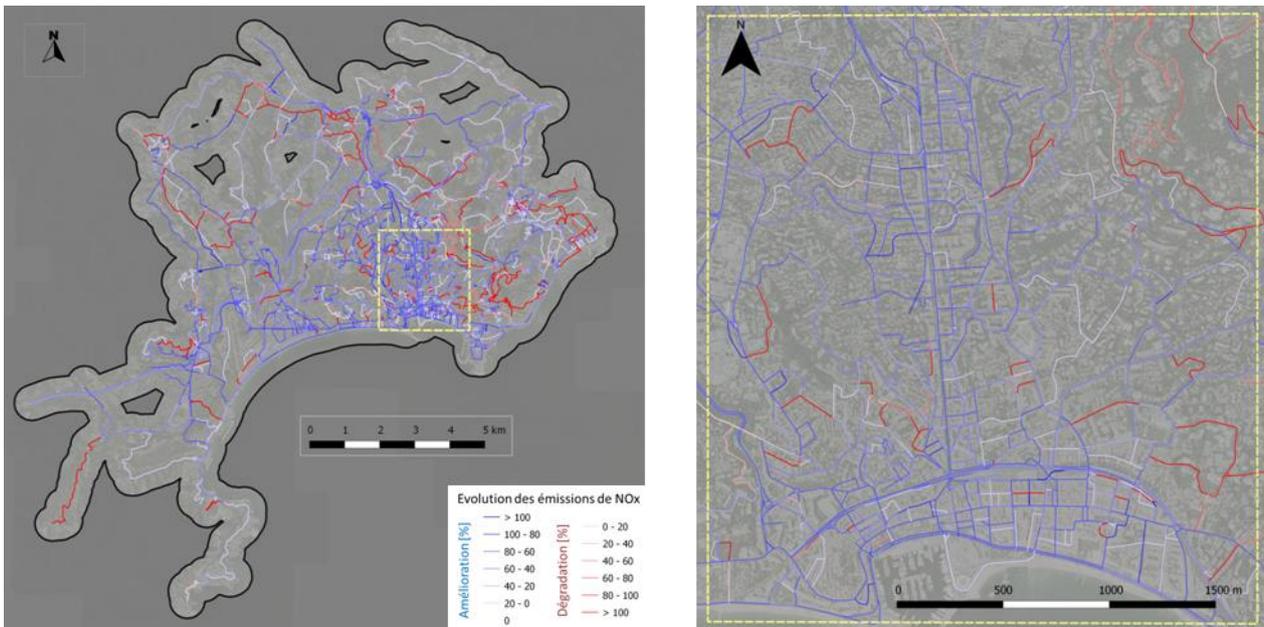


Figure 12 : Evolution en % des émissions de NO_x du transport routier suivant entre l'année de référence 2010 et le scénario de référence 2024. Gauche : ensemble du domaine d'étude ; Droite : zoom sur le centre-ville de Cannes.

Malgré une augmentation de leur volume de trafic à l'horizon 2024, les axes sur lesquels les émissions sont les plus importantes (**Figure 11**), présentent globalement une diminution des émissions de NO_x. A l'inverse, quelques axes secondaires voient leurs émissions augmenter. Il s'agit principalement des axes dont les émissions en 2010 sont mineures.

Un focus sur le centre-ville de Cannes met en évidence une diminution significative des émissions de NO_x sur la grande majorité des voies. Par exemple, sur le Boulevard Carnot les émissions de NO_x devraient diminuer de près de 70 % entre 2010 et 2024.

3.4 Une amélioration significative sur les voies du BHNS

La mise en place du BHNS conduit inévitablement à des reports de trafic sur l'ensemble du réseau modélisé et par conséquent à des variations dans les émissions de NO_x. La différence à l'horizon 2024 avec ou sans BHNS est représentée à la **Figure 13**.

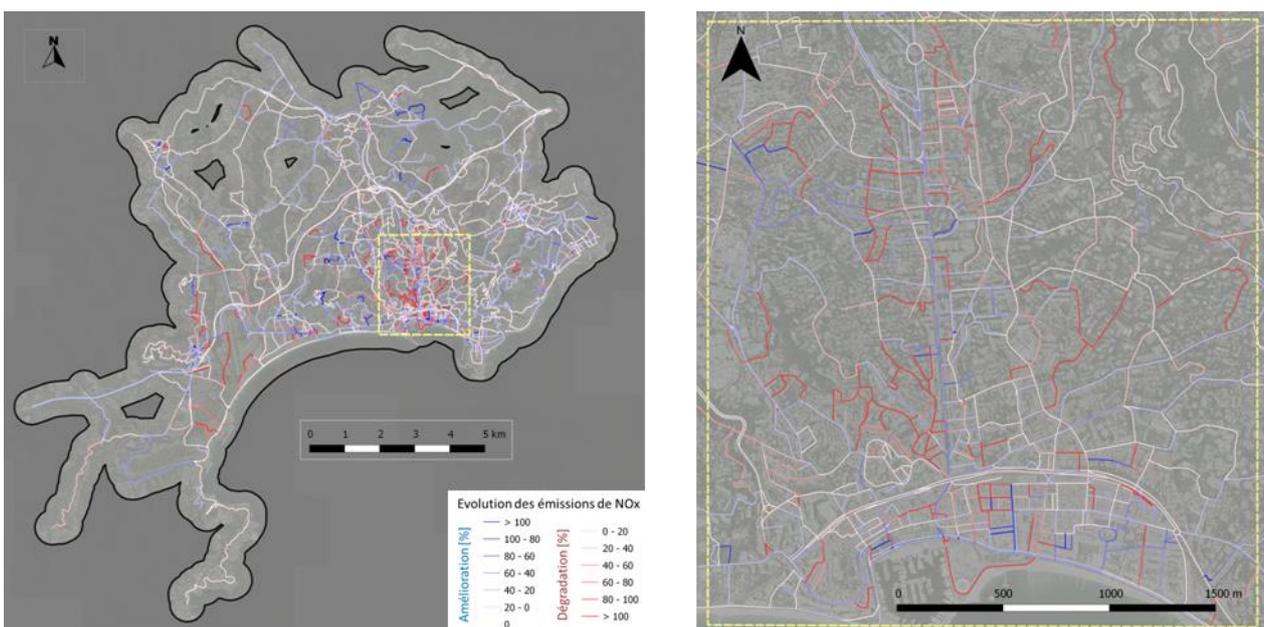


Figure 13 : Evolution en % des émissions de NO_x du transport routier suivant entre le scénario de référence 2024 et le scénario en 2024 avec la mise en service du BHNS. Gauche : ensemble du domaine d'étude ; Droite : zoom sur le centre-ville de Cannes.

Les principales diminutions des émissions de NO_x se trouvent sur les voies empruntées par le BHNS, en raison des aménagements spécifiques liés à sa circulation. Ainsi, avec sa mise en service, les émissions de NO_x diminueraient de près de 24% sur l'ensemble du tracé.

Toutefois, avec un volume de trafic quasiment constant entre les deux scénarios prospectifs (avec ou sans BHNS), la baisse sur les axes empruntés par le BHNS, entrainerait une augmentation du trafic, donc des émissions, sur les axes alentour.

4 Vers une amélioration de la qualité de l'air

4.1 Des outils de dispersion adaptés au milieu urbain

Afin d'estimer les concentrations en tout point de la zone étudiée et de disposer de cartographies de l'état de la qualité de l'air, il est nécessaire de disperser les émissions des polluants. Au-delà des sources d'émissions sur le territoire, de nombreux paramètres sont intégrés dans ce calcul, comme les conditions météorologiques, les interactions entre les différents polluants, la topographie... La méthodologie utilisée est détaillée à [l'annexe 2](#).

La dispersion permet de reproduire sur l'ensemble de l'année, les concentrations horaires du dioxyde d'azote (NO₂) et des particules (PM₁₀ et PM_{2.5}), polluants fondamentaux des zones urbaines et de les comparer aux valeurs réglementaires (**Tableau III**).

Tableau III : Seuils réglementaires des polluants étudiés

	Dioxyde d'azote NO ₂	Particules fines PM ₁₀	Particules fines PM _{2.5}
Valeur limite annuelle	40 µg/m ³	40 µg/m ³	25 µg/m ³
Valeur limite journalière		50 µg/m ³ A ne pas dépasser plus de 35 jours par an	
Seuil d'information	200 µg/m ³ /h	50 µg/m ³ /24h	
Seuil d'alerte	400 µg/m ³ /h	80 µg/m ³ /24h	

Pour étudier l'impact de la mise en service du BHNS sur la qualité de l'air des agglomérations de Cannes, Le Cannet et Mandelieu-La Napoule, les simulations sont effectuées pour une durée de 1 an, avec les mêmes conditions météorologiques pour chacune des trois situations étudiées.

4.2 NO₂ : Des concentrations sous les seuils réglementaires dans les centres urbains à l'horizon 2024

4.2.1 État de référence 2010

Les concentrations annuelles en NO₂ dépassent les valeurs limites sur les principaux axes du territoire d'étude pour lesquels le volume de trafic est important (**Figure 14**).

