



INTEGRATION DE LA COMPOSANTE AIR DANS LA GESTION DYNAMIQUE DU TRAFIC ROUTIER SUR L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG

Séminaire LCSQA – Capteurs et qualité de l'air : Une (R)évolution ? - 23 nov 2018

Eurométropole de Strasbourg

33 communes

484 157 habitants

338 km²

1432,4 hab/km²

Autoroute A35 :

165 000 véhicules/jour



Constats et Actions



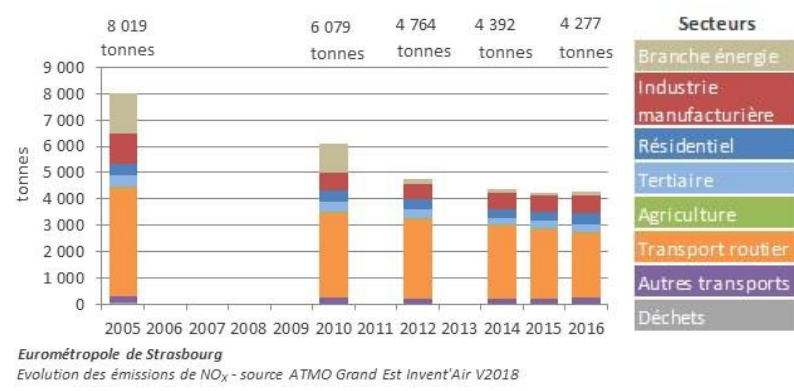
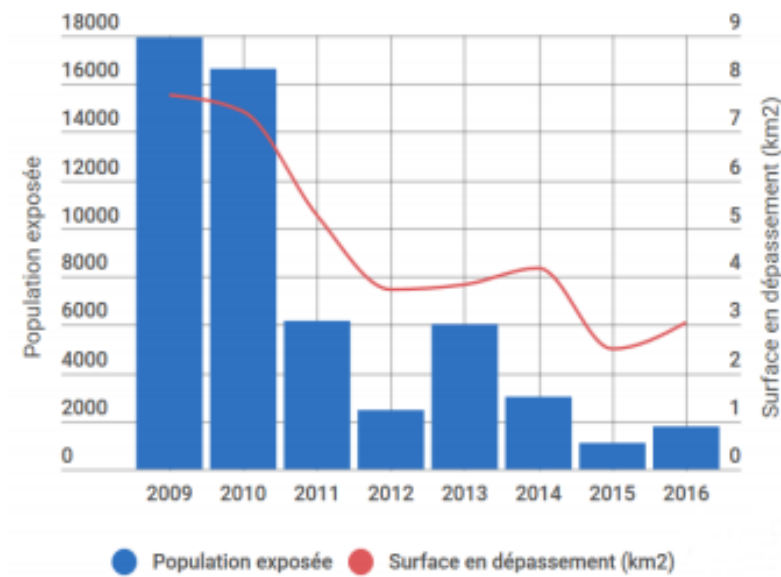
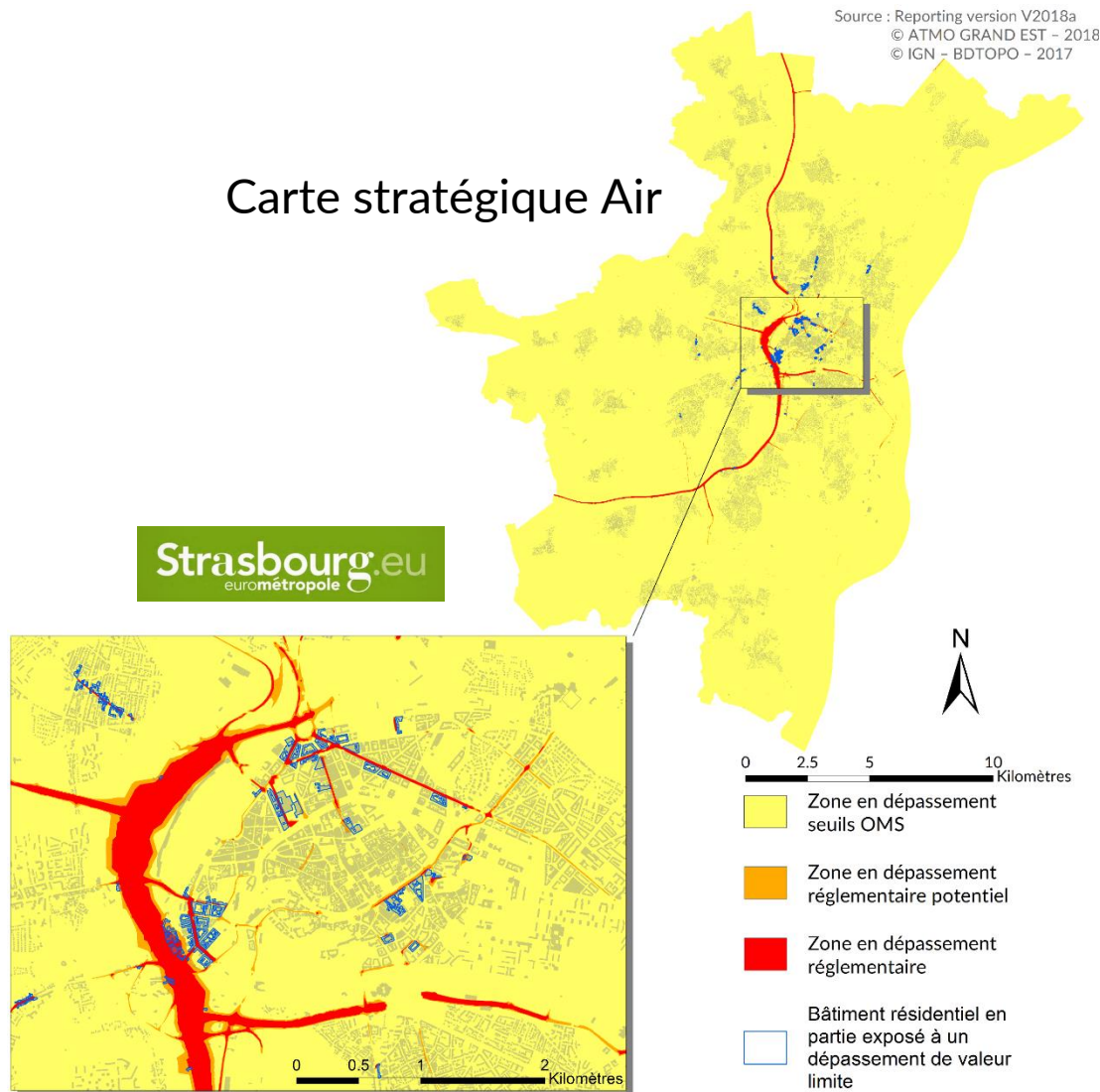
Action ville respirable en 5 ans :

