

Analyse de la qualité de l'air (Etape 1, Version 2)  
Document de Spécification  
Génie logiciel et modélisation UML

Aymeric Cousaert, Quentin Ferro, Felix Fonteneau, Mathis Guilhin

10 mai 2019



**Résumé**

L'application proposée a pour but de pouvoir prendre des décisions afin d'améliorer la qualité de l'air sur le territoire national.

Elle permet aux membres de l'organisme gouvernemental en charge de la surveillance de la qualité de l'air de réaliser un certain nombre de selections sur des données produites par des capteurs répartis sur l'ensemble du territoire national.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Stakeholders</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Spécifications fonctionnelle (identification des besoins)</b>	<b>3</b>
2.1	Calculer la qualité moyenne de l'air sur un territoire précis, à un moment donné ou sur une période donnée . . . . .	3
2.2	Trouver les capteurs avec un comportement similaire . . . . .	3
2.3	Trouver les valeurs caractérisant la qualité de l'air à un point précis . . . . .	4
2.4	Surveiller le bon fonctionnement des capteurs . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Spécifications non-fonctionnelle</b>	<b>5</b>
3.1	Spécifications de produit : . . . . .	5
3.2	Spécifications organisationnelles : . . . . .	5
3.3	Spécifications externes : . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Plan de tests de validation</b>	<b>5</b>
4.1	Calcul de la qualité moyenne de l'air . . . . .	5
4.2	Trouver les capteurs avec un comportement similaire . . . . .	6
4.3	Trouver des capteurs caractérisant la qualité de l'air à un point précis . . . . .	7
4.4	Surveiller le bon fonctionnement des capteurs . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Manuel utilisateur (ébauche)</b>	<b>8</b>
5.1	Description succincte . . . . .	8
5.2	Description des actions possibles . . . . .	9
<b>6</b>	<b>Planning (ébauche)</b>	<b>10</b>

# 1 Stakeholders

- Membres de l'organisation gouvernementale
- Service de maintenance

## 2 Spécifications fonctionnelle (identification des besoins)

Pour les membres de l'organisation gouvernementale, voici les fonctionnalités proposée par l'application :

1. Obtenir la qualité de l'air à un moment donné et à un moment ou sur une période donnée
2. Obtenir la qualité de l'air à un endroit précis
3. Trouver des capteurs ayant un comportement similaire
4. Surveiller le bon fonctionnement des capteurs

### 2.1 Calculer la qualité moyenne de l'air sur un territoire précis, à un moment donné ou sur une période donnée

#### Identification des besoins :

Choix de la zone concernée

Choix de l'intervalle de temps

Calcul d'un moyenne de tous les capteurs de la zone

#### Imprécisions :

Comment saisir la période de temps ?

Comment choisir la zone concernée ?

Sur quel attribut effectuer cette moyenne ? Comment présenter les résultats ?

#### Choix :

L'utilisateur saisit une date de début et de fin pour délimiter la période

L'utilisateur renseigne une coordonnée GPS ainsi qu'un rayon pour définir un cercle sur lequel sera effectué la mesure

La moyenne sera effectué sur chaque attribut (O3, SO2, NO2, PM10) et une note pourra être attribué en fonction du taux selon l'indice français ATMO ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Indice\\_de\\_qualit%C3%A9\\_de\\_l'air](https://fr.wikipedia.org/wiki/Indice_de_qualit%C3%A9_de_l'air)) qui met en évidence une pollution globale de fond et non localisée prenant en compte les niveaux de dioxyde de soufre, d'azote, d'ozone et de particules fines. Il est compris entre 1 et 10. On pourra aussi donner une note moyenne de la qualité de l'air en fonction de tous les attributs

### 2.2 Trouver les capteurs avec un comportement similaire

#### Identification des besoins :

Trouver des capteurs ayant des valeurs similaires pour l'ensemble des mesures, et au cours du temps.

**Imprécisions :**

A quel moment peut on dire que les valeurs sont similaires ? Quel écart maximum peut on accepter ?

Quelles méthodes employer pour comparer les valeurs ?

**Choix :**

Définition d'un seuil de différence à partir duquel deux valeurs sont considérées similaires

Pour comparer les valeurs, on peut observer les comportements des différents capteurs en fonction du temps et effectuer des corrélations sur des forts changements.

Pour cela, nous allons calculer un écart type relatif : Pour un échantillon de  $n$  mesures, nous calculerons les écarts au carré entre les valeurs du capteur 1 et du capteur 2 puis nous diviserons par  $n$ . La racine du résultat nous donnera l'écart type relatif entre les deux séries de valeurs. Nous pourrions définir le seuil comme 10% de la valeur médiane des séries.

## 2.3 Trouver les valeurs caractérisant la qualité de l'air à un point précis

**Identification des besoins :**

A partir d'un point précis, déterminer les capteurs les plus proches, et donner une valeur caractérisant la qualité de l'air à partir de ceux-ci.