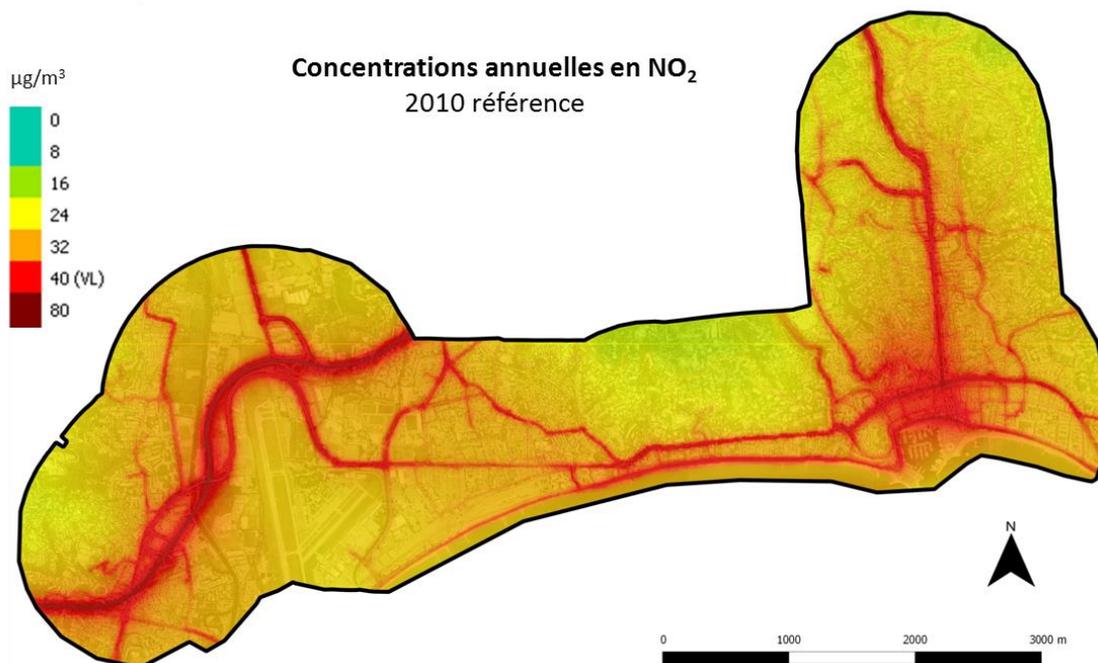


Figure 14 : Concentration moyenne annuelle en NO₂ pour la situation de référence 2010

Ces dépassements concernent notamment l'autoroute A8 et les axes majeurs des trois communes. Le centre-ville de Cannes présente également des concentrations annuelles en NO₂ élevées, par endroit au-delà de la valeur réglementaire.

La cartographie des concentrations annuelles en NO₂ est confirmée par les mesures de la station urbaine de Cannes (29 µg/m³ en 2010) et celles des précédentes campagnes ponctuelles.

4.2.2 État de référence 2024 sans BHNS

La situation pour la référence en 2024 présente une diminution significative des concentrations annuelles en NO₂ sur l'intégralité de la zone (**Figure 15**). En effet, seules les zones à proximité immédiate de l'autoroute A8 montrent des dépassements des valeurs réglementaires actuelles.

Ces diminutions sont liées aux variations des émissions du secteur des transports routiers principalement en raison des évolutions technologiques des motorisations.

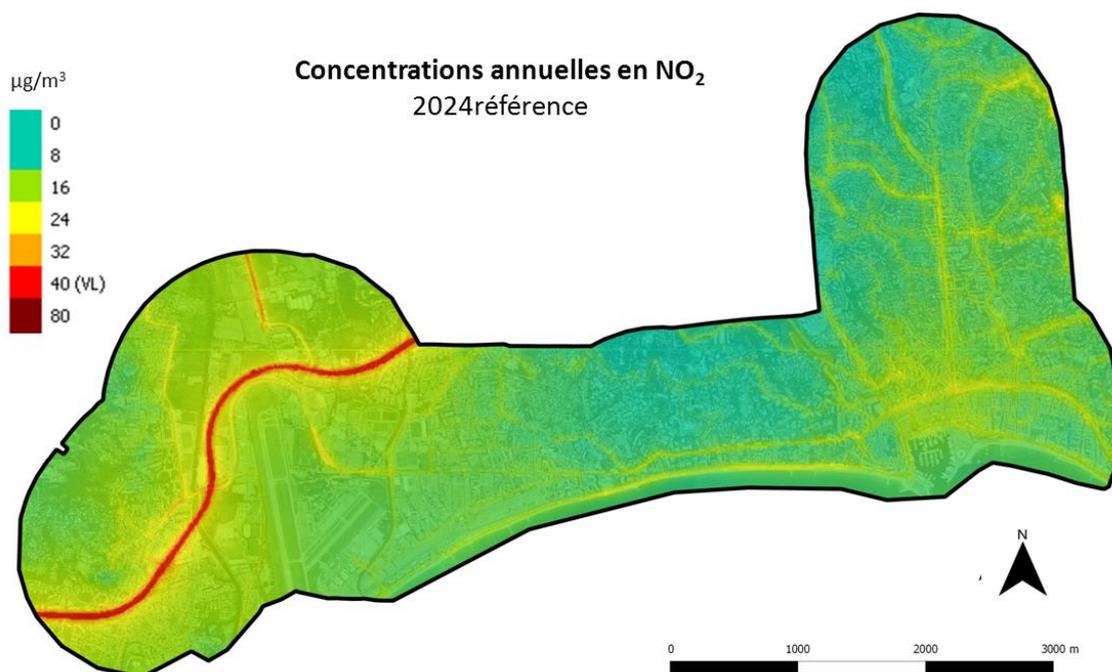


Figure 15 : Concentration moyenne annuelle en NO₂ pour la situation de référence 2024 sans BHNS.

Les différents aménagements du réseau peuvent également contribuer aux évolutions des concentrations en NO₂ sur la zone entre 2010 et 2024. Les diminutions les plus significatives devraient concerner les principaux axes urbains de l'agglomération (**Figure 16**) :

- sur l'Avenue du Campon et le Boulevard Carnot, les concentrations moyennes annuelles en NO₂ diminueraient de près de 30 µg/m³, respectant alors les seuils réglementaires actuels ;
- dans le centre-ville de Cannes, les valeurs limites annuelles devraient être respectées à l'horizon 2024, alors qu'elles étaient dépassées pour l'année de référence 2010.

En revanche, Mandelieu-La Napoule devrait encore être concernée par des dépassements des normes en raison de la traversée de l'autoroute.

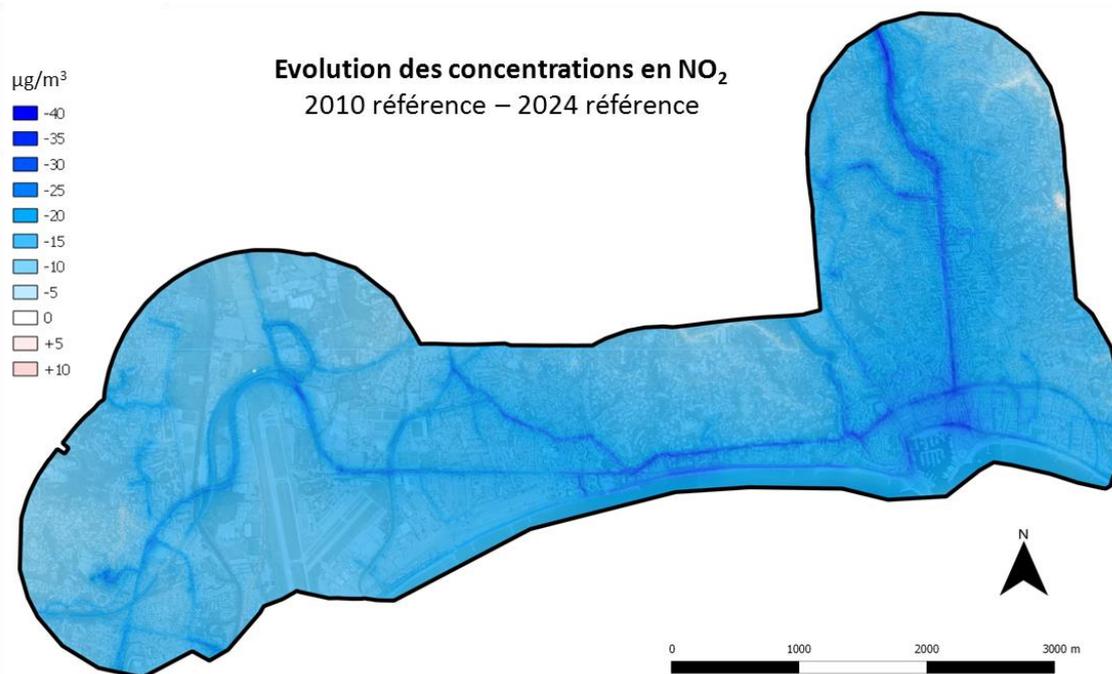


Figure 16 : Evolution absolue des concentrations annuelles en NO₂ entre les situations de référence 2010 et 2024

4.2.3 Scénario 2024 avec BHNS

La mise en service du BHNS permettrait, à l'horizon 2024, une amélioration supplémentaire en comparaison avec la situation de référence 2024, notamment sur les deux principaux axes empruntés par le BHNS (**Figure 17**) :

- sur le Boulevard Carnot, les concentrations annuelles en NO₂ diminueraient d'environ 25%,
- sur l'Avenue Francis Tonner, cette baisse serait de l'ordre de 15%.

En revanche, quelques zones périphériques au tracé du BHNS devraient quant à elles présenter une augmentation des teneurs en NO₂ en raison d'un report de trafic sur ces voies. Toutefois, les concentrations estimées resteraient inférieures aux valeurs réglementaires actuelles sur l'ensemble de ces zones. La mise en service du BHNS ne devrait pas impacter le trafic sur l'autoroute. Ainsi, les niveaux estimés sur cet axe seraient toujours au-delà des seuils réglementaires (**Figure 18**).