« Gérer de manière dynamique les flux de circulation aux carrefours situés sur les axes pénétrants, en fonction de l'intensité du trafic d'entrée de ville et en fonction de la qualité de l'air. »

« Régulation du trafic suivant la qualité de l'air mesurée via des µcapteurs »



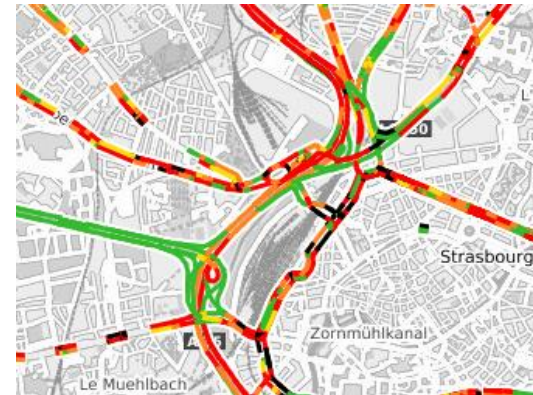
Carte stratégique Air



Engager une
nouvelle étape
dans les mobilités



Engager une nouvelle étape dans les mobilités



BRIQUE OPERATIONELLE
GESTION DU TRAFIC

BRIQUE LOGICIELLE
SIMULATION TRAFIC

BRIQUE AIR
EXPERTISE QUALITE DE
L'AIR - μ CAPTEURS



