

Modélisation 3D Stade BP

Saint-Pol-sur-Mer

Convention ATMO /CUD 2018

Rendu final

Sommaire

- » **Qualité de l'air à Saint-Pol-sur-Mer**
- » **Présentation du modèle 3D**
- » **Hypothèses du scénario d'aménagement**
 - ▣ Bâti
 - ▣ Voirie
 - ▣ Buttes et écrans
- » **Données disponibles**
- » **Résultats**
- » **Conclusion**

Cartes Stratégiques de l'Air

Résultats pour la CUD

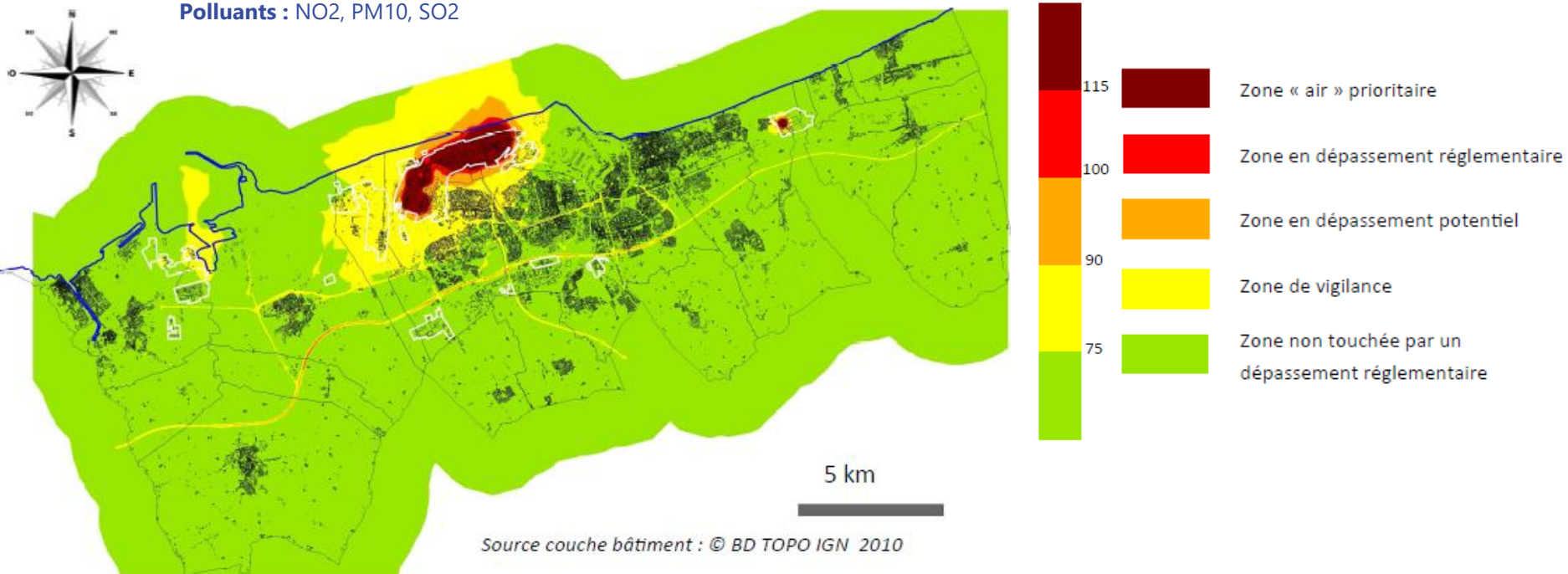
Exposition des populations :

- Les habitants de la CUD ne sont pas exposés à des dépassements de valeurs limites réglementaires
- Environ 16700 habitants (soit 8,3% de la population) vivent en zone « de vigilance »

Période d'application 2017-2021

Années prises en compte : 2012 - 2013 - 2014 - 2015 - 2016

Polluants : NO₂, PM₁₀, SO₂



Contours blanc : délimitation des espaces industriels*

* L'espace industriel est soumis à une réglementation spécifique (Sigale 2015 – Région Nord - Pas-de-Calais/atmo Nord - Pas-de-Calais)

Présentation des polluants



PM
Particules

Sources

Activités humaines : combustion de sources fossiles, usure des routes, carrières et chantiers BTP

Naturelles : érosion des sols, pollens, éruptions volcaniques, feux.

Effets sur la santé

Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans les voies respiratoires. Elles peuvent irriter et altérer la fonction respiratoire. Certaines sont mutagènes et cancérigènes.

Effets sur l'environnement

Elles contribuent aux effets de salissure des bâtiments et des monuments.

Valeur limite protection de la santé (moyenne annuelle) :

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valeur guide OMS (moyenne annuelle):

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



NO₂
Dioxyde d'azote

Sources

Activités humaines : combustion de sources fossiles et procédés industriels

Naturelles : éclairs et éruptions volcaniques.

Effets sur la santé

Gaz irritant pour les bronches. Augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques.

Effets sur l'environnement

Les NOx participent aux phénomènes de pluies acides et sont précurseurs dans la formation d'ozone troposphérique.

Valeur limite protection de la santé (moyenne annuelle) :

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valeur guide OMS (moyenne annuelle):

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Contexte local : zoom sur le stade BP

Modélisation des concentrations en moyennes annuelles (cartographies 2D 2017).