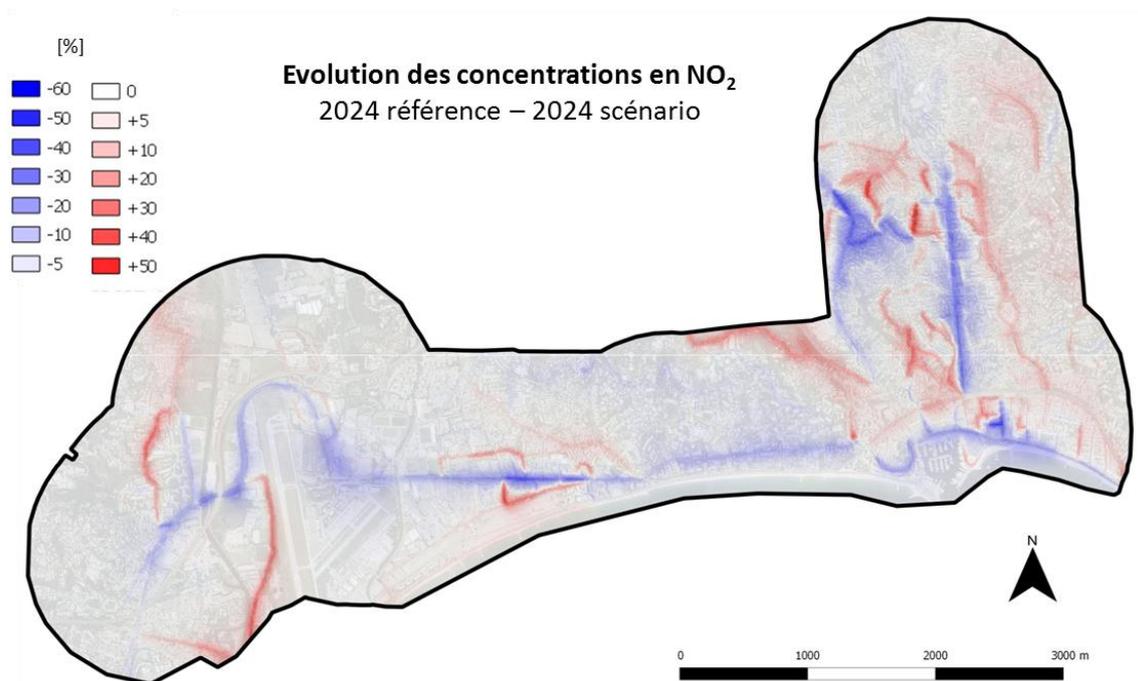


Figure 17 : Evolution relative des concentrations en NO₂ en 2024 sans BHNS et avec BHNS.

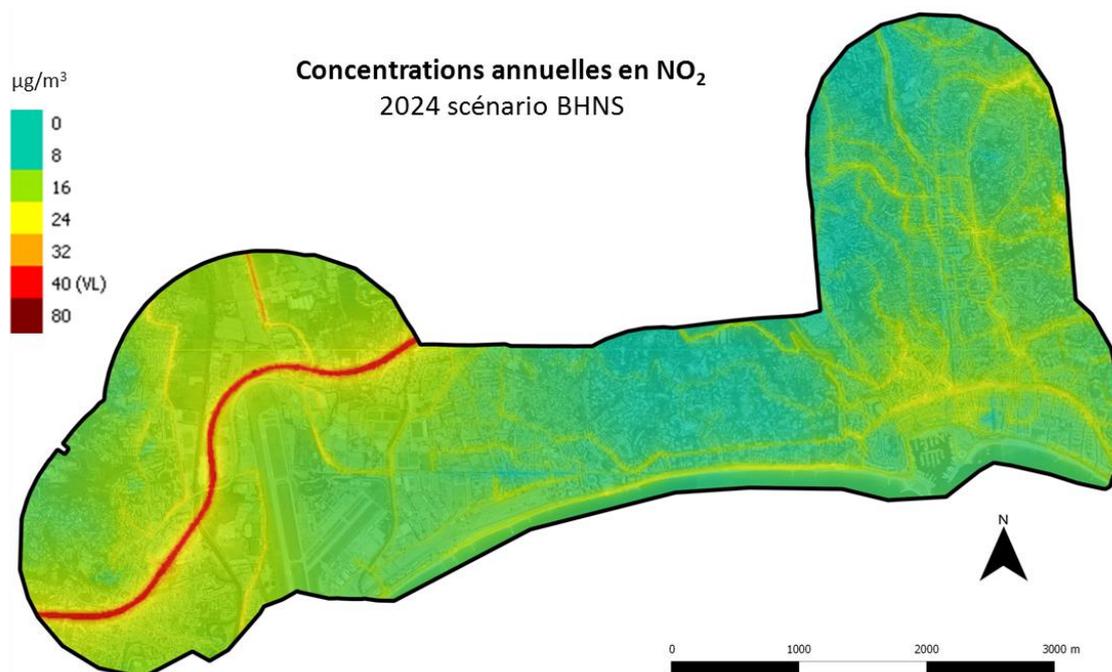


Figure 18 : Concentration moyenne annuelle en NO₂ pour le scénario de mise en service du BHNS en 2024.

4.2.4 Une amélioration significative des niveaux en NO₂ entre 2010 et 2024

Au final, les évolutions technologiques des motorisations, les aménagements du réseau routier et la mise en service du BHNS devraient permettre une amélioration significative des concentrations en NO₂ sur l'ensemble de l'agglomération de Cannes, Le Cannet et Mandelieu-La Napoule (**Figure 19**). Les moyennes annuelles devraient donc être inférieures aux valeurs règlementaires actuelles sur l'ensemble du territoire étudié, à l'exception des zones à proximité immédiate de l'autoroute A8.

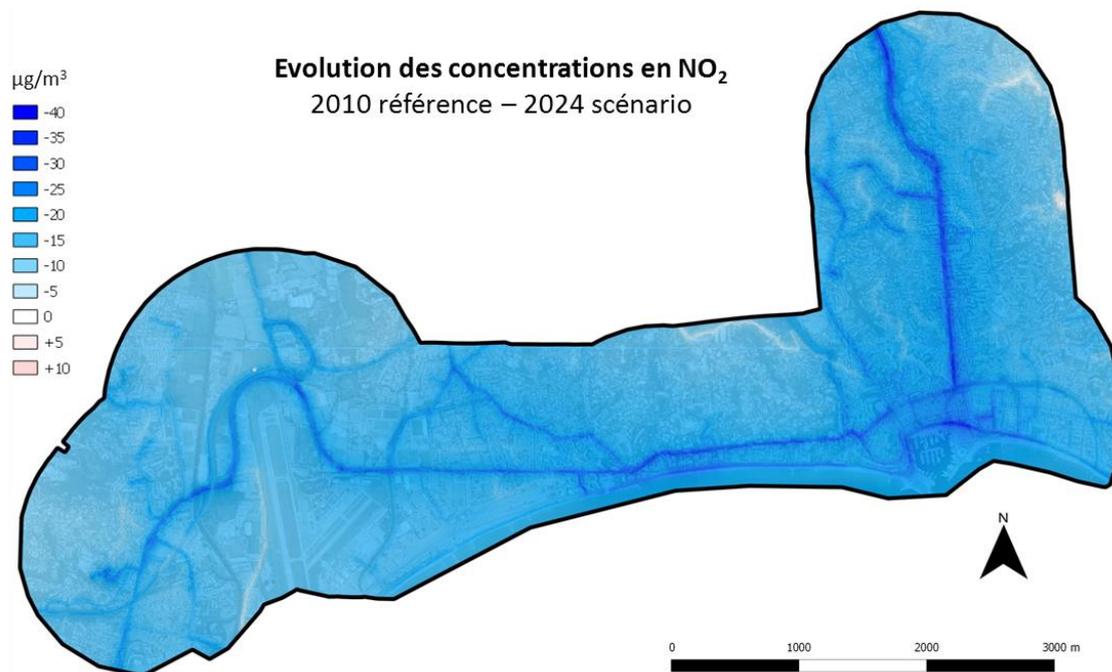


Figure 19 : Evolution absolue des concentrations annuelle en NO₂ entre 2010 et 2024 avec BHNS.

4.3 PM_{10} : diminution des concentrations sur la majorité de la zone d'étude

4.3.1 État de référence 2010

La moyenne annuelle de PM_{10} mesurée au niveau de la station urbaine de Cannes est de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'année 2010.

La valeur limite journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a été dépassée qu'une seule fois au cours de cette année (**Figure 20**). Entre 2010 et 2013, le nombre de dépassements observés à cette station est compris entre 1 et 12 jours. Avec 35 jours de dépassements tolérés (**Tableau III**), les niveaux en particules sur cette zone urbaine respectent les valeurs réglementaires.

En revanche, les zones à proximité immédiate des autoroutes sont concernées par des dépassements des valeurs réglementaires, comme c'est le cas aux alentours de l'autoroute A8, selon différentes études menées récemment par Air PACA [5], [6].

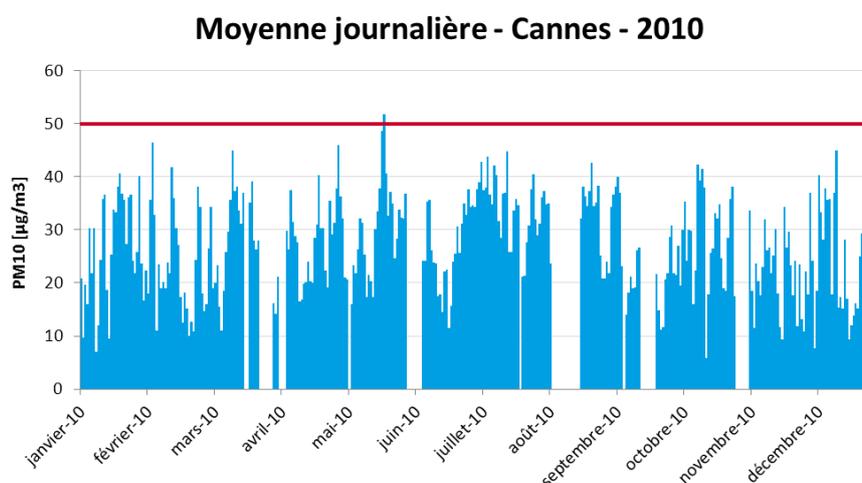


Figure 20 : Moyennes journalières en PM_{10} mesurées à la station de Cannes en 2010

4.3.2 État de référence 2024 sans BHNS

Entre la situation de référence 2010 et la situation à l'horizon 2024 sans BHNS, les émissions de PM_{10} évoluent différemment suivant leurs sources.

Ainsi, l'augmentation du volume de trafic entraîne une augmentation proportionnelle des émissions de particules dues à l'abrasion des matériaux. A contrario, les évolutions technologiques devraient permettre de diminuer les émissions unitaires des véhicules.

