

## Atmo Hauts-de-France

L'Observatoire de l'Air, agréé par le Ministère en charge de l'Environnement, est constitué des acteurs régionaux et locaux (les collectivités, les services de l'État, les acteurs économiques, les associations) mobilisés sur les enjeux de la qualité de l'Air, en lien avec la Santé, le Climat et l'Énergie.

L'Observatoire de l'Air surveille les polluants atmosphériques, **informe, alerte, sensibilise** et met à la disposition de ses adhérents des outils d'aide à la décision pour les **accompagner** dans la mise en œuvre de leurs projets.

## DANS CETTE SYNTHÈSE

- P.2 Description du site d'étude
- P.3 Données d'entrée
- P.5 Résultats
- P.8 Conclusions et perspectives

### Observatoire de l'Air des Hauts-de-France

55, place Rihour  
59044 Lille Cedex

Tél. : 03 59 08 37 30  
contact@atmo-hdf.fr

## Modélisation 3D de la qualité de l'air : application à l'Ilot des Peintres, Grande-Synthe

Destinée à évaluer, à très fine échelle, l'influence d'un aménagement sur la qualité de l'air, cette technique de modélisation récemment mise en œuvre à Atmo Hauts-de-France ouvre des perspectives d'aide à la décision pour les planificateurs et gestionnaires des villes.



### Contexte et objectifs

Des modélisations fine échelle sont aujourd'hui mises en œuvre sur plusieurs agglomérations de la région, en permettant de réaliser des cartes annuelles et de prévisions quotidiennes. Bien que les résultats de ces simulations soient d'une résolution de l'ordre de la dizaine de mètres, ils ne permettent pas de prendre en compte de façon précise l'effet des formes urbaines. Par exemple, dans quelle mesure un immeuble situé le long d'une rue fréquentée favorise-t-il l'accumulation de la pollution automobile dans cette rue, ou au contraire permet-il de faire écran à la pollution ? L'utilisation d'une modélisation 3D peut répondre à ces questions en permettant une évaluation des niveaux de concentration plus précise, intégrant l'influence des formes du bâti sur les conditions de dispersion.

Dans le cadre de la convention 2017 avec le Conseil Régional Hauts-de-France, Atmo Hauts-de-France a fait l'acquisition du modèle 3D MISKAM, reconnu et cité dans de nombreuses publications scientifiques. En concertation avec la communauté Urbaine de Dunkerque et la ville de Grande-Synthe, il a été mis en œuvre sur le quartier en opération de renouvellement urbain dit de l'Ilot des Peintres à Grande-Synthe, afin d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air du projet à l'aide de cette modélisation.

## Site étudié



Le domaine d'étude centré sur le site de l'Ilot des Peintres s'étend sur environ 600 mètres de côté.

### Domaine d'étude

Au cœur de Grande-Synthe, le domaine d'étude s'étend du nord au sud entre la D601 et l'Avenue du Général De Gaulle, et d'ouest en est entre la Rue Denis Papin et la Rue Salvador Allende.

Construit dans les années 60, le quartier de l'Ilot des Peintres a bénéficié de plusieurs programmes de réhabilitation et de rénovation, dont un important projet avec l'Agence Nationale pour le Renouvellement Urbain entre 2010 et 2016. La démolition de plusieurs barres originelles a permis la création de 150 nouveaux logements plus écologiques, sur un plan facilitant les modes de transports doux et des cœurs d'îlots qualitatifs.

En janvier 2015, Grande-Synthe a été retenue pour bénéficier du Nouveau Programme National de Rénovation Urbaine (NPNRU), et ainsi entamer une nouvelle phase de renouvellement du quartier. Dans ce cadre, une étude urbaine et sociale, livrée en juin 2017, propose plusieurs scénarios d'aménagement.

### Méthodologie

Afin de pouvoir estimer l'influence de la rénovation urbaine sur la qualité de l'air, la démarche retenue a été de comparer deux scénarios : un état initial, qui correspond à la situation fin 2017, et le « scénario 2 » de l'étude NPNRU.