Particules PM10

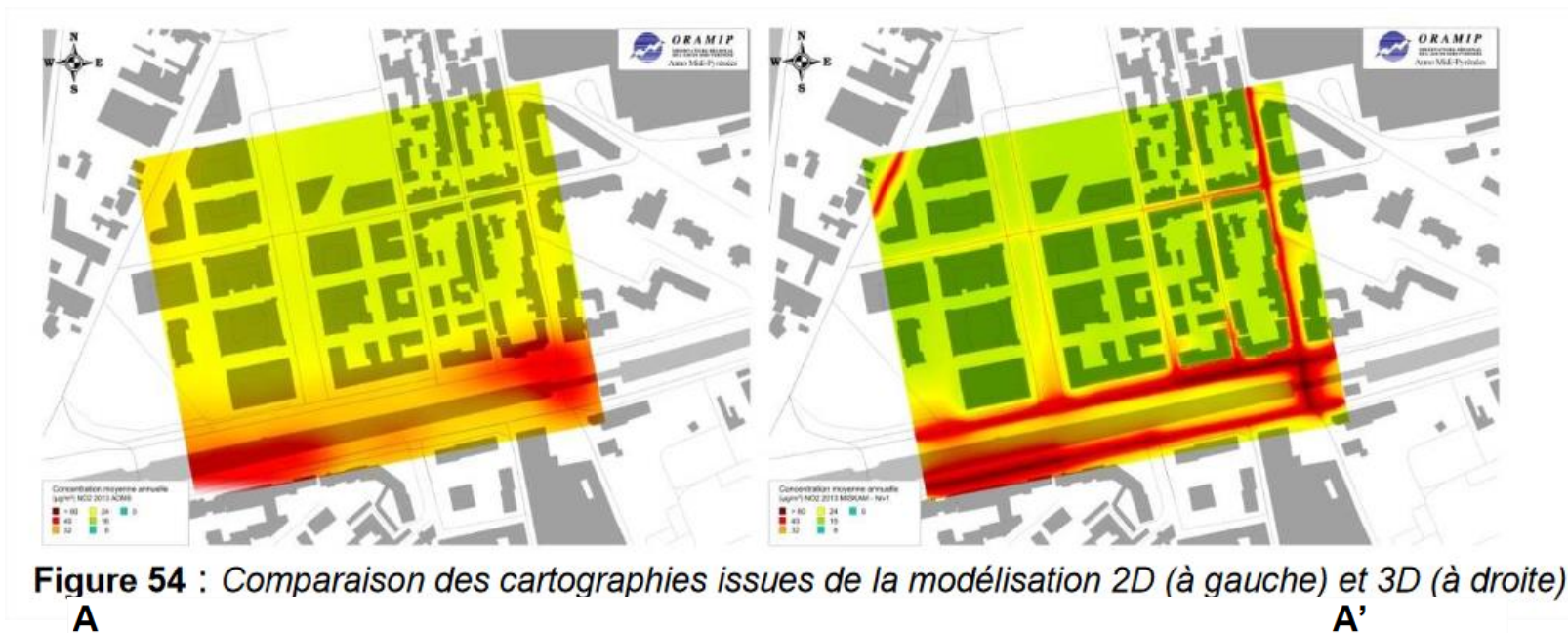


Dioxyde d'azote NO₂



Pourquoi un modèle 3D ?

- L'utilisation d'une modélisation 3D permet une évaluation des niveaux de concentration plus précise en intégrant l'influence des formes du bâti sur les conditions de dispersion.



Méthodologie : le modèle 3D

→ MISKAM

□ Description du modèle

- ✓ Modèle d'écoulement 3D non hydrostatique, dispersion eulérienne
- ✓ Temps de calcul : 5 jours de calcul pour l'écoulement du vent et 1 jour par polluant pour un calcul à 1m de résolution
- ✓ Echelle maximale : 1000 x 1000 x 300m
- ✓ Résolution: 1 - 10m

□ Références

- ✓ Logiciel reconnu et cité dans de nombreuses publications scientifiques - <http://www.lohmeyer.de>
- ✓ **Atmo Grand-Est** : simulation de la qualité de l'air dans l'Ecoquartier Danube.
- ✓ **Atmo Hauts-de-France** : simulation de la qualité de l'air dans le quartier Concorde (Lille) et dans le quartier de l'Ilots des peintres (Grande-Synthe).

Méthodologie : le modèle 3D

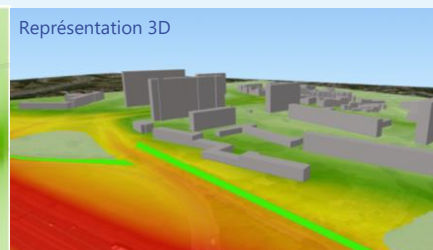
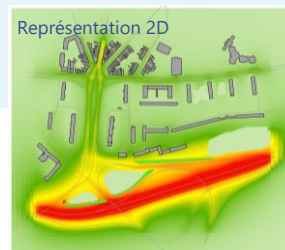
→ MISKAM

Données d'entrées

- Géométrie:
 - Position et hauteur des bâtiments
 - Géométrie des routes (longueur, largeur)
 - Végétation (hauteur, densité, % de couverture du feuillage)
 - Topographie (relief)
- Qualité de l'air:
 - Emissions de polluants des sources routières (Trafic moyen journalier annuel)
 - Pollution de fond 2018
 - Météorologie : données météorologiques horaires en 2018

Données de sorties

- Dynamique des fluides
 - Champs de vent moyen (direction et vitesse du vent dans chaque maille).
 - Dynamique des vents dominants ou spécifiques.
- Qualité de l'air
 - Concentration des particules, du dioxyde d'azote en moyenne annuelle en tout point du maillage.
 - Calcul des percentiles et des fréquences de dépassement des valeurs réglementaires.



ATMO HDF, Miskam, Quartier Concorde (Lille), 2018

Méthodologie: étude stade BP



- ❑ Analyse d'un scénario : le scénario d'aménagement.
Pas de nécessité d'établir un scénario opérationnel.

- ❑ Etapes de modélisation
 1. Préparation des données d'entrée
 2. Calculs des émissions du trafic routier du quartier (logiciel CIRCUL'AIR)
 3. Calculs de l'écoulement du vent pour les 36 secteurs de vent.
 4. Calculs de la dispersion des polluants (NO2 et PM10) pour les 36 secteurs de vent.
 5. Calculs statistiques des concentrations moyennes des polluants en tout point du maillage pour chaque niveau vertical.
 6. Création des cartographies 2D et 3D

Domaine de simulation proposé



- **Extension à l'Ouest pour englober la courbe de la D625 et la route du Fossé Défensif**
- **Extension au Sud pour tenir compte de la rue de la République**
- **Taille du domaine : 560 x 520 m**

Préparation des données

Scénario
aménagement

→ Géométrie :

▣ Formes urbaines :

- ✓ **Existant** : BD TOPO IGN :
couche bâti (empreintes et
hauteur des bâtiments)
- ✓ **Aménagement** : plan
AUTOCAD géoréférencé
(bureau VALERI)