La comparaison des concentrations simulées sur la zone étudiée montre alors des tendances différentes suivant les zones (**Figure 21**) :

- sur l'autoroute et à proximité immédiate de cet axe, les concentrations en PM_{10} augmenteraient, jusqu'à environ 5%, à l'horizon 2024 en comparaison à la situation en 2010. Les évolutions technologiques ne seraient pas suffisantes pour équilibrer l'augmentation du volume de trafic sur cet axe et permettre ainsi de respecter les valeurs réglementaires actuels.
- sur les autres zones du territoire, la tendance s'inverserait avec une diminution des niveaux en PM_{10} . Cette diminution serait plus marquée sur les principaux axes traversant Le Cannet et Cannes, avec des baisses des concentrations annuelles de près de 6%. Ainsi, les niveaux ambiants des centres villes de l'agglomération tendraient vers une amélioration à l'horizon 2024.

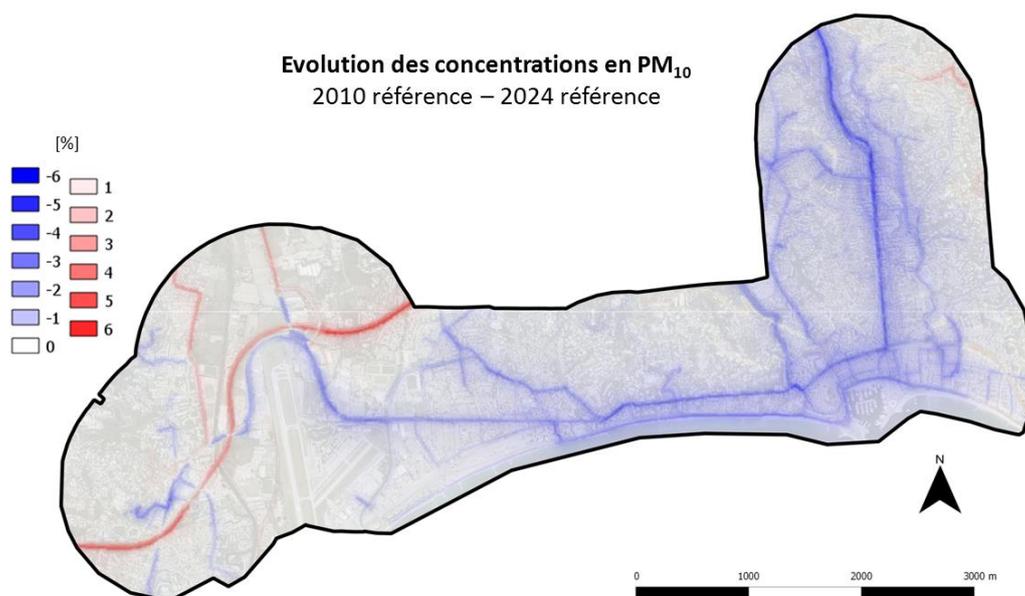


Figure 21 : Evolution des concentrations annuelle en PM₁₀ entre les situations de référence 2010 et 2024

4.3.3 Scénario 2024 avec BHNS

La mise en service du BHNS conduirait à une amélioration supplémentaire sur les axes empruntés, avec une diminution de la moyenne annuelle en PM₁₀ d'environ 4% (**Figure 22**). Les reports de trafic sur les voies à proximité du tracé pourraient toutefois entraîner une légère augmentation du taux de particules, inférieure à 1% pour la majorité des axes concernés. En général, la baisse des concentrations le long des axes majeurs, contribuera à une amélioration sur les zones environnantes.

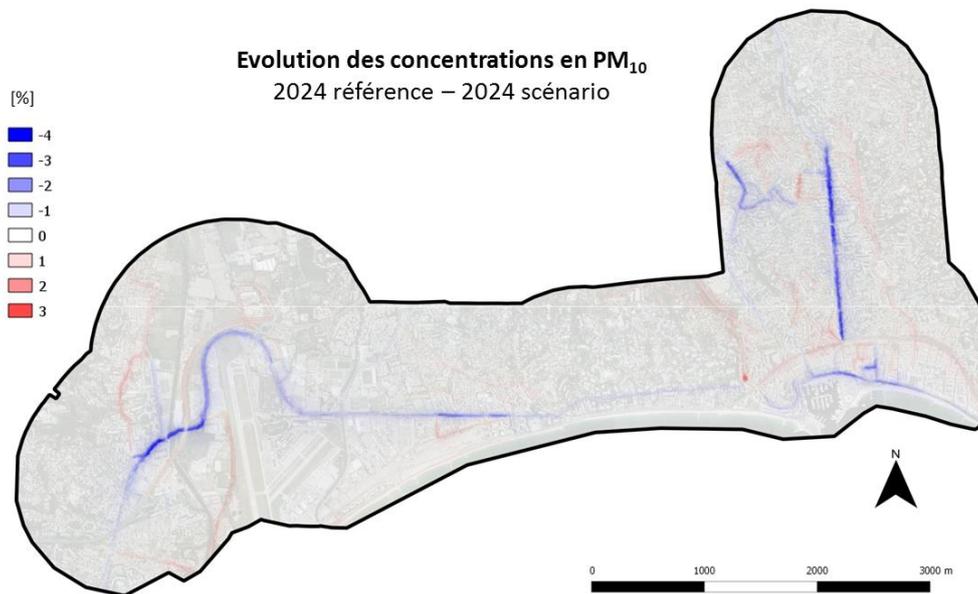


Figure 22 : Evolution des concentrations en PM₁₀ en 2024 sans BHNS et avec BHNS.

La comparaison entre 2010 et 2024 avec la mise en service du BHNS, met en évidence une amélioration significative des concentrations en PM₁₀ sur la très grande majorité de la zone étudiée (**Figure 23**). Les gains les plus conséquents sont attendus sur les axes empruntés par le BHNS, avec des diminutions de près de 8% sur la moyenne annuelle en PM₁₀. Les centres villes devraient également bénéficier d'une baisse des niveaux de PM₁₀.

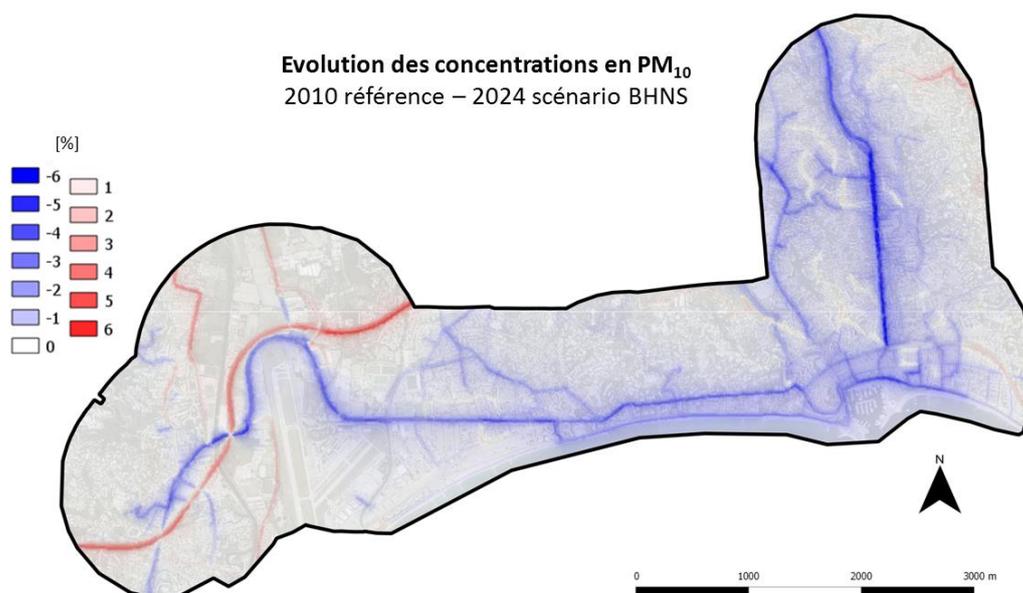


Figure 23 : Evolution des concentrations en PM₁₀ entre 2010 et 2024 avec BHNS.

4.4 PM_{2.5} : diminution des concentrations sur tout le territoire

4.4.1 État de référence 2010

La moyenne annuelle en PM_{2.5} mesurée à la station urbaine de Cannes est de 20 µg/m³ pour l'année 2010 et respecte la valeur limite annuelle de 25 µg/m³ (Tableau III).

4.4.2 État de référence 2024 sans BHNS

Pour les PM_{2.5}, la tendance est similaire à celle des PM₁₀, avec une amélioration globale des moyennes annuelles à l'horizon 2024 comparativement à la situation en 2010 (Figure 24).

Comme indiqué au paragraphe 3.2.1, les particules les plus fines, PM_{2.5}, sont majoritairement issues de la combustion (la contribution de l'usure des matériaux étant minoritaire), à l'inverse des PM₁₀. Aussi, les évolutions technologiques des motorisations ont davantage de conséquences sur les émissions de PM_{2.5} que sur celles des PM₁₀ et donc, sur l'évolution de leurs concentrations.

Ainsi, au niveau de l'autoroute, les concentrations de PM_{2.5} à l'horizon 2024, indiquent une baisse de l'ordre de 2% malgré un volume de trafic significativement plus élevé. Une amélioration générale des concentrations en PM_{2.5} est donc attendue sur l'ensemble de la zone à l'horizon 2024.