Deux modélisations ont donc été réalisées, basées sur les mêmes paramètres météorologiques et de pollution de fond. Elles permettent de comparer, sur les cartes de concentration et les profils verticaux, l'influence du projet sur la dispersion des polluants, et ce dans les deux dimensions horizontales ainsi que sur la verticale. Le modèle donne des résultats pour le dioxyde d'azote, les particules PM10\* et le benzène, en moyenne annuelle comparable aux objectifs environnementaux.

66 Afin de pouvoir estimer l'influence de la rénovation urbaine sur la qualité de l'air, la démarche retenue a été de comparer deux scénarios.



### CHIFFRES CLES

**1 mètre de résolution spatiale**

**10 niveaux de hauteurs de calcul des concentrations**

**95 sources routières décrites**



\* particules PM10 : particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres (µm)

## Données d'entrée du modèle

### Résolution initiale

Le domaine d'étude 3D a été dimensionné pour inclure les voies de circulation qui bordent le domaine, ainsi que les bâtiments situés de part et d'autre de ces voies, dans le but de pouvoir modéliser toutes les influences possibles sur la dispersion des polluants au sein de l'îlot.

Ce domaine est d'une dimension d'environ 650 mètres de côté. La résolution de la grille en deux dimensions est d'1 mètre, garantissant une grande finesse des résultats. Pour tenir compte de la troisième dimension, 10 niveaux de hauteur ont été paramétrés, distants chacun de 2 mètres. Les concentrations sont donc calculées jusqu'à une hauteur de 20 mètres.

### Description des bâtiments et des sources de pollution présentes

Le modèle 3D utilisé requiert des données d'entrée ayant pour but de décrire les bâtiments et les sources de pollution présentes à l'intérieur du domaine d'étude.

Les bâtiments sont caractérisés par leur empreinte au niveau du sol ainsi que leur hauteur. Pour l'état initial, ce travail cartographique a été réalisé à partir de vues aériennes et des bases de données de l'IGN, qui fournissaient également des hauteurs de bâtiments. Pour le scénario d'aménagement, les plans de masse et les vues proposés par l'étude NPNRU ont servi de base pour la cartographie des empreintes de bâtiments, ainsi que l'estimation de leur hauteur.

Les sources de pollution présentes dans le domaine d'étude sont des routes, traitées sous forme de sources linéaires avec une largeur définie, et un débit de polluant estimé. La géométrie des 95 tronçons routiers ainsi définis provient des données IGN, tandis que les données de trafic utilisées pour estimer les émissions d'oxydes d'azote, de particules et de benzène proviennent de comptages effectués par la communauté Urbaine de Dunkerque. La méthode d'estimation de ces émissions routières est conforme à la méthodologie européenne COPERT IV.



Sources routières et leur trafic moyen journalier annuel (à gauche),  
et estimation des rejets d'oxydes d'azote NOx (à droite).

Avec 19 800 véhicules par jour (trafic moyen journalier annuel - TMJA), la D601 au nord du domaine est l'axe le plus fréquenté, suivi par l'Avenue du Général de Gaulle (5 100 véh./jour) au sud, et la rue Allende à l'est (environ 3 200 à 350 véh./jour). Les voies transversales ont un trafic beaucoup plus faible, de l'ordre de 600 à 700 véh./jour.

La répartition des rejets de polluants est conforme à celle des TMJA, et on retrouve les débits de polluant les plus importants sur la D601, et les plus faibles sur les rues transversales et les voies de desserte.