**Imprécisions :**

Sur combien de capteurs effectuer la moyenne ? Comment la calculer en fonction de la distance ?

**Réponses possibles :**

Prendre un maximum de capteurs dans un rayon autour du point précis. Pondérer la moyenne en fonction de la distance entre le capteur et le point GPS..

## 2.4 Surveiller le bon fonctionnement des capteurs

**Identification des besoins :**

A partir des données de tous les capteurs, déterminer la défaillance des capteurs ne fonctionnant pas correctement. Puis le signaler à l'utilisateur avec si besoin, le mauvais comportement.

**Imprécisions :**

Sur quels critères mesurer le mauvais fonctionnement ?

Sur quels ordres de valeurs pouvons nous dire que la donnée est incohérente ?

**Réponses possibles :**

On peut vérifier le type des données du capteur, si les données n'ont aucun sens (des caractères non numérique à la place d'entiers). Mais aussi vérifier la cohérence des données avec des seuils (à partir d'une certaine grandeur, la donnée est considérée fautive par exemple : pression atmosphérique supérieur à 10 bars.

Les ordres de grandeurs seront à demander au client.

## 3 Spécifications non-fonctionnelle

### 3.1 Spécifications de produit :

Fiabilité

Le système doit être disponible 24h/24.

Efficacité

5 secondes maximum

Sécurité

L'application doit supporter la réception de tout type de données contenues dans un fichier au format CSV et traiter ces données afin de récupérer seulement les données valides.

### 3.2 Spécifications organisationnelles :

Format :

Application sous le langage C++, pas de base de données (celles-ci se trouvant dans des fichiers CSV).

### 3.3 Spécifications externes :

Pour indiquer la qualité de l'air, nous utiliserons l'indice ATMO. Du point de vue législatif, il faut s'assurer que les capteurs soient légalement posés et que leurs positions ne portent pas atteinte à la sécurité d'autrui ou même de la faune et la flore aux alentours.

## 4 Plan de tests de validation

### 4.1 Calcul de la qualité moyenne de l'air

Cette fonctionnalité fait appel au service `calculMoyenneLocalise()` qui va demander à l'utilisateur de renseigner à la fois le territoire de la recherche (avec un rayon et des coordonnées GPS) puis soit un moment, soit une période précise. Le logiciel va alors sélectionner les données correspondantes à la recherche, par exemple :

```
2017-01-01T00:01:20.6090000;Sensor0;O3;17.8902017543936;  
2017-01-01T00:01:20.6090000;Sensor0;NO2;42.4807462361763;  
2017-01-04T22:30:21.4120000;Sensor6;SO2;315.994525496237;  
2017-01-04T22:30:21.4120000;Sensor6;PM10;53.0141207251689;  
2017-01-05T16:00:23.5120000;Sensor4;O3;146.233103387634;  
2017-01-05T16:00:23.5120000;Sensor4;NO2;376.1238360793;
```

Sortie :

Les quantités respectives de gaz/particules fines en moyenne dans la zone sont (exprimées en microgrammes par mètre cube):

O3: 82.06,

NO2: 209.3,

S02: 315.99,  
 PM10: 53.01,  
 Indice ATMO : 8 (Mauvais)  
 Données obtenues par moyenne de 3 capteurs

## 4.2 Trouver les capteurs avec un comportement similaire

Cette fonctionnalité fait appel au service `capteursSimilaires()` qui va demander à l'utilisateur de renseigner à la fois le territoire de la recherche (avec un rayon et des coordonnées GPS), puis une période (délimitée par une heure de début et de fin)

Le logiciel va alors sélectionner les données correspondantes à la recherche, et donner les similarités entre capteurs, par exemple :

```
2017-01-01T00:01:20.6090000;Sensor0;O3;17.8902017543936;
2017-01-04T00:01:20.6090000;Sensor1;O3;53.0141207251689;
2017-01-04T00:01:20.6090000;Sensor2;O3;19.0141207251689;
2017-01-04T01:01:20.6090000;Sensor0;O3;19.4554654678965;
2017-01-04T01:01:20.6090000;Sensor1;O3;53.0141207251689;
2017-01-04T01:01:20.6090000;Sensor2;O3;23.0141207251689;
2017-01-01T21:30:21.4120000;Sensor0;NO2;42.4807462361763;
2017-01-04T21:30:21.4120000;Sensor1;NO2;253.0141207251689;
2017-01-04T21:30:21.4120000;Sensor2;NO2;51.0141207251689;
2017-01-04T22:30:21.4120000;Sensor0;NO2;39.1348654654125;
2017-01-04T22:30:21.4120000;Sensor1;NO2;265.0141207251689;
2017-01-04T22:30:21.4120000;Sensor2;NO2;46.0141207251689;
2017-01-01T15:01:20.6090000;Sensor0;PM10;1.51548634564565;
2017-01-04T15:01:20.6090000;Sensor1;PM10;53.0141207251689;
2017-01-04T15:01:20.6090000;Sensor2;PM10;3.5.0141207251689;
2017-01-04T16:01:20.6090000;Sensor0;PM10;2.01454546498454;
2017-01-04T16:01:20.6090000;Sensor1;PM10;52.0141207251689;
2017-01-04T16:01:20.6090000;Sensor2;PM10;4.0141207251689;
```