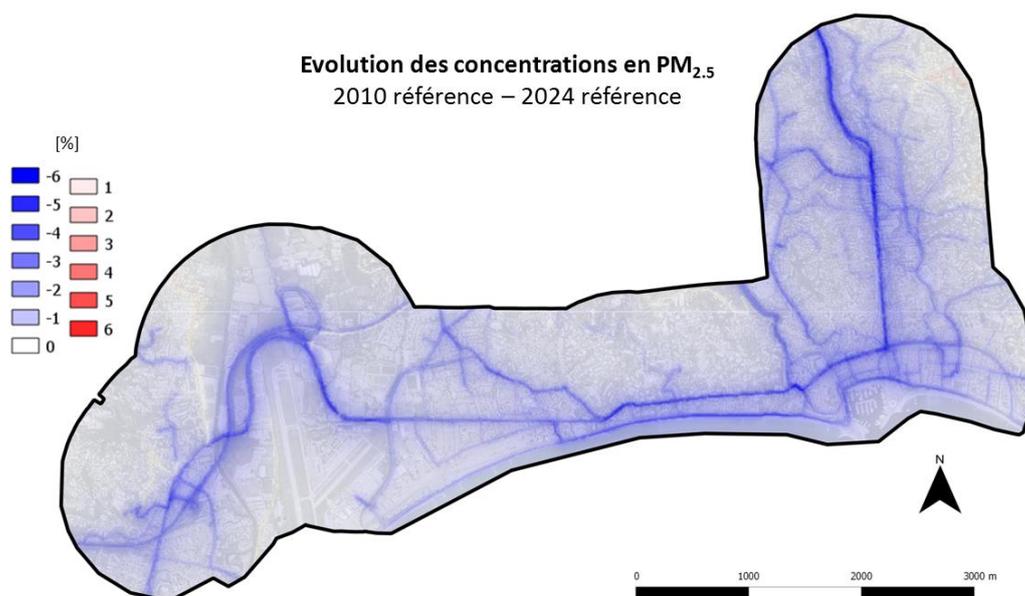


Figure 24 : Evolution des concentrations annuelle en PM_{2,5} entre les situations de référence 2010 et 2024

4.4.3 Scénario 2024 avec BHNS

Comme pour les NO_x et les PM₁₀, la mise en service du BHNS en 2024 devrait apporter une amélioration supplémentaire pour les PM_{2,5}, principalement au niveau des axes empruntés, ainsi qu’une faible dégradation sur les voies concernées par un report de trafic (**Figure 25**).

Cette dégradation se limiterait à des hausses de concentrations n’excédant pas à 1%.

En revanche, la baisse des concentrations annuelles en PM_{2,5}, pourrait dépasser 3% sur le Boulevard Carnot ainsi que sur l’Avenue de Cannes qui traverse Mandelieu-La Napoule.

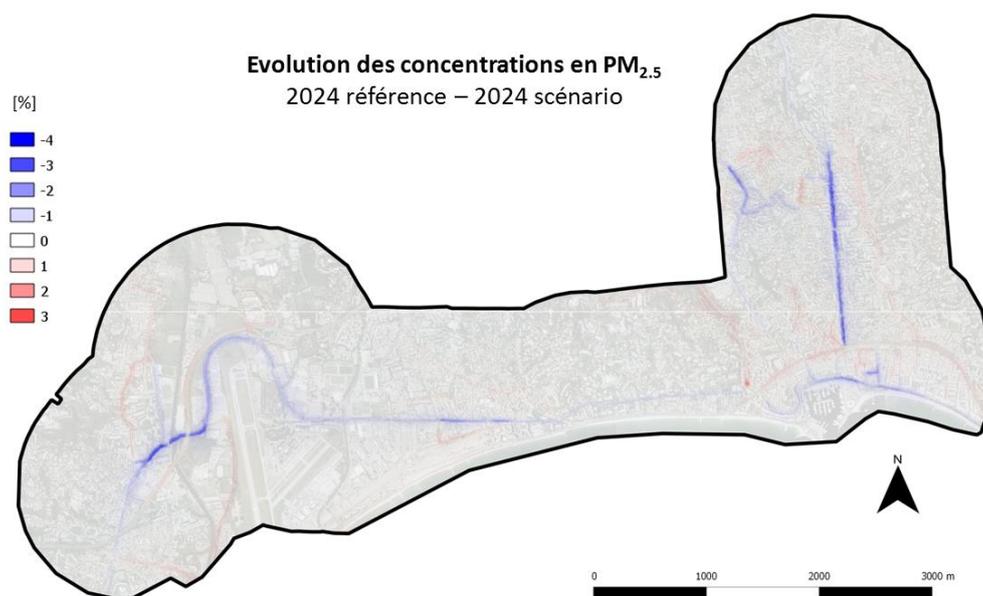


Figure 25 : Evolution des concentrations en PM_{2,5} en 2024 sans BHNS et avec BHNS.

A l'horizon 2024 et avec la mise en service du BHNS, l'ensemble de la zone étudiée devrait connaître une amélioration des niveaux en $PM_{2.5}$, comparativement à 2010 (**Figure 26**) :

- les principales voies de l'agglomération afficheraient des baisses maximales d'environ 6%.
- l'autoroute A8 et les zones situées dans sa proximité immédiate devraient également connaître une amélioration, à l'inverse des NO_x et des PM_{10} .

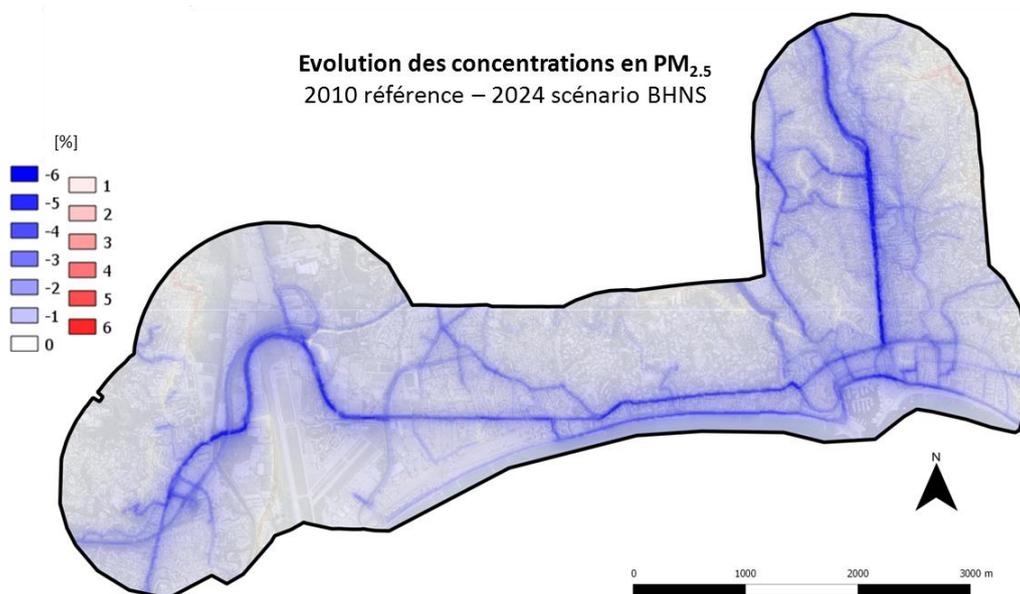


Figure 26 : Evolution des concentrations en $PM_{2.5}$ entre 2010 et 2024 avec BHNS.

5 Conclusion

La mise en service d'un bus à haut niveau de service en 2024 sur l'agglomération de Cannes - Le Cannet - Mandelieu La Napoule vise à améliorer la qualité de l'air dans les zones actuellement problématiques des centres villes.

Cette action, dont l'objectif annoncé vise à limiter les déplacements à l'intérieur de l'agglomération est adaptée à la problématique de ce territoire. En effet, les transports routiers représentent une source prépondérante d'émissions de polluants sur cette agglomération.

Afin d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air de ce projet, 3 scénarios ont été étudiés en concertation avec le SITP: un scénario de référence en 2010, un scénario à l'horizon 2024 sans BHNS et un scénario à l'horizon 2024 avec la mise en service du BHNS. Ces différents scénarios se basent sur les résultats issus de l'évaluation de cet aménagement en termes d'impact sur le trafic routier. Les hypothèses retenues dans cette étude préalable ont conduit à estimer un volume de trafic constant entre les deux scénarios à l'horizon 2024, avec et sans BHNS. Ce résultat implique alors une évolution neutre des bilans des émissions après la mise en service du BHNS.

A l'horizon 2024, les évolutions technologiques des motorisations, les aménagements du réseau routier devraient permettre une amélioration significative de la qualité de l'air sur l'ensemble de l'agglomération de Cannes, Le Cannet et Mandelieu-La Napoule. Ainsi, les valeurs réglementaires actuelles pour le dioxyde d'azote seraient respectées sur la très grande majorité du domaine d'étude et notamment dans les centres urbains. Seules les zones à proximité immédiate de l'autoroute A8 pourraient encore présenter des niveaux supérieurs à ces valeurs limites. Les concentrations en particules, qu'il s'agisse des PM_{10} et des $PM_{2,5}$, diminueraient également de manière significative sur une grande partie du domaine. En raison de la hausse du trafic prévue entre 2010 et 2024, les concentrations en PM_{10} sur quelques axes routiers, tels que l'autoroute A8, devraient quant à elles augmenter.

L'évaluation globale de la mise en service du BHNS sur la qualité de l'air de l'agglomération de Cannes - Le Cannet - Mandelieu La Napoule montre un impact neutre sur l'ensemble de la zone. Ce résultat est directement lié à la légère augmentation du trafic prévue dans le scénario. Néanmoins, au niveau des voies empruntées par le BHNS, la qualité de l'air devrait connaître une amélioration significative en raison des aménagements spécifiques qui réduiront le trafic des véhicules particuliers. Les espaces urbains limitrophes bénéficieront également de cette amélioration. L'amélioration de la qualité de l'air à proximité de cet aménagement s'accompagnera d'une détérioration sur certains axes secondaires en raison du report de trafic attendu sur ces derniers. Les concentrations devraient toutefois y rester inférieures aux seuils réglementaires actuels.

Pour que l'implantation du BHNS contribue à une amélioration significative de la qualité de l'air, il serait opportun de prendre des dispositions complémentaires pour intensifier l'utilisation des transports en commun au profit d'une diminution marquée du nombre de véhicules particuliers à l'intérieur de l'agglomération.