## Météorologie et pollution de fond

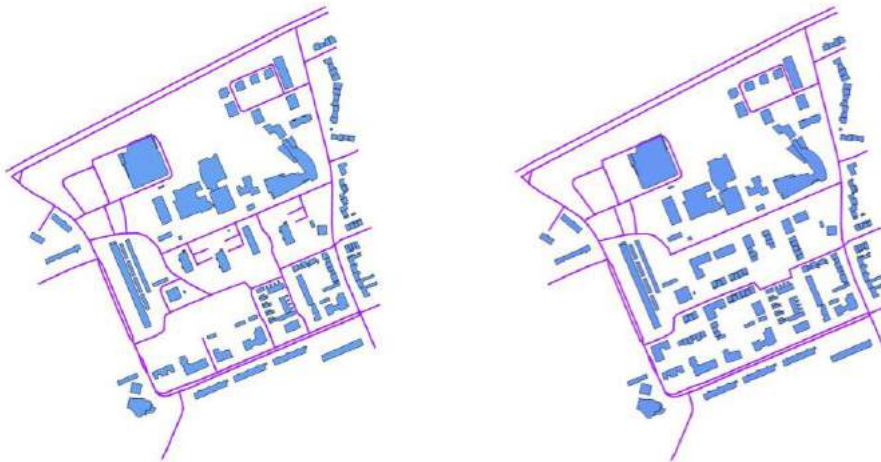
Le modèle MISCAM utilise des équations de mécanique des fluides pour simuler l'écoulement de l'air autour des bâtiments, et dans un second temps la dispersion des polluants. Des séries de données météorologiques qui caractérisent la vitesse et la direction du vent, ainsi que la stabilité atmosphérique sont donc nécessaires.

Dans les deux simulations, la météorologie utilisée est constituée de séries horaires de mesures réalisées sur l'année 2016 à la station Atmo Hauts-de-France du Port Est à Dunkerque (vitesse et direction du vent), complétée par des paramètres modélisés de la chaîne de prévision ESERALDA (hauteur de couche limite, longueur de Monin-Obukhov pour caractériser la stabilité atmosphérique).

De plus, une pollution de fond peut être ajoutée aux simulations pour estimer la quantité de polluants qui entrent dans le domaine, notamment lorsque des sources importantes se situent à proximité, ou lorsque le domaine se trouve dans une zone urbaine. La pollution de fond introduite dans les simulations de cette étude est mesurée à la station de Grande-Synthe située rue du Comte Jean, à environ 300 mètres au nord de notre domaine de simulation. Les valeurs entrées sont celles du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et des particules PM10 en moyennes annuelles, par direction de vent, sur l'année 2016, ainsi que le percentile 98<sup>(1)</sup> des données horaires de ces mesures.

Les valeurs de fond renseignées pour le benzène proviennent de la station de Mardyck, mesure la plus proche.

## Caractéristiques des scénarios



Sources routières et empreintes des bâtiments de l'état initial (gauche) et du scénario de renouvellement urbain (droite).

Le scénario d'état initial intègre toutes les sources décrites, les données météo et de pollution de l'année 2016. Les mêmes données météo et de pollution de fond ont été reprises dans le scénario d'aménagement (« scénario 2 » de l'étude NPNRU). Concernant les bâtiments, trois des tours originelles y sont démolies, tandis que la tour Rubens (la plus à l'ouest) y est réhabilitée. De nouveaux bâtiments ont été créés selon le plan de masse de l'étude urbaine. Il n'y a pas de modification sensible du tracé des rues, et les sources les plus importantes ne subissent pas de changement par rapport à l'état initial. Mais pour tenir compte de l'évolution vers les transports doux, certaines voies de dessertes ont été supprimées et leur trafic réaffecté sur les rues qui traversent l'îlot dans le sens ouest-est (rue Rigaud et rue David).