Les hauteurs de bâti sont notées en
noir sur l'image ci-contre :



Préparation des données

Scénario
aménagement

→ Géométrie :

- ❑ Réseau routier & données trafic:
 - ✓ **Existant** : BD TOPO IGN, comptages CUD (2018) + hypothèses par analogie pour les brins manquants
 - ✓ **Aménagement** : plan AUTOCAD géoréférencé bureau VALERI,

Les hypothèses sur les comptages sont basés sur la stratégie de mobilité du quartier :

Privilégier les modes de transports doux

Les comptages routiers sont notés en blanc sur l'image ci-contre :



Préparation des données

Scénario
aménagement

→ Végétation :

□ Densité du feuillage (m^2/m^3)



□ Pourcentage de couverture (%)



→ Topographie (relief)

□ Butte géoréférencée :
hauteur maximale : 5 mètres
courbes de niveaux : 1 mètre



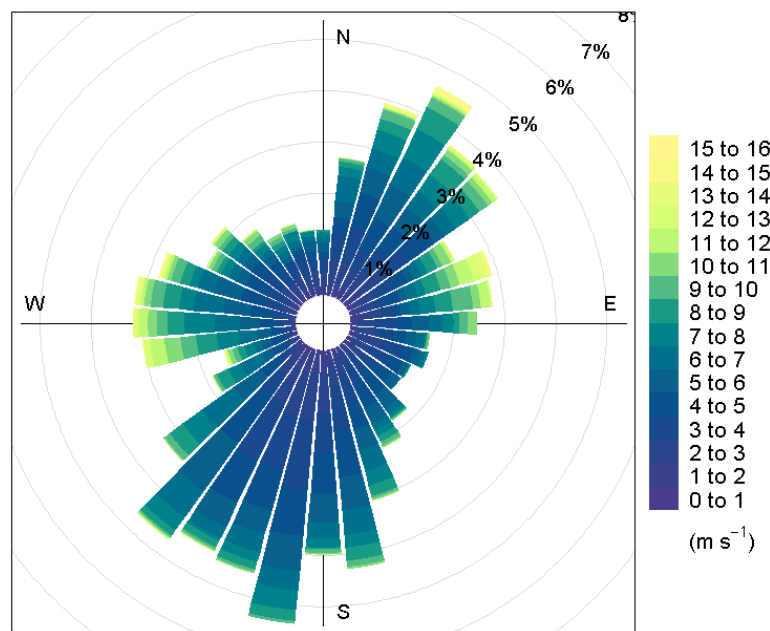
Préparation des données

Scénario
aménagement

→ Météo :

- ❑ Direction et vitesse de vent : station météo France de Dunkerque
- ❑ Hauteur de couche de mélange et longueur Monin-Obukhov : modèle météo MM5 de la chaine ESMERALDA

En 2018, la majorité des vents proviennent du secteur SSO, les vents les plus rapides proviennent du secteur W et E.



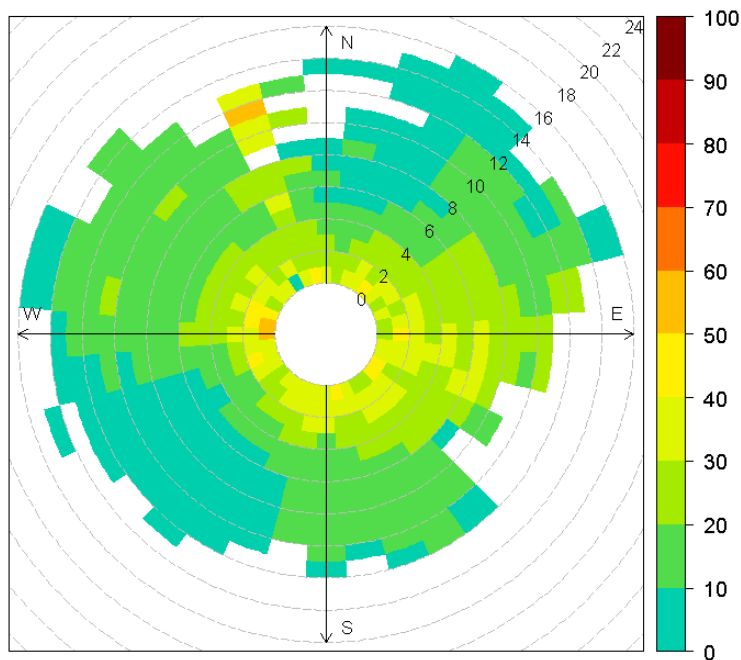
Rose des vents à Météo Dunkerque
du 01/01/2018 à 00h00 (TU) au 31/12/2018 à 00h00 (TU)
(données horaires)

Préparation des données

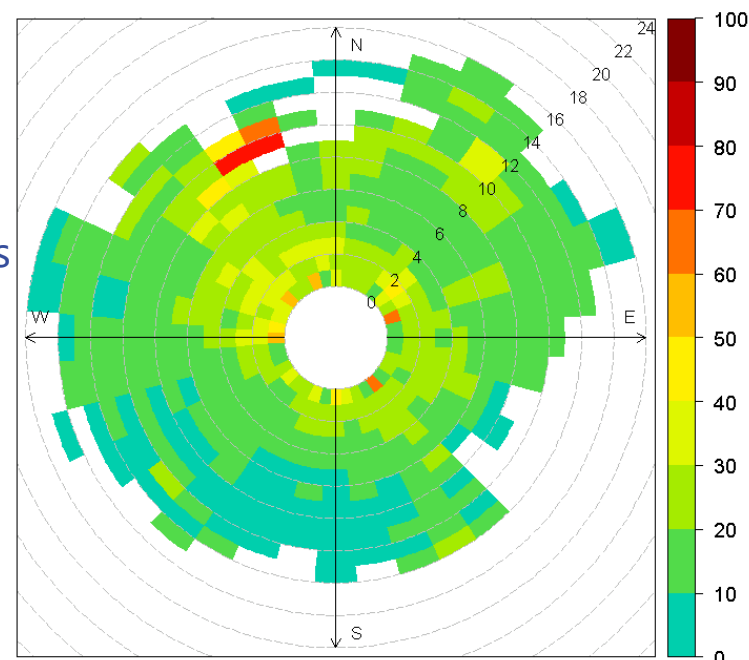
Scénario
aménagement

→ Pollution de fond :

- Concentrations moyennes par direction de vents sur l'année 2018
- ✓ station urbaine de Saint-Pol-sur-Mer (DKM) pour le NO₂ et les PM₁₀



Zone urbaine:
les concentrations
sont élevées
lorsque la vitesse
de vent est faible.