6 Annexes

Annexe 1 : Méthodologie du calcul des émissions

La méthodologie complète de calcul des émissions pour ce secteur des transports est décrite dans l'inventaire des émissions [7].

Les sources d'émissions

Les sources d'émissions considérées dans cette étude sont celles du trafic routier et intègrent l'ensemble des véhicules sur le domaine d'étude : véhicules légers, deux roues, poids lourds, bus, cars... La part des véhicules essence étant significativement plus importante dans les Alpes-Maritimes que celle donnée à l'échelle nationale, une adaptation des données a été réalisée pour ce département. Une étude nationale [3] indique la composition du parc roulant ainsi que les parcs prospectifs jusqu'en 2031.

Les données de parcs statiques et roulants urbains, route et autoroute pour chacun des types de véhicules sont utilisées pour les calculs des émissions de polluants issues du trafic routier.

Le réseau routier

Le réseau routier est géo-référencé sous un système d'information géographique (SIG). Ce réseau est issu de l'étude préalable de modélisation du trafic réalisée par Setec International. Les données issues de ce réseau routier initial sont ensuite croisées avec les données du réseau routier utilisé par Air PACA dans le cadre du calcul de l'inventaire des émissions de l'année de référence 2010, réalisé sur l'ensemble de la région PACA. Cette étape permet d'associer les principaux paramètres du réseau routier de la région PACA sur le réseau de la zone d'étude.

Pour réaliser le calcul des émissions de polluants, il est nécessaire de caractériser chacun des brins du réseau routier par plusieurs paramètres, en supplément du trafic. Ces paramètres sont :

- la catégorie administrative de la voie : cette catégorie est fonction du type de voie (autoroute, route, route urbaine), du nombre de voies et de la vitesse maximale autorisée.
- le profil temporel journalier, hebdomadaire et mensuel: le profil mensuel permet de répartir le trafic annuel en fonction de chacun des mois de l'année ; le profil hebdomadaire permet de répartir le trafic annuel en fonction des jours de la semaine; le profil journalier donne la répartition du trafic annuel en fonction des heures de la journée.
- la pente de la voie : permet de rendre compte d'une surémission en raison de l'inclinaison de la voie
- la capacité de la voie : ce paramètre est utilisé pour le calcul de la congestion de la voie
- le pourcentage de véhicules circulant avec un moteur froid
- le pourcentage de poids lourds
- le pourcentage de deux roues
- le pourcentage de cars
- le pourcentage de bus
- la longueur de la voie

Le réseau utilisé dans le cadre de l'inventaire des émissions à l'échelle de la région étant moins fin, 53% des brins du réseau fourni par Setec International ont une correspondance spatiale avec le réseau régional (**Figure 27**). Les brins n'ayant pas de correspondance sont principalement des brins secondaires, considérés de manière non explicite dans l'inventaire des émissions régionales.

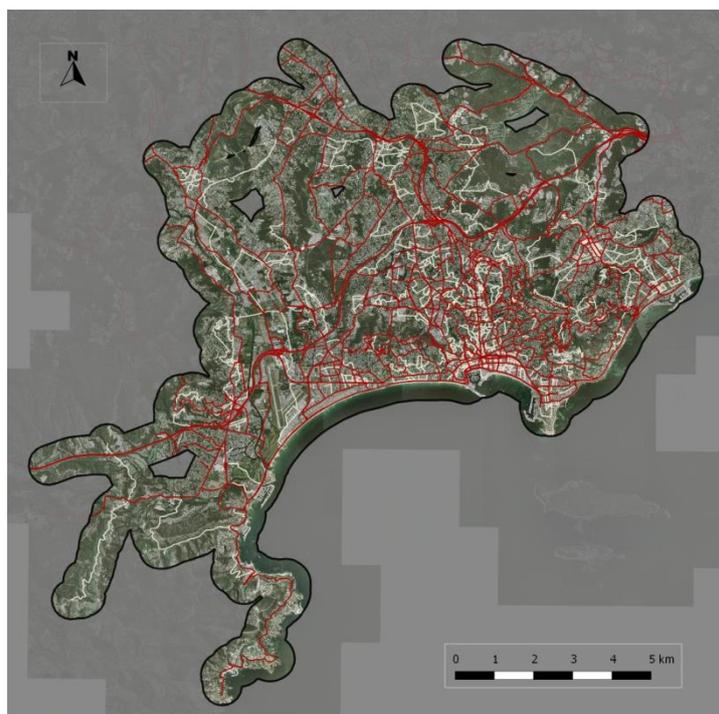


Figure 27 : Correspondance spatiale entre les réseaux routiers régionaux (rouge) et urbains (jaune)

Dans le cadre de cette étude, l'ensemble des brins du réseau fourni par Setec International est conservé. Pour les brins trouvant une correspondance, les paramètres du réseau régional sont directement reportés, sauf pour la capacité des voies.

La catégorie administrative des brins secondaires n'ayant pas de relation spatiale directe avec le réseau routier régionale, sa définition a été fonction de la catégorie de voie définie dans le modèle de trafic de Setec International et de la présence d'une zone urbaine. Les profils temporels, les pourcentages de moteur à froid et de deux roues circulant sur les brins ont été mis en relation avec la catégorie des voies. Les autres paramètres ont été associés aux brins le plus proches quand ceux-ci n'avaient pas de relation spatiale avec le réseau régional.

L'outil de calcul des émissions du transport routier

Les calculs des émissions de polluants sont réalisés à l'aide de l'outil Circul 'air v3.0 [4]. Ils sont réalisés en deux étapes. La première étape calcule la vitesse de circulation sur chacun des brins du réseau en fonction de la vitesse réglementaire, de la capacité des voies et du trafic. La seconde étape calcule les émissions des polluants ainsi que les consommations de carburants et d'énergie. Parmi les polluants calculés, les principaux sont : les dioxydes d'azote (NO_x), les particules en suspension (PM), dont celles de diamètres inférieurs à 10µm (PM₁₀) et inférieurs à 2.5µm (PM_{2.5}), le dioxyde de soufre (SO₂), le benzène (C₆H₆), le dioxyde de carbone (CO₂), les composés organiques volatils (COV).

Les paramètres du calcul des émissions du transport routier : le TMJA

L'un des principaux paramètres d'entrée du calcul des émissions du transport routier est le nombre de véhicules circulant sur l'axe. La donnée issue du modèle de trafic de Setec International est exprimée en heure de pointe du matin (HPM) et heure de pointe du soir (HPS). Pour le calcul des émissions par l'outil Circul'Air, le trafic doit être exprimé en trafic moyen journalier annuel (TMJA). Le trafic fourni par Setec International a donc été recalculé sur chacun des axes du réseau routier. Pour cela, une relation a été définie entre les points de comptage réels disponibles sur la zone d'étude dont le trafic est exprimé en TMJA et les valeurs fournies par Setec International. Les localisations des points de comptage sont présentées sur la **Figure 28**.

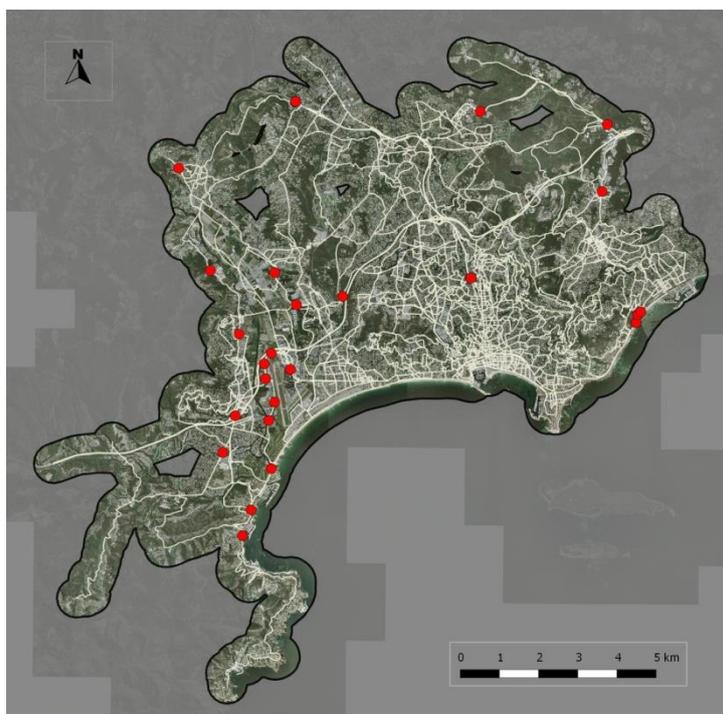


Figure 28 : Localisation des points de comptage du trafic routier sur le domaine d'étude

A partir de ces mesures, une relation linéaire a été définie entre le trafic exprimé en heure de pointe (HP) et celui exprimé en TMJA (Figure 29). La relation obtenue est ainsi :

$$TMJA = 5.8 \times (HPM + HPS) ; (\text{Équation 1})$$

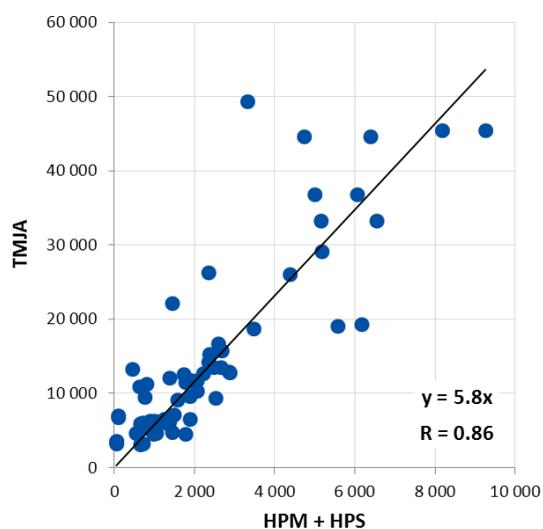


Figure 29 : Relation entre la somme des heures de pointe du matin et du soir et le trafic moyen journalier annuel sur le domaine d'étude.