Zone d'étude

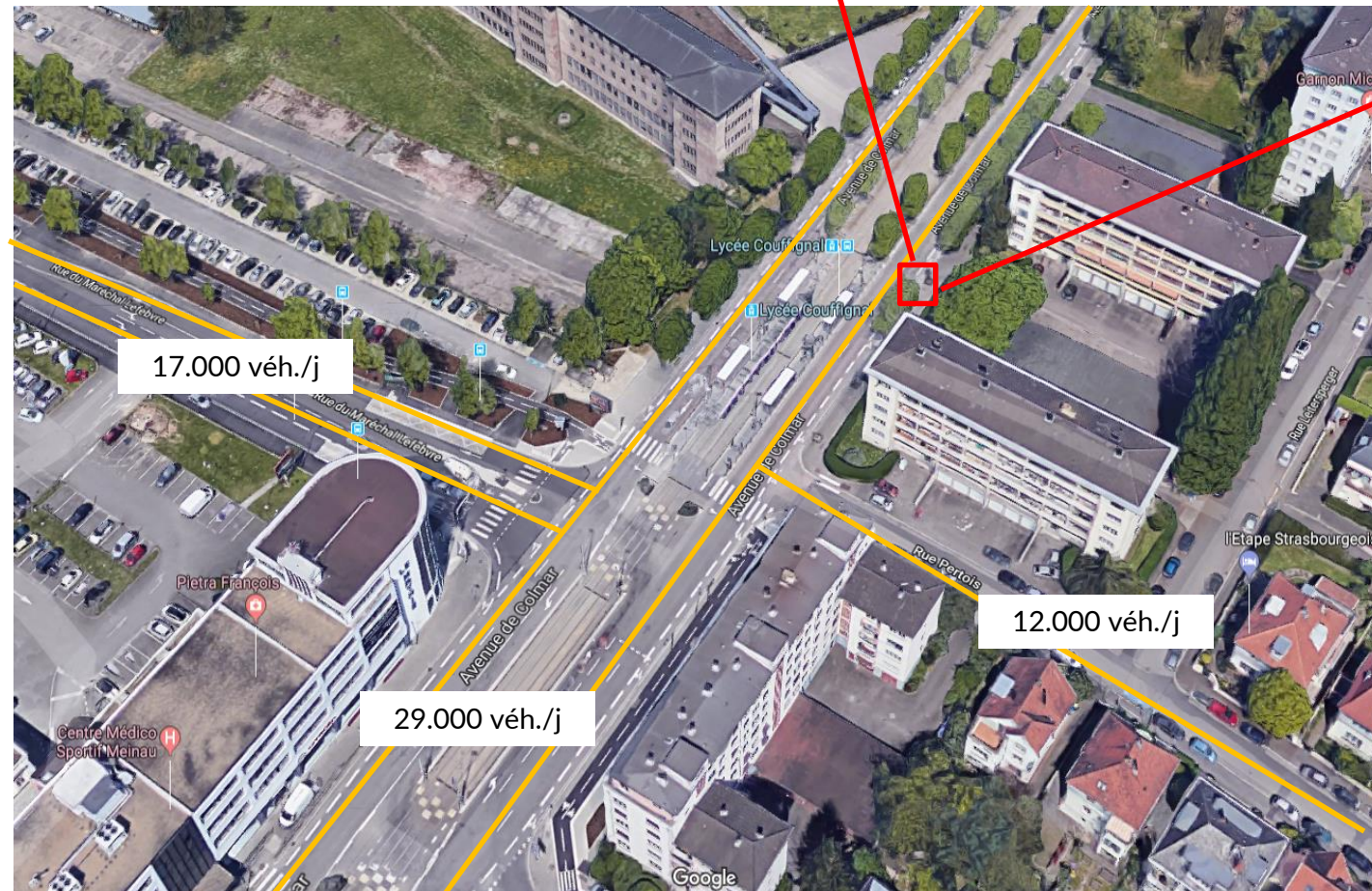


Site trafic

Mesure du NO, NO₂, PM₁₀

Avenue de Colmar

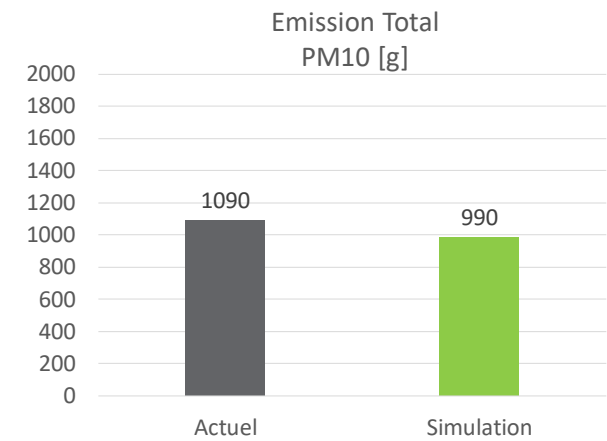
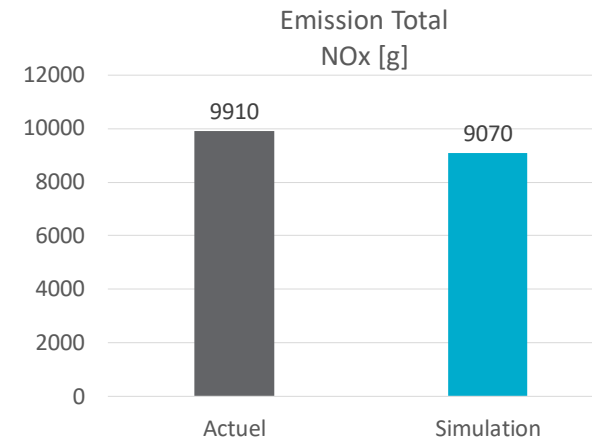
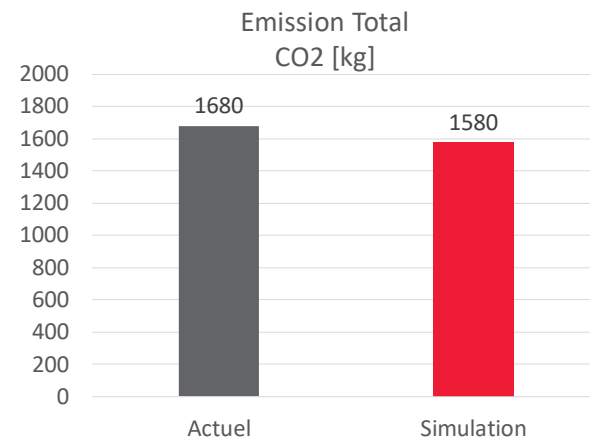
6 carrefours à feux



➤ Réduction de nombre d'arrêts: -9%

➤ Réduction d'émission

- CO2: -6%
- NOx: -8%
- PM10: -9%



Brique AIR

Intégration

composante air dans la gestion dynamique du trafic



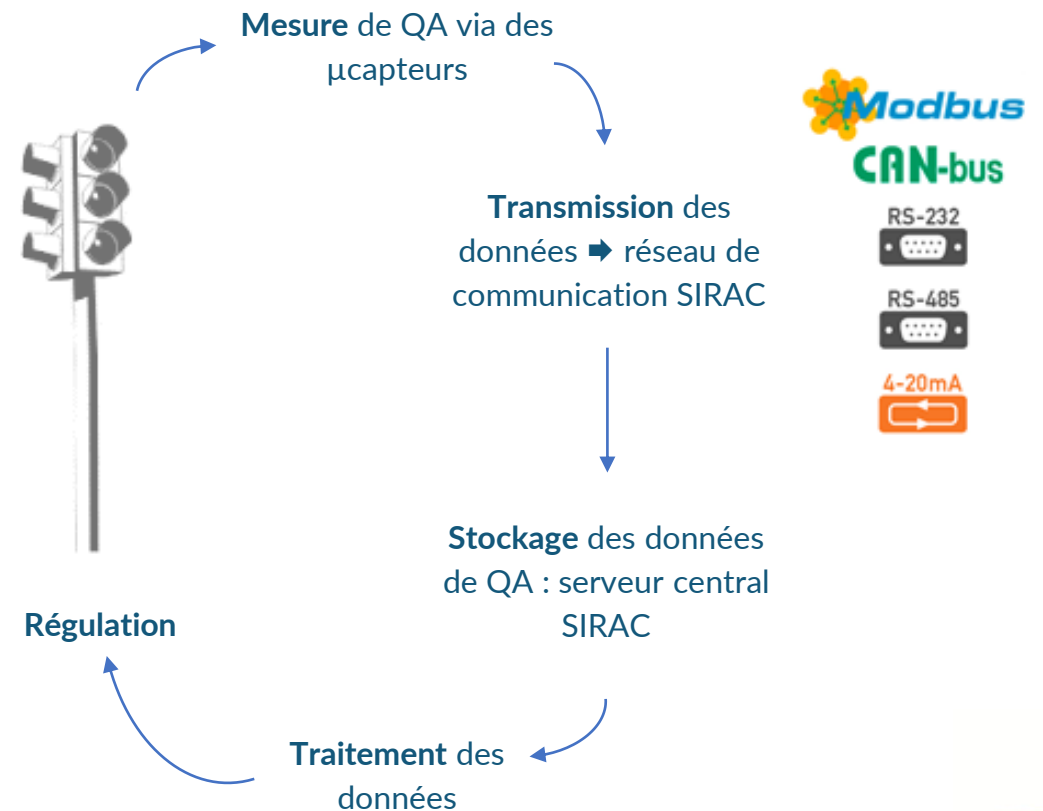
Service de
l'Information et de la
Régulation
Automatique de la
Circulation