Rose de pollution du NO₂ à Saint-Pol-sur-Mer Cheminots
(en utilisant les vents de Météo Dunkerque)
Concentrations en µg/m³ ; Vitesses de vent en m/s





Rose de pollution des PM₁₀ à Saint-Pol-sur-Mer Cheminots
(en utilisant les vents de Météo Dunkerque)
Concentrations en µg/m³ ; Vitesses de vent en m/s

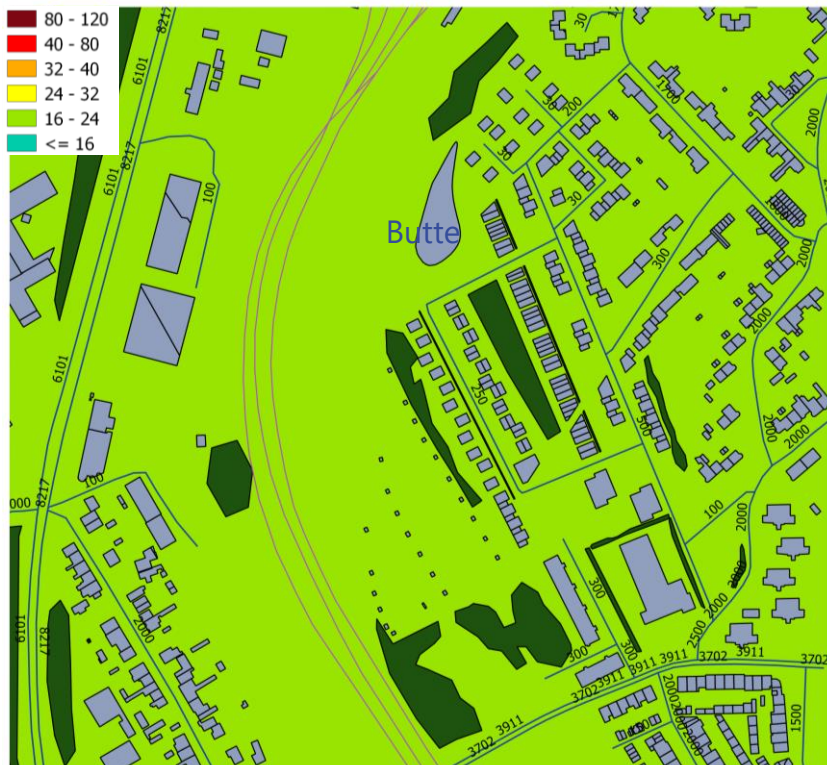
=> Mise en évidence d'une même source active par vents forts secteur NNW

Résultats

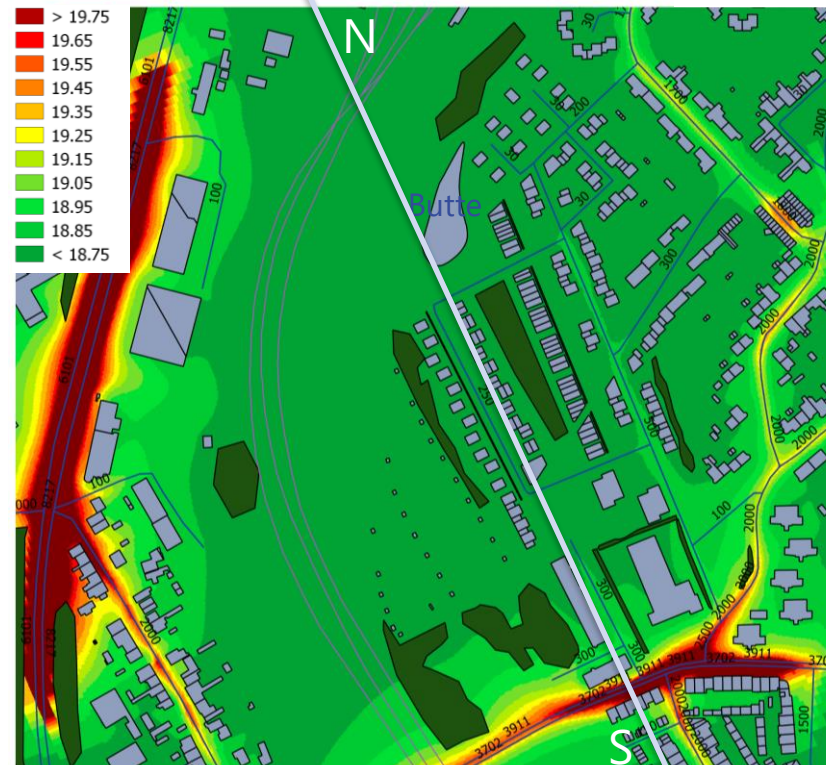
Coupes à 1 – 2 mètres de hauteur

Concentrations en particules **PM10**, moyenne annuelle 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

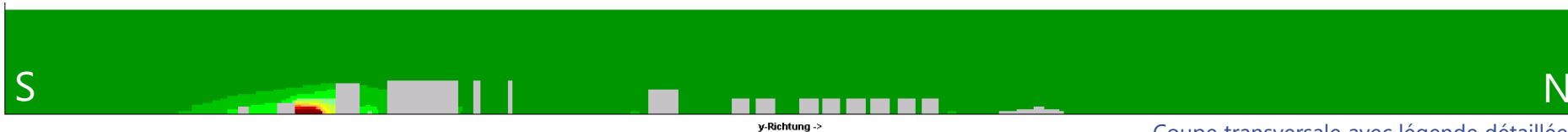
- Légende
-  Bâtiments du quartier Stade BP
 -  Végétation
 -  Réseau ferroviaire
 -  Réseau routier (TMJA)