Annexe 2 : Méthodologie du calcul de dispersion

Le calcul de la dispersion des émissions des polluants permet d'estimer les concentrations en tout point de la zone étudiée et de réaliser des cartographies de l'état de la qualité de l'air. Ce calcul doit être contraint par les sources d'émissions sur le territoire, les conditions météorologiques, les interactions entre les différents polluants, la topographie... Au final, les calculs doivent permettre de reproduire les concentrations observées aux niveaux des différentes stations de mesures composant le réseau de surveillance de la qualité de l'air. La convergence entre les simulations et les observations permet de s'assurer d'une reproduction correcte des événements modélisés et de pouvoir utiliser ces outils pour simuler des scénarios prospectifs et d'aménagement.

Un modèle de dispersion adapté au milieu urbain

Les calculs de dispersion pour cette étude sont réalisés en utilisant le modèle ADMS-Urban [8]. Ce modèle permet de reproduire la dispersion de polluants émis dans l'atmosphère par différents types de sources (industrielles, résidentielles, routières, ...) en fonction des conditions météorologiques. Sa formulation de type gaussienne est adaptée pour des études à des résolutions spatiales fines, principalement en milieu urbain.

Un domaine resserré pour mieux représenter la dispersion

Les principales modifications des émissions de polluants étant localisées autour du tracé du BHNS, le choix a été fait de restreindre la zone étudiée pour le calcul de dispersion à une zone tampon de 1 000m centrée sur les voies empruntées (**Figure 30**). Cette zone intègre les centres villes des trois agglomérations impliquées. L'ensemble du réseau routier compris dans une zone tampon élargie de 200m est intégré dans le calcul de dispersion. Cet élargissement de la zone tampon permet de considérer un transport de pollution des sources alentours.



Figure 30 : Domaine d'étude de la dispersion des émissions et tracé du réseau routier modélisé.

Afin de reproduire les conditions météorologiques de la situation de référence de l'année 2010, les données horaires de la station de mesure de Météo-France située sur l'agglomération de

Cannes sont utilisées. Ces données permettent de reproduire les principaux paramètres impliqués dans la dispersion des polluants tels que la direction et l'intensité du vent, la pluviométrie...

Le modèle ADMS-Urban ayant une formulation de type gaussienne, les calculs des concentrations sont effectués au niveau de points récepteurs répartis sur la zone étudiée. Cette formulation permet une grande liberté dans la résolution spatiale des calculs mis en œuvre. Ainsi, il est possible de répartir les points récepteurs à des distances plus ou moins proches des sources d'émissions afin de reproduire le plus finement possible les concentrations de polluants à proximité des zones d'intérêts. Pour la zone étudiée, les principales sources d'émission sont les voies du réseau routier. Les points récepteurs sont donc placés à proximité de ceux-ci. Le long de chaque axe, des transects composés de 4 points récepteurs sont positionnés tous les 25m environ. Les 4 points composant chaque transect sont positionnés à 5m, 20m, 50m et 100m de part et d'autre de chaque axe. Cette configuration optimale permet de reproduire au mieux les gradients de concentrations des polluants aux environs des axes routiers.

Une validation basée sur les mesures

Pour confirmer l'utilisation du modèle pour les scénarios prospectif, il est nécessaire d'évaluer les paramètres retenus au moyen des résultats des campagnes de mesures ponctuelles menées sur le territoire. Les points de mesures choisis représentent les différentes typologies de la zone d'étude : proximité du trafic routier, zone urbaine et zone péri-urbaine. Au final, la simulation reproduit correctement les concentrations mesurées en 2010, à la fois au niveau de la station urbaine permanente de Cannes et au niveau des différents points de mesures temporaires (**Figure 31**).

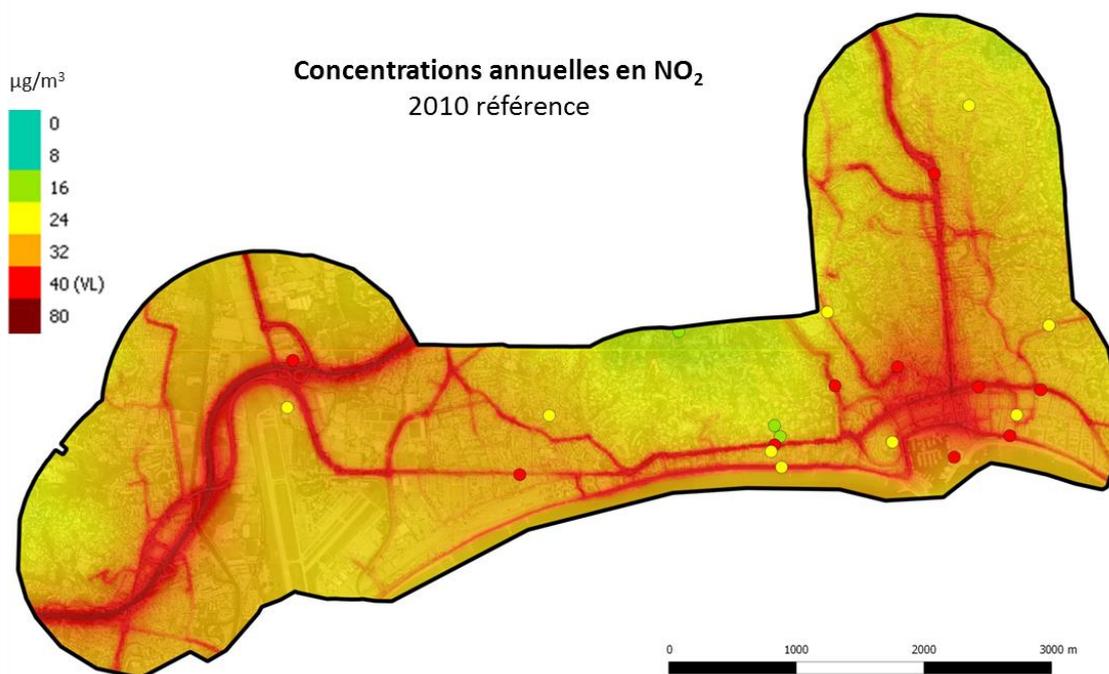


Figure 31 : Concentration moyenne annuelle en NO₂ modélisée et mesurée pour la situation de référence 2010.

Annexe 3 : 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).

Particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2.5})

Origine et dynamique : Les particules sont des polluants atmosphériques dont la composition est hétérogène. Elle comprend un mélange complexe de substances organiques et minérales en suspension dans l'air, sous forme solide et/ou liquide. Ces particules sont de taille, de composition et d'origine diverses. Elles peuvent être caractérisées par leur diamètre aérodynamique appelé taille particulaire.

- La fraction thoracique des particules appelée PM₁₀ (particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm)
- Les particules plus fines, ou fraction alvéolaire, appelées PM_{2.5} (diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm)

La taille des particules détermine leur temps de suspension dans l'atmosphère. En effet, si les plus grosses finissent par disparaître de l'air ambiant dans les quelques heures qui suivent leur émission de par l'effet de la sédimentation et des précipitations, les plus fines peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines. Par conséquent, elles peuvent parcourir de longues distances.

Les particules peuvent être primaires ou secondaires en fonction de leur mécanisme de formation.

L'émission directe des particules primaires dans l'atmosphère est le résultat de procédés anthropiques ou naturels. Les principales sources anthropiques sont la combustion de gazole (diesel des véhicules automobiles), l'utilisation de combustibles domestiques solides (charbon, lignite et biomasse), les activités industrielles (construction, secteur minier, cimenteries, fabrication de céramique et de briques, fonderie), l'érosion des chaussées sous l'effet de la circulation routière et l'abrasion des pneus et des freins, et les travaux d'excavation et les activités minières.

Les particules secondaires sont formées dans l'atmosphère, généralement sous l'effet de la réaction chimique des polluants gazeux. Une partie est le résultat de la transformation atmosphérique des oxydes d'azote principalement émis par la circulation automobile et certains procédés industriels, et de l'anhydride sulfureux provenant de combustibles contenant du soufre. Les particules secondaires sont surtout présentes dans les matières fines.

Les études les plus récentes, liées au programme CAFE (Clean Air for Europe) permettent de chiffrer les impacts des PM_{2.5} sur les populations des pays de l'Union européenne : en Europe (UE-25), les études estiment à 350.000 le nombre de décès prématurés (dont 680 enfants) attribuables à la pollution par les poussières fines. Les PM_{2.5} présentes dans l'atmosphère raccourcissent actuellement l'espérance de vie statistique dans l'UE de plus de 8 mois, soit une perte annuelle totale de 3,6 millions d'années de vie.