Installation de μ capteurs sur les feux tricolores et utilisation du réseaux souterrain du SIRAC pour faire remonter les informations dans le poste central de gestion du trafic.

560 carrefours équipés de feux tricolores

440 stations d'analyse du trafic en temps réel

650 kms de réseaux souterrains



Choix des μ capteurs

- Communication filaire possible
- Robuste
- Performance métrologique ?



WatchTower 1

VAISALA AQT420



Smart
Environnement
Pro



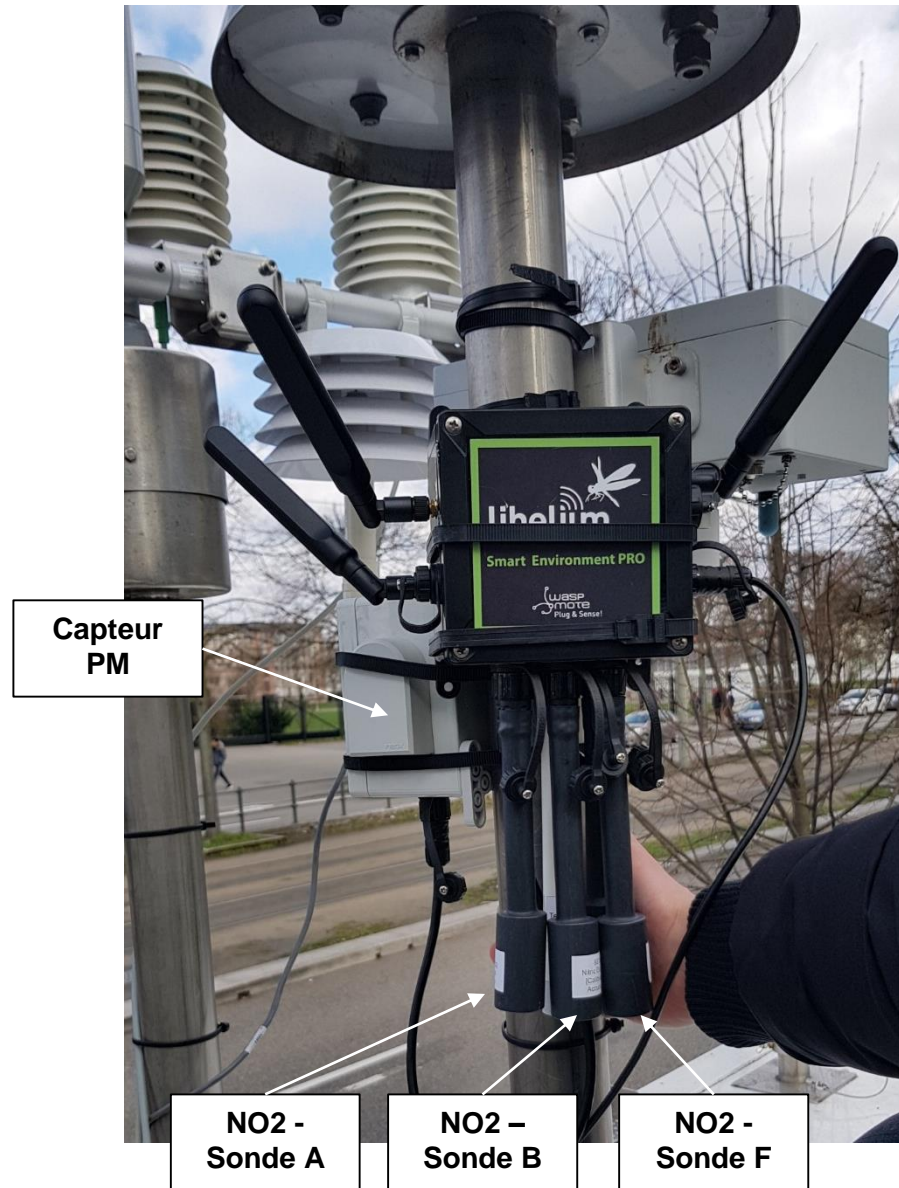
Expérimentations des μ capteurs



Essai national d'aptitude Douai



Avenue de Colmar – site trafic



Capteur - NO₂ [Calibré]
Référence : LIB-CAPT-9376-P

x3



Particle Matter (PM₁ / PM_{2.5} / PM₁₀) – Dust
Référence : LIB-CAPT-9387-P
Sensor : OPC-N2

x1



Capteur - NO faible concentration [Calibré]
Référence : LIB-CAPT-9375-LC-P

x1

Capteur - Température, humidité et pression
atmosphérique
Référence : LIB-CAPT-9370-P

x1



Smart
Environnement
Pro



Microcapteur : LIBELIUM Smart Environnement Pro

Droite de régression

Coefficient de
corrélation
 R^2

Composé : NO2

Essais : Douai - site de fond

Corrélation avec la mesure de référence (1/4h)

Référence / Sonde A NO2	$y = 1,641x + 17,378$	0,61	☹️
Référence / Sonde B NO2	$y = 2,193x + 194,38$	0,38	☹️
Référence / Sonde F NO2	$y = 1,8925x + 88,739$	0,61	☹️