Cartographie avec légende conventionnelle



Cartographie avec légende détaillée







Coupe transversale avec légende détaillée

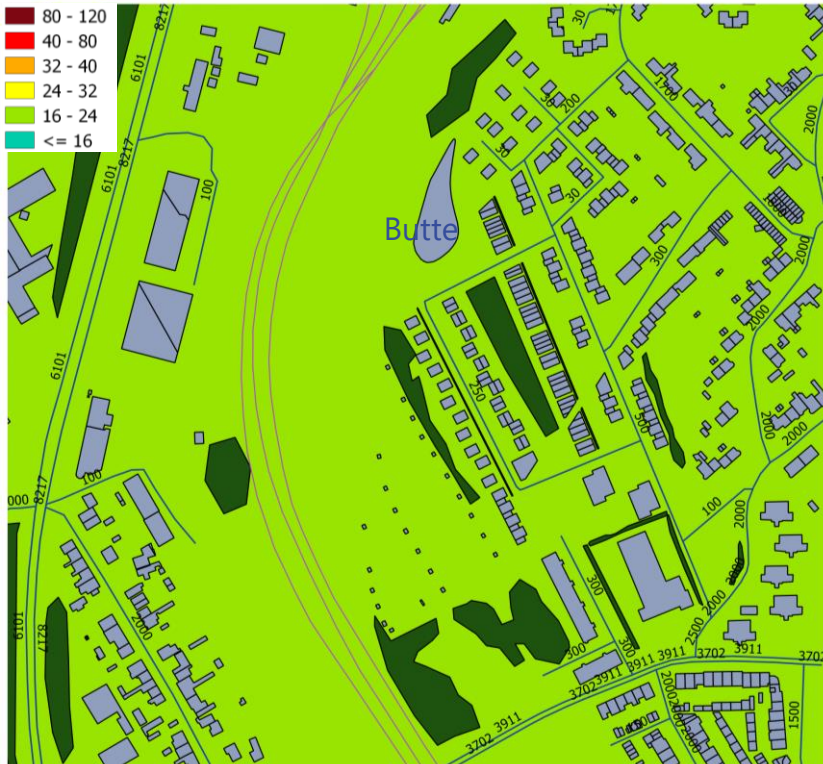
Le parti pris d'aménagement n'influe pas sur les concentrations en PM10 de la zone d'étude.

Résultats

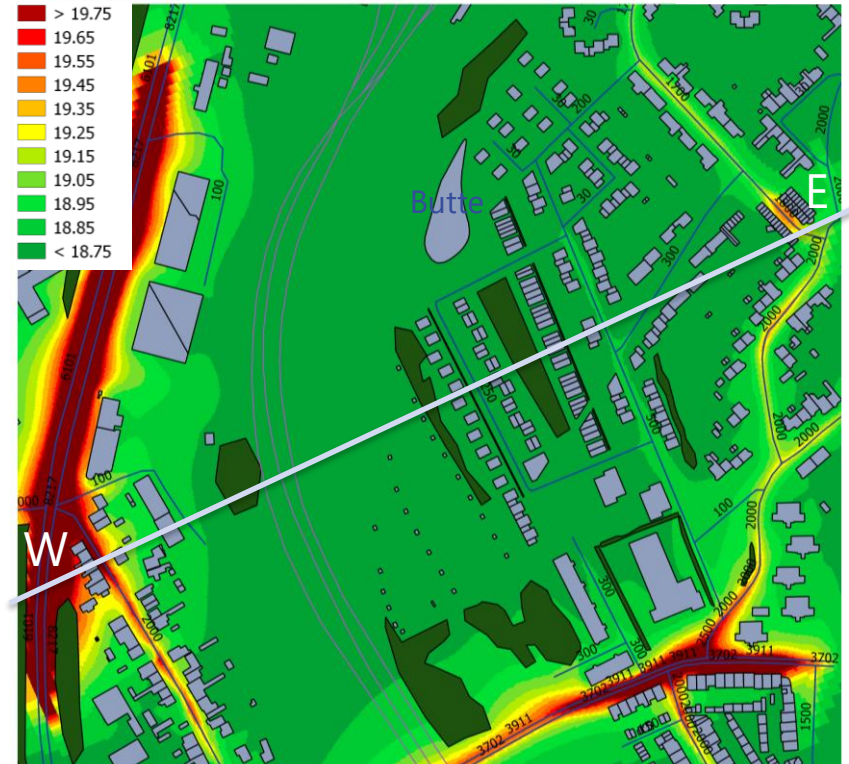
Coupes à 1 – 2 mètres de hauteur

Concentrations en particules **PM10**, moyenne annuelle 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- Légende
-  Bâtiments du quartier Stade BP
 -  Végétation
 -  Réseau ferroviaire
 -  Réseau routier (TMJA)



Cartographie avec légende conventionnelle



Cartographie avec légende détaillée

W

x-Richtung ->

Coupe transversale avec légende détaillée

E

Le parti pris d'aménagement n'influe pas sur les concentrations en PM10 de la zone d'étude.

Résultats

Coupes à 1 – 2 mètres de hauteur

Explications détaillées


Concentrations en particules **PM10**, moyenne annuelle 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

La **carte avec légende conventionnelle** (basée sur la valeur limite pour la protection de la santé) montre **très peu de variations des concentrations** en PM10.

Il faut donc modifier la légende de manière à surinterpréter les résultats pour voir apparaître un gradient de concentrations, entre par exemple la Chaussée des Darse à l'ouest et le cœur d'îlot.

On voit apparaître alors **une faible influence de la voirie** sur les concentrations en PM10 dans la zone du projet, mais les écarts sont presque insignifiants (de l'ordre de 0.1 à 0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)





Dès lors, le projet d'aménagement a un impact très faible sur les concentrations en PM10.