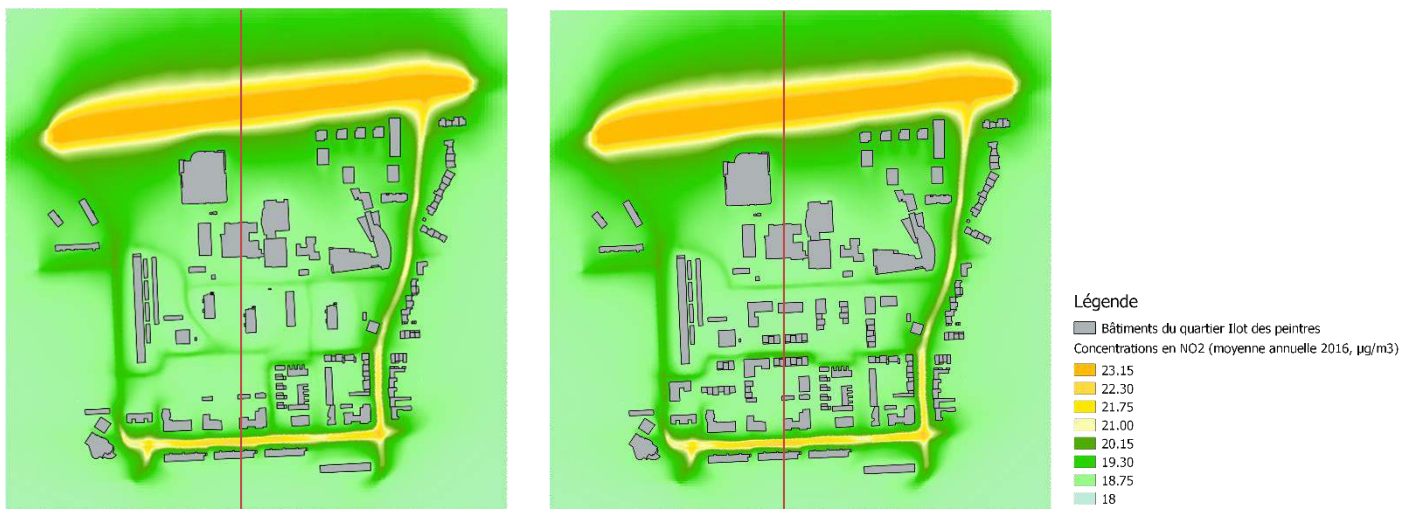
(1) Un percentile est chacune des 99 valeurs qui divisent les données triées en 100 parts égales, de sorte que chaque partie représente 1/100 de l'échantillon de population.

## RESULTATS

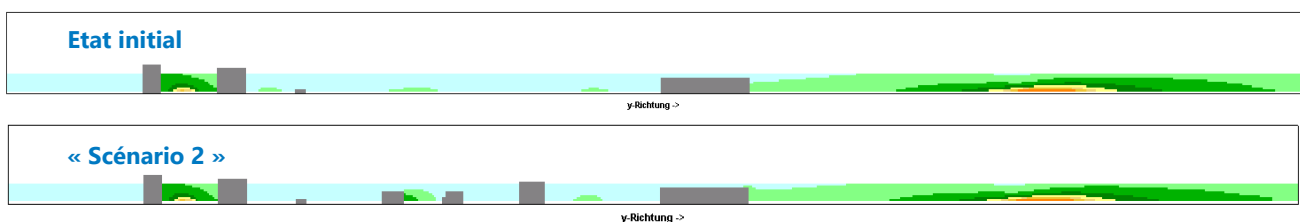
66 La répartition des concentrations en NO<sub>2</sub> est caractéristique de la proximité automobile.



### Dioxyde d'azote



Concentrations moyenne annuelle en dioxyde d'azote au niveau du sol (état initial à droite, scénario d'aménagement à gauche).



Coupes verticales des concentrations en dioxyde d'azote, sens sud-nord (segment rouge de la carte).

Sur l'état initial, les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote sont comprises entre 18 µg/m<sup>3</sup> et 25 µg/m<sup>3</sup>. Au regard de ces valeurs, il n'existe pas de risque de dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle pour le NO<sub>2</sub> dans ce domaine d'étude.

La répartition de ces concentrations en NO<sub>2</sub> est caractéristique de la proximité automobile, avec des concentrations plus élevées de part et d'autre des rues, et qui décroissent rapidement à mesure que l'on s'en éloigne. Ce sont les axes de la périphérie de l'îlot, les plus fréquentés, qui ont l'influence la plus forte sur la qualité de l'air, avec par ordre décroissant selon le niveau : la D601 au nord, l'Avenue du Général De Gaulle au sud, la rue Salvador Allende à l'est, et la rue Denis Papin à l'ouest. Les rues transversales (Rigaud et David) et les voies de desserte émergent peu du fond, tout au plus avec des valeurs en proximité de l'ordre de 20 µg/m<sup>3</sup>.

La diminution des concentrations à mesure que l'on s'éloigne de l'axe est rapide : au bord de la D601, il faut parcourir environ 70 mètres vers le centre de l'îlot pour que la concentration moyenne en NO<sub>2</sub> s'approche du niveau de fond. A noter que vers le nord, cette distance est plus importante, à cause d'un effet de panache lié au sens des vents dominants. Selon ce principe de décroissance rapide, en bordure d'axes moins fréquentés, la distance à parcourir pour retrouver les concentrations de fond est moindre, surtout si un bâtiment offre un effet d'écran.