Corrélation entre les sondes (1/4h)

sonde A / Sonde B	$y = 1,2292x + 182,69$	0,65	☹️
Sonde A / Sonde F	$y = 1,6295x + 42,161$	0,62	☹️
Sonde B / Sonde F	$y = 1,0617x - 132,47$	0,61	☹️

Essais : Avenue de Colmar - site influencé trafic

Corrélation avec la mesure de référence (1/4h)

Référence / Sonde A NO2	$y = 0,7504x + 17,204$	0,51	☹️
Référence / Sonde B NO2	$y = 0,7104x + 68,163$	0,14	☹️
Référence / Sonde F NO2	$y = 0,7207x + 32,231$	0,39	☹️

Corrélation entre les sondes (1/4h)

sonde A / Sonde B	$y = 0,921x + 52,392$	0,26	☹️
Sonde A / Sonde F	$y = 0,6945x + 24,463$	0,40	☹️
Sonde B / Sonde F	$y = 0,559x + 1,1959$	0,84	😊

☹️	☹️	😊
$R^2 < 0,5$	$0,5 < R^2 < 0,7$	$R^2 > 0,7$

Expérimentations

des μ capteurs



Smart
Environnement
Pro



Microcapteur : LIBELIUM Smart Environnement Pro

Droite de régression

Coefficient de
corrélation
 R^2

Composé : Particules

Essais : Douai - site de fond

Corrélation avec la mesure de référence (1h)

Référence / Sonde PM10 $y = 6,1186x + 25,137$ 0,05

Référence / Sonde PM2.5 $y = 3,7679x + 3,8876$ 0,30

Corrélation avec la mesure de référence (1h) sur période d'intérêt (13/01 13:00 au 26/01 00:00)

Référence / Sonde PM10 $y = 2,9804x + 2,1243$ 0,35

Référence / Sonde PM2.5 $y = 2,9603x - 6,2533$ 0,39

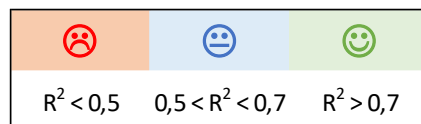
Essais : Avenue de Colmar - site influencé trafic

Corrélation avec la mesure de référence (1/4h)

Référence / Sonde PM10 $y = 0,3551x + 8,8891$ 0,16

Corrélation avec la mesure de référence (1h) + correction base temps + suppression de valeurs fortes référence

Référence / Sonde PM10 $y = 0,632x + 3,1796$ 0,47



Expérimentations des μ capteurs

VAISALA AQT420

Essai national d'aptitude Douai



Avenue de Colmar – site trafic

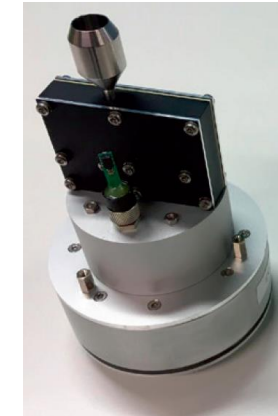


Capteur électrochimique NO₂

x1

Particle Matter (PM₁ / PM_{2.5} / PM₁₀)

x1



Capteur électrochimique SO₂

x1

Capteur électrochimique CO

x1

Capteur électrochimique O₃

x1



Microcapteur : VAISALA AQT420	Droite de régression	Coefficient de corrélacion R^2	
Composé : NO2			
Essais : Douai - site de fond			
<i>Corrélation avec la mesure de référence (1/4h)</i>			
Référence / Sonde N2020002 NO2	$y = 0,3102x + 5,875$	0,36	☹️
Référence / Sonde N4810005 NO2	$y = 0,4963x + 18,85$	0,05	☹️
<i>Corrélation entre les sondes (1/4h)</i>			
sonde N2020002 / Sonde N4810005	$y = 0,7917x + 10,648$	0,21	☹️
Essais : Avenue de Colmar - site influencé trafic			
<i>Corrélation avec la mesure de référence (1/4h)</i>			
Référence / Sonde N2020002 NO2	$y = 1,1192x + 26,338$	0,30	☹️
Référence / Sonde N4810005 NO2	$y = 175,31x + 8120,3$	0,05	☹️
Référence / Sonde P1450006 NO2	$y = 1,8825x + 26,525$	0,06	☹️
Référence / Sonde P1650001 NO2	$y = -1,035x + 107,88$	0,00	☹️
<i>Corrélation entre les sondes (1/4h)</i>			
sonde N2020002 / Sonde N4810005	$y = 153,83x + 4955,5$	0,08	☹️
sonde N2020002 / Sonde P1450006	$y = 0,5049x + 44,1$	0,03	☹️
sonde P1450006 / Sonde P1650001	$y = -0,1943x + 93,895$	0,00	☹️

☹️	😊	😄
$R^2 < 0,5$	$0,5 < R^2 < 0,7$	$R^2 > 0,7$

Expérimentations

des μ capteurs

VAISALA AQT420



Microcapteur : VAISALA AQT420

Droite de régression

Coefficient de
corrélation
 R^2

Composé : Particules

Essais : Douai - site de fond

PM10 - Corrélation avec la mesure de référence (1h)

Référence / Sonde N2020002 PM10	$y = 0,5217x + 11,216$	0,00	☹️
Référence / Sonde N4810005 PM10	$y = 0,7604x + 14,221$	0,01	☹️

PM10 - Corrélation avec la mesure de référence (1h) sur période d'intérêt (13/01 13:00 au 26/01 00:00)

Référence / Sonde N2020002 PM10	$y = -0,0626x + 4,128$	0,02	☹️
Référence / Sonde N4810005 PM10	$y = -0,0255x + 4,5327$	0,01	☹️