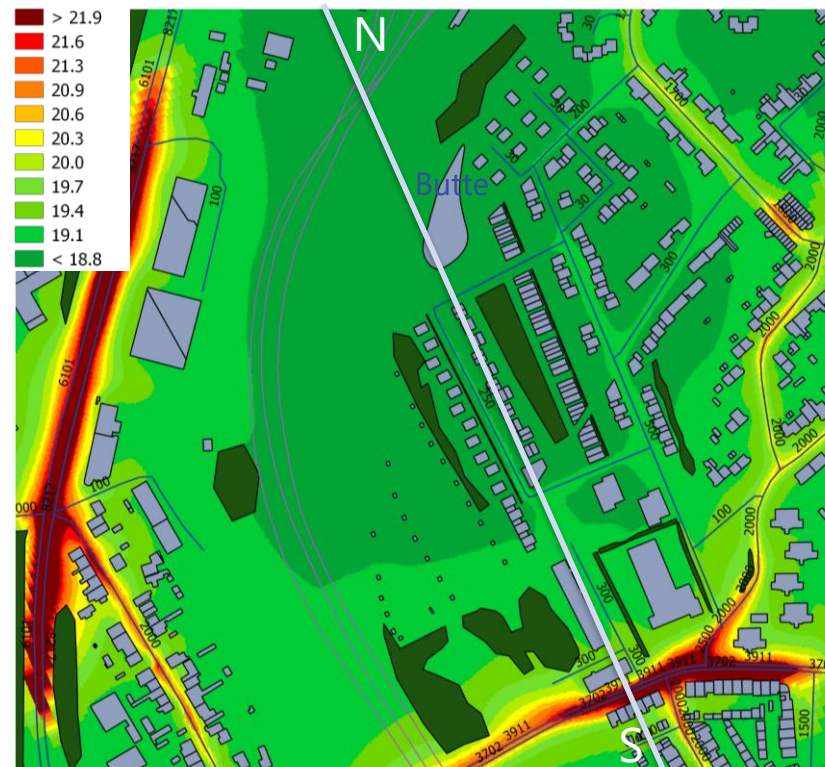
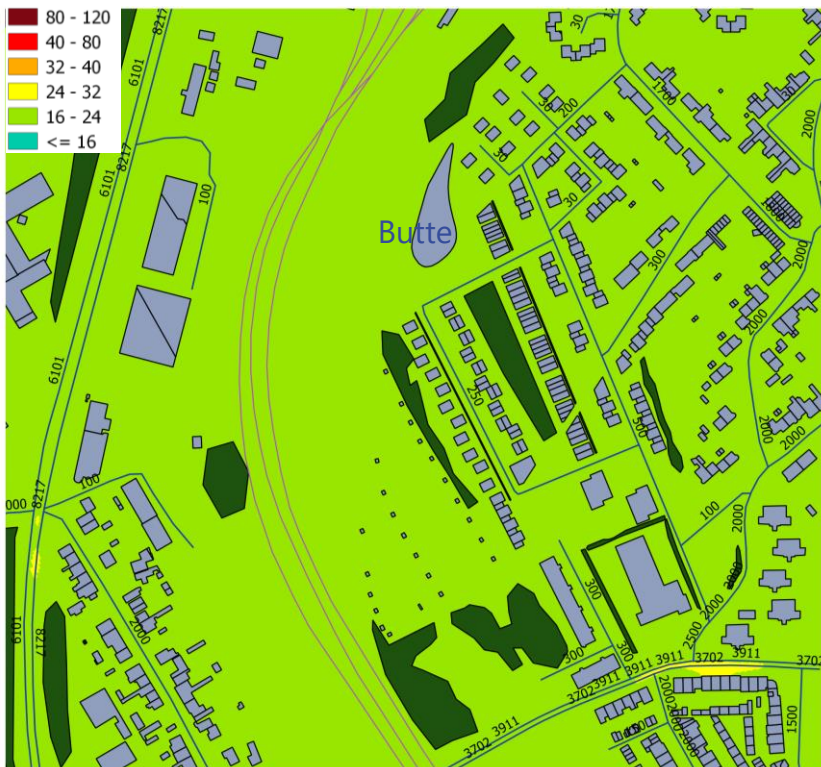
 Au regard des normes, **la valeur limite pour la protection de la santé est respectée pour les PM10**. En fonction de la variabilité interannuelle, les moyennes annuelles en PM10 pourraient être supérieures à la valeur guide OMS dans la zone aménagée.

Résultats

Coupes à 1 – 2 mètres de hauteur

Concentrations en NO_2 , moyenne annuelle 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- Légende
-  Bâtiments du quartier Stade BP
 -  Végétation
 -  Réseau ferroviaire
 -  Réseau routier (TMJA)