## RESULTATS

66 Le motif de répartition des concentrations en particules PM10 est très semblable à celui du NO<sub>2</sub>.

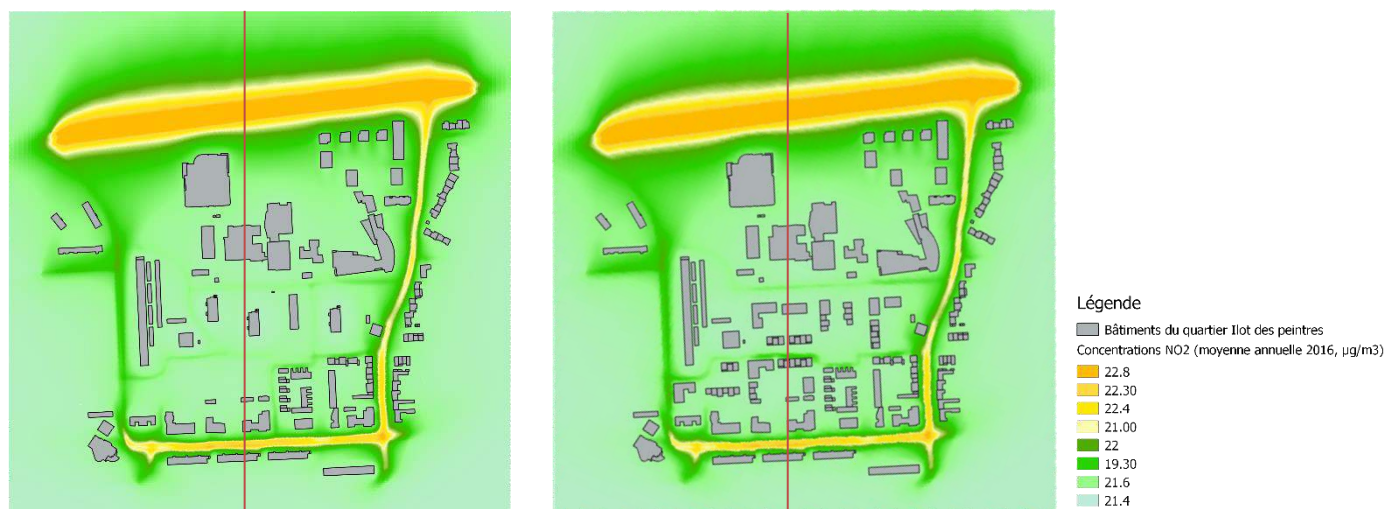
Cet effet d'écran est sensible près de la D601 au niveau du Palais du Littoral (légère inflexion du panache), ou au niveau du carrefour entre l'Avenue du Général de Gaulle et l'Avenue Dubedout (coin sud-ouest).

Si l'on compare l'état initial avec le scénario d'aménagement, le gradient de concentrations est identique dans les deux simulations, les émissions rentrées dans le modèle étant identiques. On note assez peu de différence de répartition. En premier lieu, on constate l'effacement des voies de desserte nord-sud au détriment de l'impact des transversales est-ouest. Cet effet semble renforcé le long de la rue David, sans doute en lien avec l'apparition d'un effet d'écran des nouveaux bâtiments, qui défavorise la dispersion des polluants.

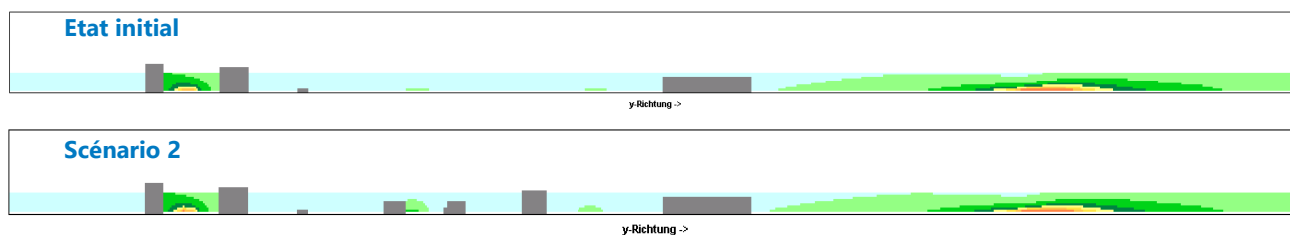
Un léger effet d'écran est également visible rue Papin suite à la création du bâtiment à l'angle de la rue David. Par contre, la rue Rigaud semble moins influencée par l'apparition de nouveaux bâtiments au sud.