PM10 - Corrélation entre les sondes (1h)

sonde N2020002 / Sonde N4810005	$y = 1,3016x - 0,6066$	0,96	☺️
---------------------------------	------------------------	------	----

PM2.5 - Corrélation avec la mesure de référence (1h)

Référence / Sonde N2020002 PM2.5	$y = -0,0336x + 2,9829$	0,01	☹️
Référence / Sonde N4810005 PM2.5	$y = -0,0274x + 2,4227$	0,01	☹️

PM2.5 - Corrélation avec la mesure de référence (1h) sur période d'intérêt (13/01 13:00 au 26/01 00:00)

Référence / Sonde N2020002 PM2.5	$y = -0,0746x + 2,8825$	0,05	☹️
Référence / Sonde N4810005 PM2.5	$y = -0,0602x + 2,2684$	0,04	☹️

PM2.5 - Corrélation entre les sondes (1h)

sonde N2020002 / Sonde N4810005	$y = 0,7706x - 0,04$	0,88	☺️
---------------------------------	----------------------	------	----

Essais : Avenue de Colmar - site influencé trafic

Corrélation avec la mesure de référence (1/4h)

Référence / Sonde N2020002 PM10	$y = -0,5561x + 54,29$	0,00	☹️
Référence / Sonde N4810005 PM10	$y = 0,1758x + 8,5529$	0,06	☹️
Référence / Sonde P1450006 PM10	$y = 5637x + 5,1889$	0,20	☹️
Référence / Sonde P1650001 PM10	$y = 5284x + 12,331$	0,19	☹️

Corrélation entre les sondes (1/4h)

sonde N2020002 / Sonde N4810005 (PM10)	$y = 0,2266x + 11,675$	0,04	☹️
sonde N2020002 / Sonde P1450006 (PM10)	$y = -0,0018x + 16,257$	0,00	☹️
sonde P1450006 / Sonde P1650001 (PM10)	$y = 0,8424x + 5,5724$	0,73	☺️

☹️	☺️	☺️
$R^2 < 0,5$	$0,5 < R^2 < 0,7$	$R^2 > 0,7$

Expérimentations

des μ capteurs



WatchTower 1

Essai national d'aptitude Douai



Avenue de Colmar – site trafic



Capteur électrochimique NO₂ haute sensibilité

x2

Particle Matter (PM₁ / PM_{2.5} / PM₁₀)

Sensor : OPC-N2

x1

Capteur électrochimique NO

x1

Sonde de température et d'humidité

x1

Expérimentations

des μ capteurs



WatchTower 1



Microcapteur : RUBIX WT1	Droite de régression	Coefficient de corrélation R^2	
Composé : NO2			
Essais : Douai - site de fond			
<i>Corrélation avec la mesure de référence (1/4h)</i>			
Référence / Sonde 1 NO2	$y = 1,1604x - 1,0481$	0,73	😊
Référence / Sonde 2 NO2	$y = 1,0568x + 1,0551$	0,73	😊
<i>Corrélation entre les sondes (1/4h)</i>			
sonde 1 / Sonde 2	$y = 0,9144x + 2,0039$	0,99	😊
Essais : Avenue de Colmar - site influencé trafic			
<i>Corrélation avec la mesure de référence (1/4h)</i>			
Référence / Sonde 1 NO2	$y = 1,2048x - 1,8719$	0,79	😊
Référence / Sonde 2 NO2	$y = 1,065x - 0,0751$	0,81	😊
<i>Corrélation entre les sondes (1/4h)</i>			
sonde A / Sonde B	$y = 0,8684x + 2,0285$	0,98	😊

☹️	😐	😊
$R^2 < 0,5$	$0,5 < R^2 < 0,7$	$R^2 > 0,7$

Expérimentations

des μ capteurs



RUBIX
Sensors & Instrumentation

WatchTower 1



Microcapteur : RUBIX WT1	Droite de régression	Coefficient de corrélation R^2	
Composé : NO			
Essais : Avenue de Colmar - site influencé trafic			
<i>Corrélation avec la mesure de référence (1/4h)</i>			
Référence / Sonde NO	$y = 0,6516x + 54,935$	0,06	☹️
<i>Corrélation avec la mesure de référence (1/4h) - concentrations de Référence < 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i>			
Référence / Sonde NO	$y = 0,6724x + 43,985$	0,52	😊

Microcapteur : RUBIX WT1	Droite de régression	Coefficient de corrélation R^2	
Composé : Particules			
Essais : Douai - site de fond			
<i>Corrélation avec la mesure de référence (1h)</i>			
Référence / Sonde PM10	$y = 6,5065x + 31,977$	0,02	☹️
Référence / Sonde PM2.5	$y = 3,2179x - 3,0857$	0,31	☹️
<i>Corrélation avec la mesure de référence (1h) sur période d'intérêt (13/01 13:00 au 26/01 00:00)</i>			
Référence / Sonde PM10	$y = 2,1789x - 1,3417$	0,65	😊
Référence / Sonde PM2.5	$y = 2,9603x - 6,2533$	0,39	☹️
Essais : Avenue de Colmar - site influencé trafic			
<i>Corrélation avec la mesure de référence (1/4h)</i>			
Référence / Sonde PM10	$y = 0,0922x + 6,5015$	0,04	☹️