Annexe 4 : 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
ozone	<ul style="list-style-type: none">- irritation des yeux- diminution de la fonction respiratoire	<ul style="list-style-type: none">- agression des végétaux- dégradation de certains matériaux
particules en suspension		<ul style="list-style-type: none">- effets de salissures sur les bâtiments
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
dioxyde de soufre		<ul style="list-style-type: none">- pluies acides- dégradation de certains matériaux
COV dont le benzène	<ul style="list-style-type: none">- toxicité et risques d'effets cancérogènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné	<ul style="list-style-type: none">- formation de l'ozone
HAP		<ul style="list-style-type: none">- peu dégradables- déplacement sur de longues distances
métaux lourds	<ul style="list-style-type: none">- toxicité par bioaccumulation- effets cancérogènes	<ul style="list-style-type: none">- contamination des sols et des eaux
monoxyde de carbone	<ul style="list-style-type: none">- prend la place de l'oxygène- provoque des maux de tête- létal à concentration élevée	<ul style="list-style-type: none">- formation de l'ozone- effet de serre

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

Les valeurs recommandées par l'OMS [9] 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
O₃ ozone	- impact sur la fonction respiratoire	100	8 heures	des études récentes montrent un effet sur la santé dès 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$ (ancienne valeur : 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$)
PM 10 particules	- affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	50	24 heures	nouvelles valeurs
PM 2,5 particules		20	1 an	
PM 2,5 particules		25	24 heures	nouvelles valeurs
		10	1 an	
NO₂ dioxyde d'azote	- faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200 40	1 heure 1 an	il existe maintenant une valeur annuelle
SO₂ dioxyde de soufre	- altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques) - exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	500 20	10 minutes 24 heures	les effets sur la santé sont connus à des concentrations beaucoup plus faibles que par le passé (ancienne valeur : 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{h}$)
CO monoxyde de carbone	- niveau critique de COHb < 2,5 % - Hb : <i>hémoglobine</i>	100 000	15 minutes	pas de nouvelle valeur



Bibliographie

- [1] Air PACA, «Bilan annuel 2012 Alpes-Maritimes,» 36 p, Juin 2013.
- [2] Setec International, «Etude de trafic du BHNS 1 - Cannes - Le Cannet - Mandelieu, rapport de modélisation,» 175 p, Décembre 2010.
- [3] MEDDTL-DGEC/CITEPA , «Parcs prospectifs statique et roulant,» (scénario AME), version décembre 2012.
- [4] ASPA, *Outil de calcul des émissions routières, basé sur les équations COPERT IV*, 2013.
- [5] Air Rhône-Alpes, Air PACA, «Observatoire de l'air autour de l'axe routier de la Vallée du Rhône – phase 2,» Rapport Air Rhône-Alpes, Air PACA, 75 p, Octobre 2012.
- [6] Air PACA, «Action 5.5.5 du projet AERA : Impact du trafic Poids Lourds en transit sur l'autoroute A8,» Rapport Air PACA, 44 p, Mai 2013.
- [7] Atmo PACA, «Pollution atmosphérique et gaz à effet de de serre - Inventaire d'émissions 2004,» 57 p, Février 2009.
- [8] Carruthers DJ, Edmunds H.A., McHugh C.A. and Singles R.J, «Development of ADMS-Urban and comparison with data for urban areas in the UK. Proc. of Air Pollution Modelling and its Application XII,» Pleunm Press, 1998.
- [9] OMS, «Air Quality Guidelines : Global Update 2005 - Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide,» World Health Organization Report, 496 p, 2006.



Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Tracés du BHNS sur les communes de Mandelieu-la Napoule, Cannes et Le Cannet (source : SITP).....	5
Figure 2 : Domaine d'étude des émissions de polluants associées à la mise en service du Palm Express	6
Figure 3 : Gauche : Comparaison de la composition des parcs roulants urbains des véhicules particuliers pour 2012 ; Droite : Parc prospectif sur les Alpes-Maritimes jusqu'en 2031 (Source : MEDDTL-DGEC/CITEPA, décembre 2012 ; Adaptation Air PACA).....	7
Figure 4 : Répartition des émissions des oxydes d'azote pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).....	8
Figure 5 : Répartition des émissions des particules totales pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite) .	9
Figure 6 : Répartition des émissions de particules de diamètre inférieur à 10 µm pour l'année 2010 sur le domaine d'étude. par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).....	9
Figure 7 : Répartition des émissions de particules de diamètre inférieur à 2.5 µm pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).....	10
Figure 8 : Répartition des émissions des composés organiques volatils non méthaniques pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).....	10
Figure 9 : Répartition des émissions de dioxyde de carbone pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).....	11
Figure 10 : Répartition des émissions de dioxyde de soufre pour l'année 2010 sur le domaine d'étude par secteur d'activité (gauche) et répartition des émissions du secteur routier par catégorie de véhicules (droite).....	11
Figure 11 : Emissions de NOx du transport routier suivant les axes du domaine d'étude pour l'année de référence 2010 (kg/km/an).....	13
Figure 12 : Evolution en % des émissions de NOx du transport routier suivant entre l'année de référence 2010 et le scénario de référence 2024. Gauche : ensemble du domaine d'étude ; Droite : zoom sur le centre-ville de Cannes.....	14
Figure 13 : Evolution en % des émissions de NOx du transport routier suivant entre le scénario de référence 2024 et le scénario en 2024 avec la mise en service du BHNS. Gauche : ensemble du domaine d'étude ; Droite : zoom sur le centre-ville de Cannes.....	14
Figure 14 : Concentration moyenne annuelle en NO ₂ pour la situation de référence 2010.....	16
Figure 15 : Concentration moyenne annuelle en NO ₂ pour la situation de référence 2024 sans BHNS.....	17
Figure 16 : Evolution absolue des concentrations annuelles en NO ₂ entre les situations de référence 2010 et 2024	17
Figure 17 : Evolution relative des concentrations en NO ₂ en 2024 sans BHNS et avec BHNS.	18
Figure 18 : Concentration moyenne annuelle en NO ₂ pour le scénario de mise en service du BHNS en 2024. ...	19
Figure 19 : Evolution absolue des concentrations annuelle en NO ₂ entre 2010 et 2024 avec BHNS.	19
Figure 20 : Moyennes journalières en PM ₁₀ mesurées à la station de Cannes en 2010	20
Figure 21 : Evolution des concentrations annuelle en PM ₁₀ entre les situations de référence 2010 et 2024	21
Figure 22 : Evolution des concentrations en PM ₁₀ en 2024 sans BHNS et avec BHNS.....	21
Figure 23 : Evolution des concentrations en PM ₁₀ entre 2010 et 2024 avec BHNS.	22
Figure 24 : Evolution des concentrations annuelle en PM _{2,5} entre les situations de référence 2010 et 2024	23
Figure 25 : Evolution des concentrations en PM _{2,5} en 2024 sans BHNS et avec BHNS.	23
Figure 26 : Evolution des concentrations en PM _{2,5} entre 2010 et 2024 avec BHNS.	24
Figure 27 : Correspondance spatiale entre les réseaux routiers régionaux (rouge) et urbains (jaune).....	27
Figure 28 : Localisation des points de comptage du trafic routier sur le domaine d'étude	28
Figure 29 : Relation entre la somme des heures de pointe du matin et du soir et le trafic moyen journalier annuel sur le domaine d'étude.	28
Figure 30 : Domaine d'étude de la dispersion des émissions et tracé du réseau routier modélisé.	29
Figure 31 : Concentration moyenne annuelle en NO ₂ modélisée et mesurée pour la situation de référence 2010.	30

Tableaux

Tableau I : Bilan des émissions sur le domaine d'étude pour l'année de référence 2010.....	8
Tableau II: Emissions du trafic routier sur le domaine d'étude pour les différents scénarios (en t/an).....	12
Tableau III : Seuils réglementaires des polluants étudiés	15

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, on parle de niveaux moyens 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.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau réglementaire et par grand secteur d'activité.

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.

Volume de trafic : Le volume de trafic est le produit du nombre de véhicules par la longueur de la voie.

Sigles

ADMS : Atmospheric Dispersion Modelling System

BHNS : Bus à Haut Niveau de Service

CERC : Cambridge Environmental Research Consultants

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution

DGEC : Direction Générale de l'Energie et du Climat

HP : Heure de Pointe

HPM : Heure de Pointe du Matin

HPS : Heure de Pointe du Soir

MEDDTL : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PM : Particules en suspension (Particulate Matter)

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

SIG : Système d'Informations Géoréférencées

SITP : Syndicat Intercommunal des Transports Publics de Cannes - Le Cannet - Mandelieu-La Napoule

TCSP : Transport en Commun en Site Propre

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel

VL : Valeur Limite

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

Polluants

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

NO : Monoxyde d'azote.

NO₂ : Dioxyde d'azote.

NOx : Oxydes d'azote. Regroupe le Monoxyde d'azote (NO) et le Dioxyde d'azote (NO₂).

PM₁₀ : Particules en suspension d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm (microns).

PM_{2.5} : Particules en suspension d'un diamètre aérodynamique inférieur à 2.5 µm (microns).

SO₂ : dioxyde de soufre



Impact d'un bus à haut niveau de service sur la qualité de l'air de Cannes - Le Cannet - Mandelieu La Napoule

Pour limiter la saturation des centres urbains aux heures de pointes et proposer une alternative à l'utilisation de la voiture, la SITP de l'agglomération de Cannes, Le Cannet et Mandelieu-La Napoule a décidé de mettre en place un bus à haut niveau de service. Cette ligne de bus reliera les villes de Mandelieu-La Napoule au Cannet via Cannes sur un axe prioritaire aménagé en partie centrale de la chaussée.

Cette action, dont l'objectif annoncé vise à limiter les déplacements à l'intérieur de l'agglomération est adaptée à la problématique de ce territoire. En effet, les transports routiers représentent une source prépondérante d'émissions de polluants sur cette agglomération.

Un bilan neutre pour les émissions de polluants

Afin d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air de ce projet, 3 scénarios ont été étudiés en concertation avec le SITP: un scénario de référence en 2010, un scénario à l'horizon 2024 sans BHNS et un scénario à l'horizon 2024 avec la mise en service du BHNS. Ces différents scénarios se basent sur les résultats issus de l'évaluation de cet aménagement en termes d'impact sur le trafic routier.

Les dispositions retenues dans cette étude préalable ne prévoient pas de diminution du volume global de trafic sur l'ensemble de la zone entre les deux scénarios à l'horizon 2024, avec et sans BHNS. Ainsi, le bilan des émissions de polluants devrait rester neutre suite à cet aménagement.

Une amélioration de la qualité de l'air sur les zones problématiques

A l'horizon 2024, les concentrations en NO₂ et en particules dans les centres villes de l'agglomération devraient être inférieures aux seuils réglementaires actuels. Une diminution des concentrations est attendue sur l'ensemble du territoire, grâce aux évolutions technologiques des motorisations et aux aménagements du réseau routier.

La mise en service du BHNS permettra une amélioration supplémentaire dans les centres villes de l'agglomération, principalement à proximité des voies empruntées et dans les espaces urbains limitrophes. Une faible dégradation est attendue au niveau des axes secondaires vers lesquels devrait se diriger le report de trafic. Les concentrations dans ces zones devraient rester inférieures aux seuils réglementaires actuels.



AirPACA
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