Néanmoins, les effets de ces changements sur les concentrations moyennes sont très modérés et ne menacent pas le respect de la valeur limite.

### Particules PM10



Concentrations moyenne annuelle en particules PM10 au niveau du sol (état initial à droite, scénario d'aménagement à gauche).



Coupes verticales des concentrations en particules PM10, sens sud-nord (segment rouge de la carte).

## RESULTATS

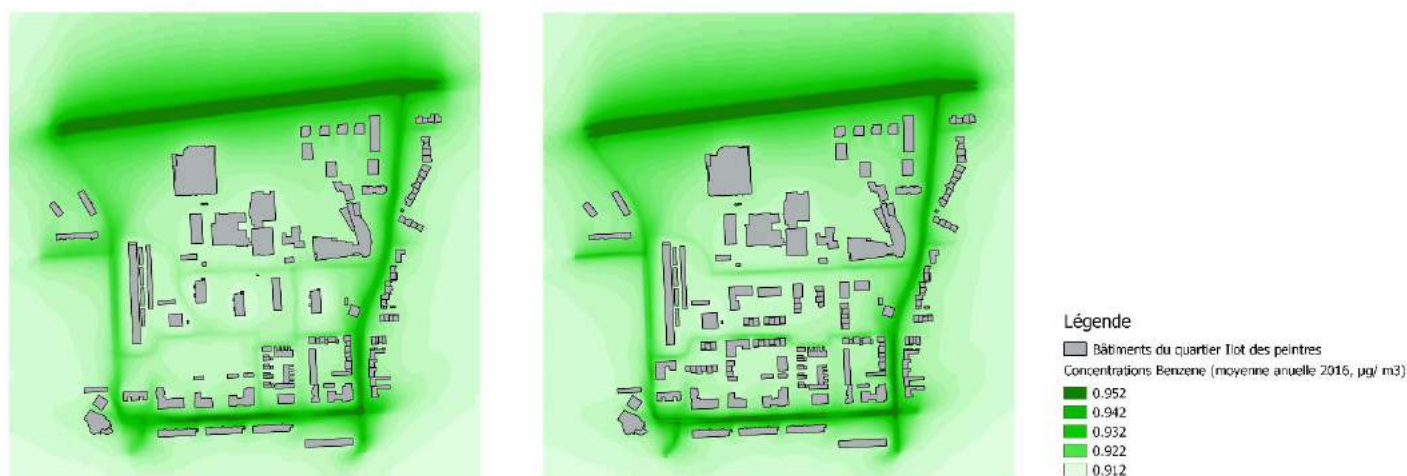
66 Les niveaux en benzène  
sont faibles.



Le gradient des concentrations moyennes en particules PM10 est plus resserré que celui du NO<sub>2</sub> (entre 21,4 et 23,2 µg/m<sup>3</sup>). Ces valeurs sont également largement inférieures à la valeur limite en moyenne annuelle pour les particules PM10 (40 µg/m<sup>3</sup>). Néanmoins, cela ne présage pas d'une absence de risque de dépassement de la valeur limite en nombre de moyennes journalières supérieures à 50 µg/m<sup>3</sup>.

Sous l'influence des mêmes sources de pollution, le motif de répartition des concentrations en particules PM10 est très semblable à celui du NO<sub>2</sub>, tant pour l'état initial que pour le scénario d'aménagement. On peut tout juste relever un effet de panache moins important au niveau de la D601 vers le nord.