☹️	😊	☺️
$R^2 < 0,5$	$0,5 < R^2 < 0,7$	$R^2 > 0,7$

Choix du μ capteur

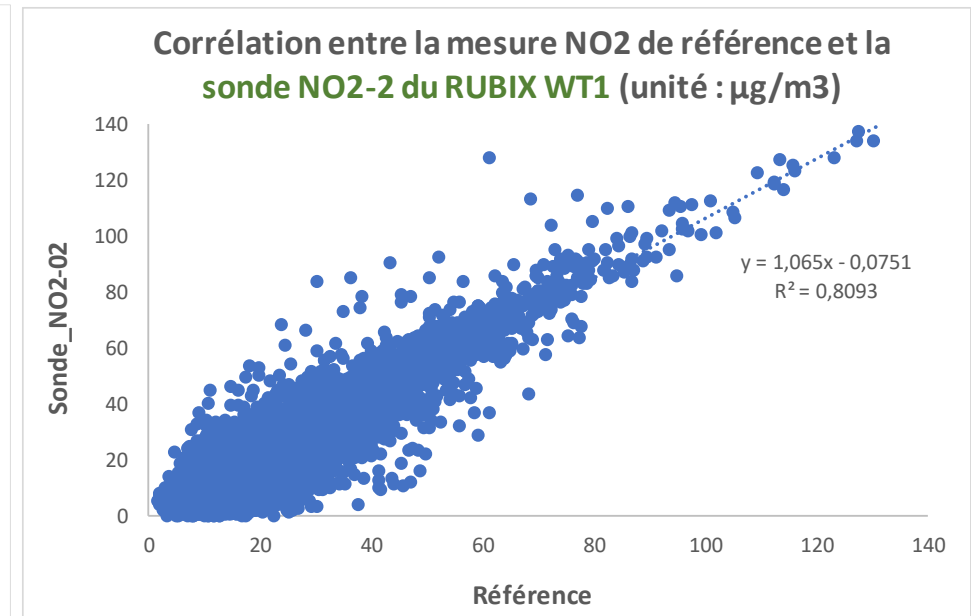
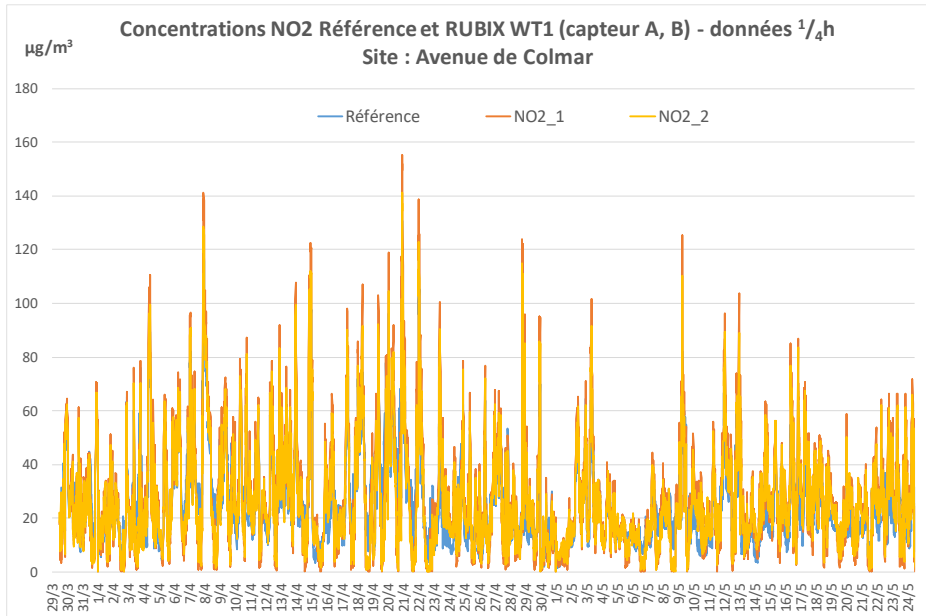
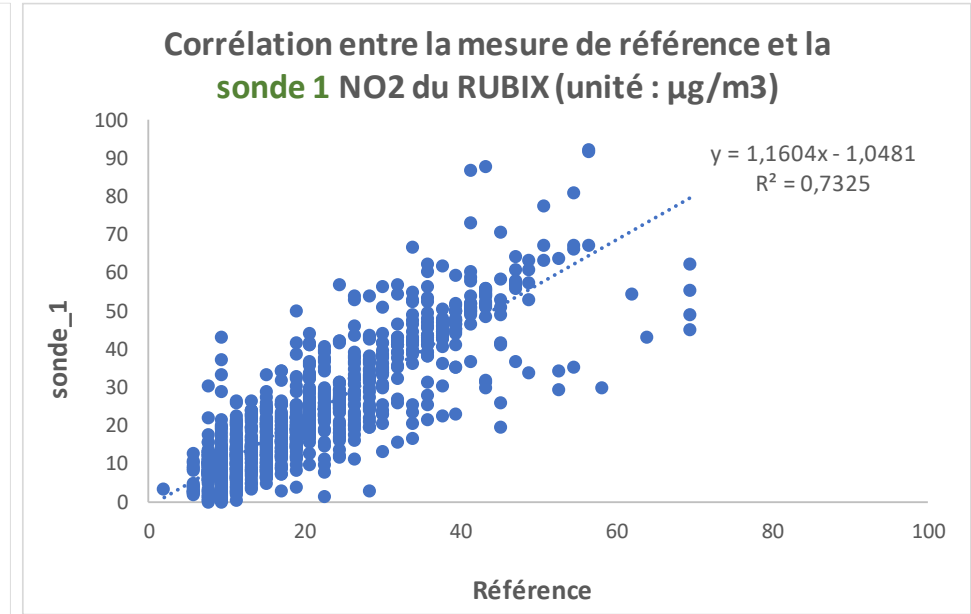
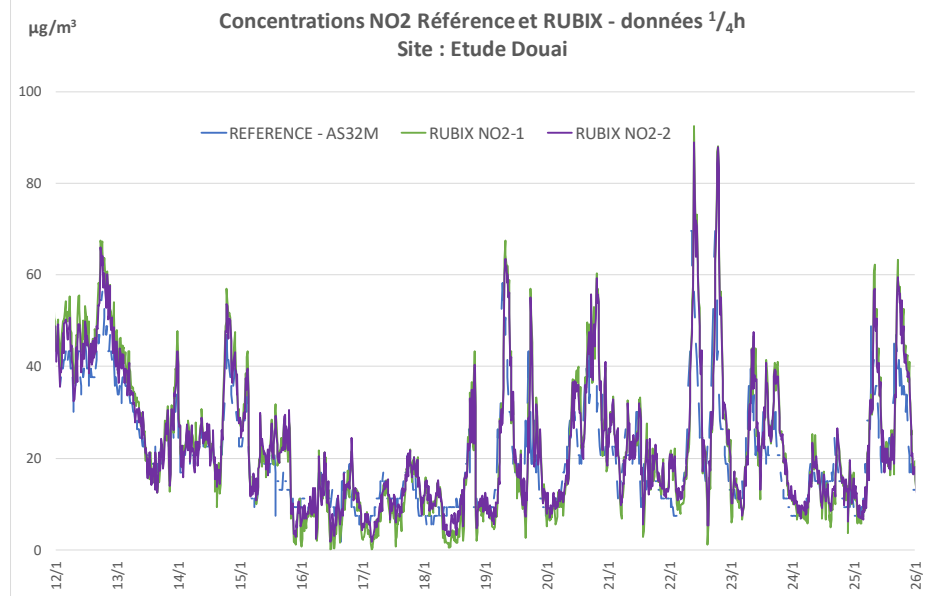