Cartographie avec légende conventionnelle

Cartographie avec légende détaillée







Coupe transversale avec légende détaillée

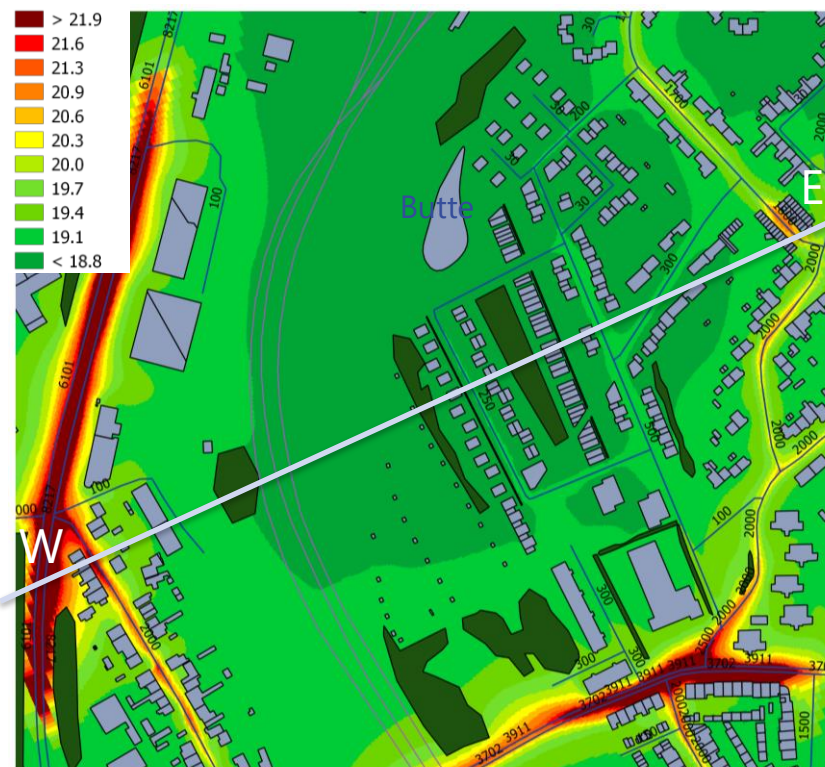
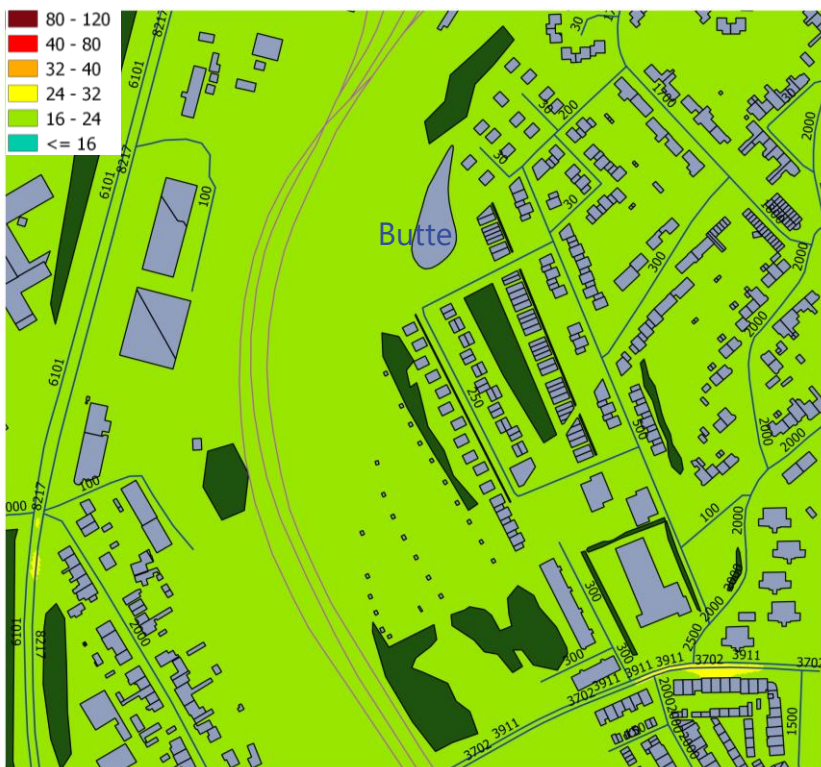
Le parti pris d'aménagement n'influe pas sur les concentrations en NO_2 de la zone d'étude.

Résultats Coupes à 1 – 2 mètres de hauteur

Concentrations en NO_2 , moyenne annuelle 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

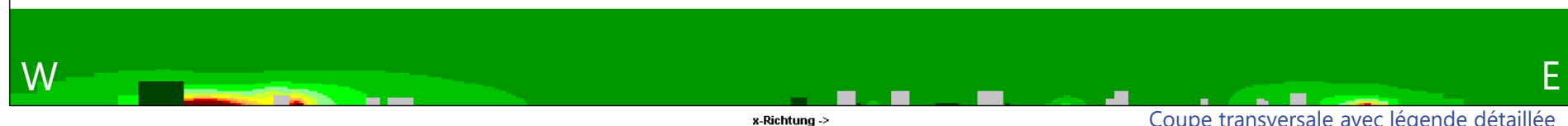
Légende

-  Bâtiments du quartier Stade BP
-  Végétation
-  Réseau ferroviaire
-  Réseau routier (TMJA)



Cartographie avec légende conventionnelle

Cartographie avec légende détaillée



Coupe transversale avec légende détaillée

Le parti pris d'aménagement n'influe pas sur les concentrations en NO_2 de la zone d'étude.

Résultats Coupes à 1 – 2 mètres de hauteur

Explications détaillées

Concentrations en **NO₂**, moyenne annuelle 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tout comme pour les PM10, la **carte avec légende conventionnelle** (basée sur la valeur limite pour la protection de la santé) montre **très peu de variations des concentrations** en NO₂.

Sur la carte avec la légende détaillée le motif de répartition des concentrations est comparable à celui des PM10 : un gradient plus marqué entre la Chaussée des Darses et le cœur d'îlot, et **une faible influences des voiries** dans la zone projet.

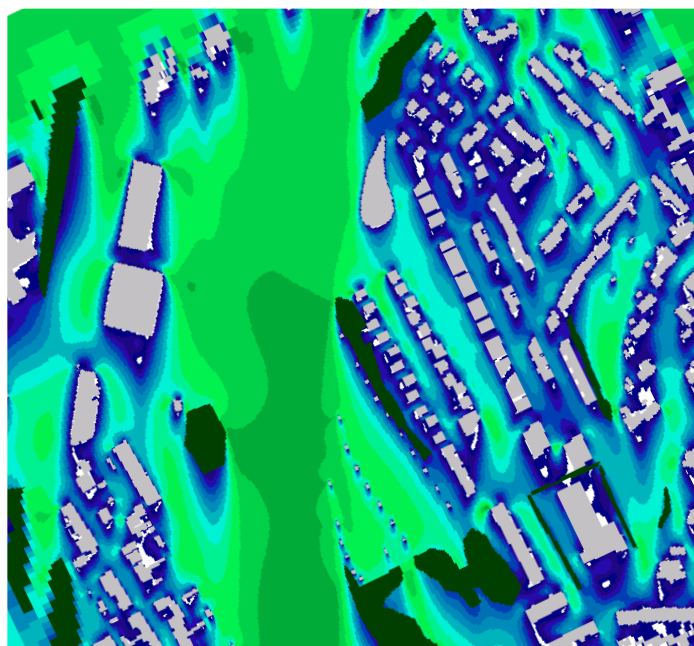
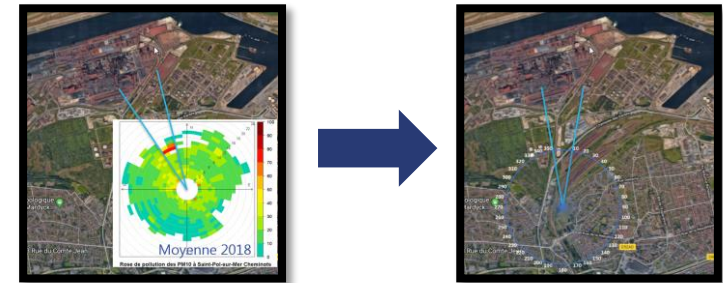
Dès lors, le projet d'aménagement a un impact très faible sur les concentrations en NO₂.