### Benzène



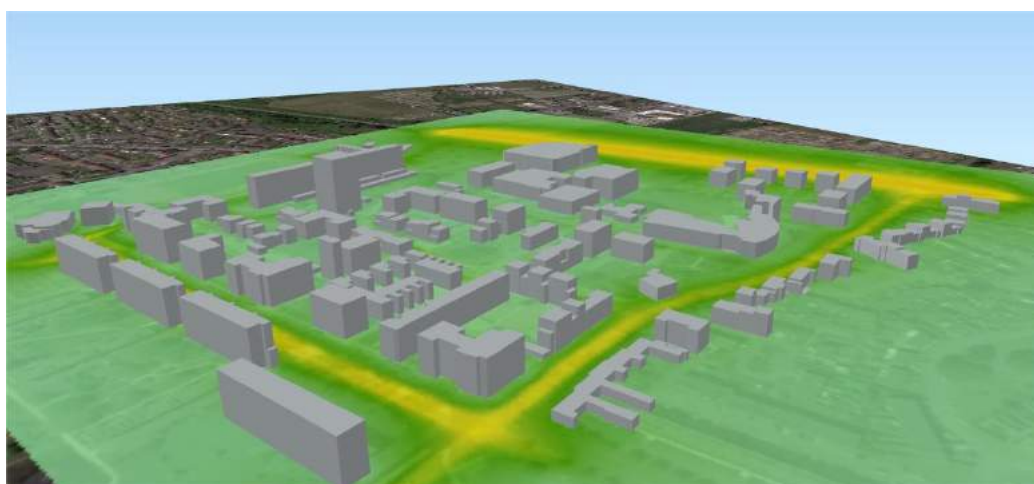
**Concentrations moyenne annuelle en benzène au niveau du sol (état initial à droite, scénario d'aménagement à gauche).**

La particularité du benzène est qu'en l'absence de mesures de fond, c'est la mesure de proximité industrielle de Mardyck qui a été prise en compte. Néanmoins, les niveaux sont faibles, répartis selon un gradient très limité entre 0,91 et 0,95 µg/m<sup>3</sup>. Ces valeurs sont très inférieures à la valeur limite en moyenne annuelle pour le benzène (5 µg/m<sup>3</sup>). La répartition obéit aux mêmes règles que celles du NO<sub>2</sub> et des particules PM10, et on retrouve les mêmes effets, limités, d'écrans ou de panache.



## Conclusion et perspectives

66 ... quelques effets d'écrans formés par les bâtiments feraient légèrement augmenter les concentrations.



**Vue « 3D » du quartier de l'Ilot des Peintres avec les niveaux de concentrations au sol en dioxyde d'azote.**

### **Des valeurs réglementaires respectées, mais de possibles augmentations localisées de l'exposition à la pollution.**

Les valeurs limites en moyenne annuelle sont respectées pour le NO<sub>2</sub>, les particules PM10 et le benzène, dans les deux simulations effectuées. Il n'y a pas d'apparition de « point noir » pour la qualité de l'air.

L'hypothèse de favoriser les transports doux dans le scénario d'aménagement implique l'effacement des voies de desserte, mais a aussi pour conséquence une légère augmentation de l'exposition sur les rues transversales (Rue Rigaud et Rue David). Cet effet pourrait être renforcé par quelques effets d'écrans formés par les bâtiments qui feraient légèrement augmenter les concentrations, notamment rue Louis David. Ces résultats seraient à consolider avec une simulation dans laquelle des modifications seraient apportées dans la disposition des bâtiments, avec par exemple un recul par rapport à la route plus important.

En outre, la proximité de la D601 est l'élément à prendre en compte dans de futurs aménagements au nord de la zone d'étude, et par analogie, à toute zone urbanisée située le long de cet axe routier.

### **Conditions de diffusion :**

*Résultats analysés selon les objectifs de l'étude, le contexte et le cadre réglementaire des différentes phases de mesures et les connaissances météorologiques disponibles. Atmo Hauts-de-France ne peut en aucun cas être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, des publications diverses et de toute œuvre utilisant ses mesures pour lesquels elle n'aura pas donné d'accord préalable.*

*Le respect des droits d'auteur s'applique à l'utilisation et à la diffusion de ce document. Les données présentées restent la propriété d'Atmo Hauts-de-France et peuvent être diffusées à d'autres destinataires. Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source : Atmo Hauts-de-France ». L'association vous fournira sur demande de plus amples précisions ou informations complémentaires dans la mesure de ses possibilités.*