Choix du μ capteur



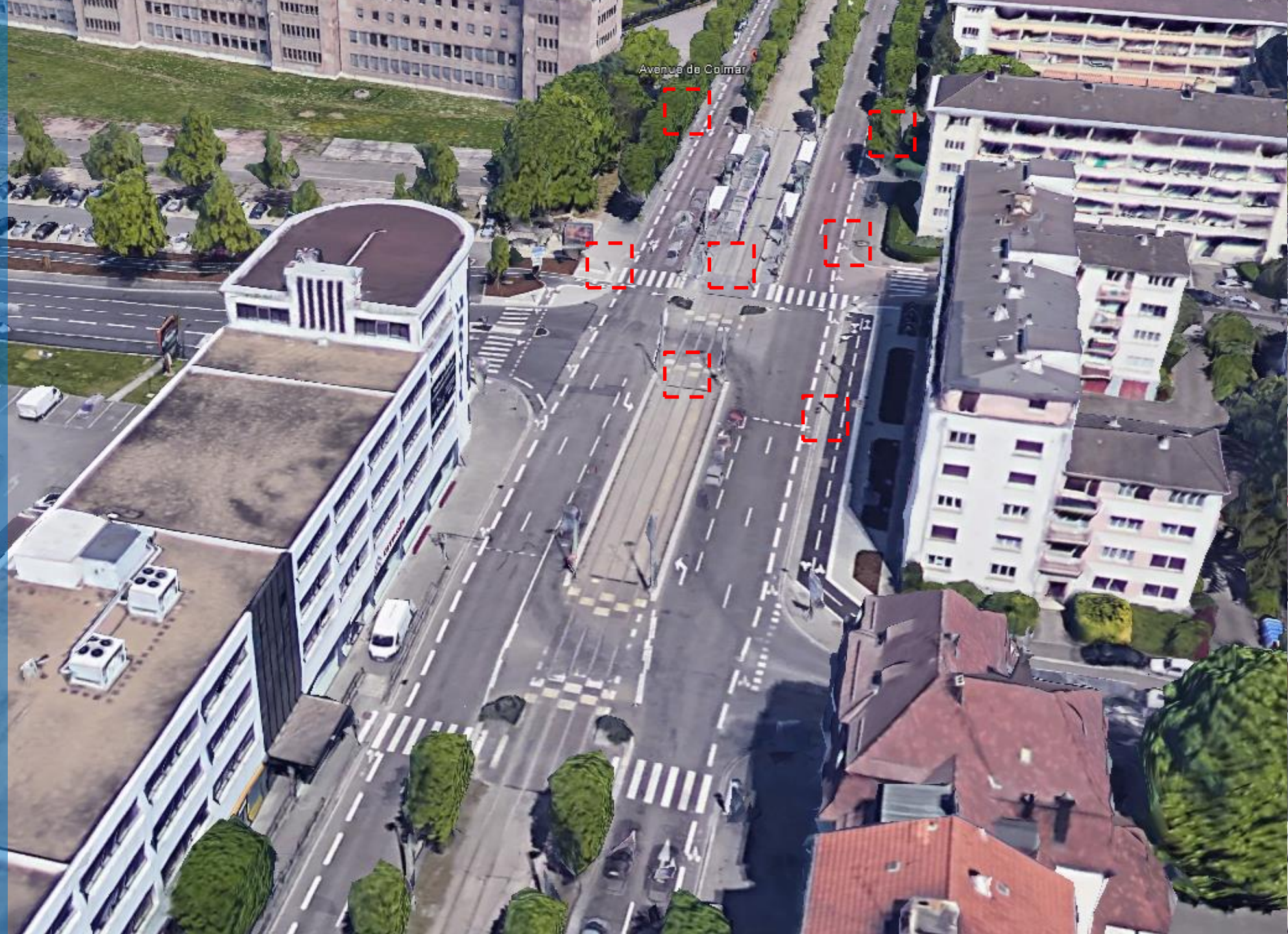
WatchTower 1

NO₂



Etapes Suivantes

Evaluations sur le
positionnement du
 μ capteur par rapport au
carrefour



Etapes suivantes

Travailler la donnée pour rendre sa lecture et sa compréhension efficace dans la prise de décision



A votre disposition pour répondre à vos questions