 **La valeur limite pour la protection de la santé est donc également respectée pour les NO₂.** Les concentrations moyennes annuelles en NO₂ sont également inférieures à la valeur guide OMS.

Résultats

Evaluation du secteur de vent associé aux concentrations les plus élevées.

Direction du vent avec les concentrations en PM10 et NO₂ les plus élevées : 0° (entre 350 ° et 10°) entre 1 et 2 m de hauteur



Direction du vent

Légende

- Bâtiments du quartier Stade BP
 - Végétation
- Vitesse du vent, unité: [m/s]
- >= 4.25
 - >= 3.90
 - >= 3.45
 - >= 3.10
 - >= 2.75
 - >= 2.40
 - >= 2.05
 - >= 1.70
 - >= 1.35
 - >= 1.00
 - >= 0.65
 - >= 0.30

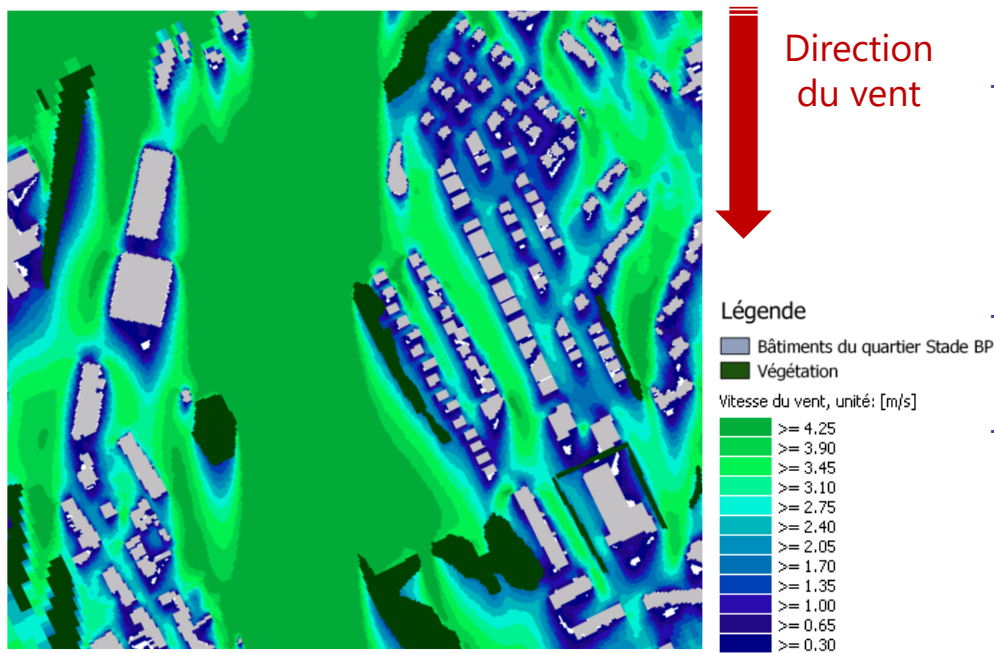
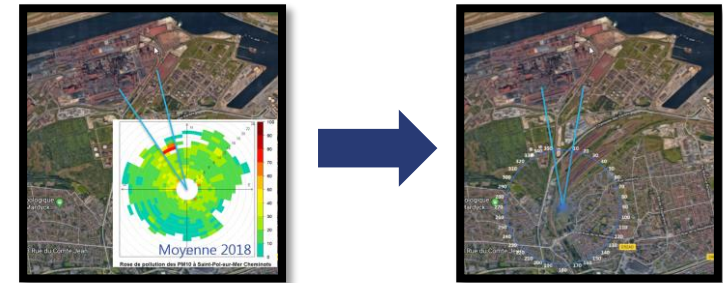
- De manière générale la vitesse moyenne du vent diminue autour des bâtiments
 - La coulée verte est plus ventilée (7.2 km/h)
- Effet de végétation : diminution des vitesses de vent.

Cartographie des vitesses de vent d'orientation 0° à 1-2 mètres de hauteur

Résultats

Evaluation du secteur de vent associé aux concentrations les plus élevées.

Direction du vent avec les concentrations en PM10 et NO₂ les plus élevées : 0° (entre 350 ° et 10°) entre 3 et 4 mètres de hauteur



Cartographie des vitesses de vent d'orientation 0° à **3 - 4 mètres de hauteur**

- Entre 3 et 4 mètres de hauteur, on observe une augmentation de la vitesse moyenne du vent entre les bâtiments alignés
- Coulée verte plus ventilée (10.8 km/h)
- Effet de végétation : diminution des vitesses de vent.

Conclusion

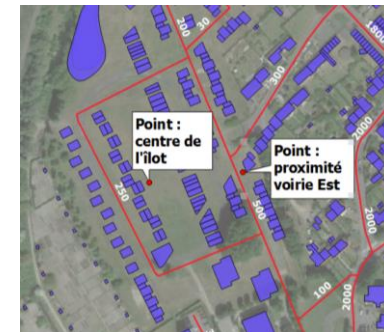
- Dans toutes les simulations, les concentrations estimées sont **en dessous** des **valeurs limites** de protection de la santé (PM10 et NO₂)
- Secteur peu impacté par le trafic routier
- Comparaison des concentrations entre deux points sur le secteur:

PM10 : Très faible variabilité sur le secteur d'étude.

Centre de l'îlot	Proximité voirie à l'Est
18.6 µg/m ³ en moyenne annuelle	18.8 µg/m ³ en moyenne annuelle

NO₂ : Très faible variabilité sur le secteur d'étude.

Centre de l'îlot	Proximité voirie à l'Est
19 µg/m ³ en moyenne annuelle	19.2 µg/m ³ en moyenne annuelle



Bilan de l'Impact du nouvel aménagement sur la Qualité de l'Air du quartier



Peu d'impact du nouvel aménagement sur les concentrations en PM10 et NO₂

Augmentation du trafic routier (activité du quartier)