Le logiciel va alors calculer l'écart type relatif entre les capteurs pour chaque particule :

Entre 0 et 1 :

Pour O3,

$$ET = \frac{\sqrt{(17 - 53)^2 + (19 - 53)^2}}{2} = 25 > 12 = 10\%$$

de la médiane des valeurs

Pour NO2,

$$ET = \frac{\sqrt{(42 - 253)^2 + (39 - 265)^2}}{2} = 154 > 20$$

(pareil)

Pour PM10,

$$ET = \frac{\sqrt{(1.5 - 53)^2 + (2 - 51)^2}}{2} = 36 > 4$$

(pareil)

Il n'y a pas de similarités.

Entre 1 et 2 :

Pour O3,

$$ET = \frac{\sqrt{(53-19)^2 + (53-23)^2}}{2} = 22 > 12 = 10\%$$

de la médiane des valeurs

Pour NO2,

$$ET = \frac{\sqrt{(253-51)^2 + (265-46)^2}}{2} = 148 > 20$$

(pareil)

Pour PM10,

$$ET = \frac{\sqrt{(53-3.5)^2 + (52-4)^2}}{2} = 34 > 4$$

(pareil)

Il n'y a pas de similarités.

Entre 0 et 2 :

Pour O3,

$$ET = \frac{\sqrt{(17-19)^2 + (19-23)^2}}{2} = 2.23 < 12 = 10\%$$

de la médiane des valeurs

Pour NO2,

$$ET = \frac{\sqrt{(42-51)^2 + (39-46)^2}}{2} = 5.7 < 20$$

(pareil)

Pour PM10,

$$ET = \frac{\sqrt{(1.5-3.5)^2 + (2-4)^2}}{2} = 1.41 < 4$$

(pareil)

Il n'y a pas de similarités.

Sortie :

Similarité entre les capteurs 0 et 2, de coordonnées (-8.15,-34.77) et (38.9,-89.2)

### 4.3 Trouver des capteurs caractérisant la qualité de l'air à un point précis

Cette fonctionnalité fait appel au service qualiteAir() qui va demander à l'utilisateur de renseigner les coordonnées GPS du point voulu. Le logiciel va alors sélectionner les données correspondantes à la recherche, par exemple :

```
2017-01-04T22:30:21.412000;Sensor0;NO2;100.1348654654125;
2017-01-04T22:30:21.412000;Sensor1;NO2;265.0141207251689;
2017-01-04T22:30:21.412000;Sensor2;NO2;46.0141207251689;
2017-01-01T15:01:20.609000;Sensor0;PM10;1.51548634564565;
2017-01-04T15:01:20.609000;Sensor1;PM10;10.0141207251689;
2017-01-04T15:01:20.609000;Sensor2;PM10;12.0141207251689;
2017-01-01T00:01:20.609000;Sensor0;O3;80.8902017543936;
2017-01-04T00:01:20.609000;Sensor1;O3;60.0141207251689;
```

```
2017-01-04T00:01:20.6090000;Sensor2;O3;72.0141207251689;
2017-01-01T00:01:20.6090000;Sensor0;SO2;200.8902017543936;
2017-01-04T00:01:20.6090000;Sensor1;SO2;169.0141207251689;
2017-01-04T00:01:20.6090000;Sensor2;SO2;241.0141207251689;
```

Une moyenne pondérée va être effectuée pour chaque type de gaz/particules fines, et on donnera alors l'indice ATMO qui correspondant au maximum des 4 indices. Imaginons que les sensors 0, 1 et 2 sont à respectivement 0.1, 0.5 et 1 km du point GPS. On prend l'inverse des distances à savoir 10, 2 et 1 comme facteur pour pondérer la moyenne

$$atmoNO2 = (10 * 100 + 2 * 265 + 1 * 46) / (10 + 2 + 1) = 121$$

Cela correspond à l'indice 5.

$$atmoPM10 = (10 * 1.51 + 2 * 10 + 1 * 12) / (10 + 2 + 1) = 3.62$$

Cela correspond à l'indice 1.

$$atmoO3 = (10 * 80 + 2 * 60 + 1 * 72) / (10 + 2 + 1) = 76$$

Cela correspond à l'indice 3.

$$atmoSO2 = (10 * 200 + 2 * 169 + 1 * 241) / (10 + 2 + 1) = 193$$

Cela correspond à l'indice 5.

Sortie :

La qualité de l'air au point (-8.451,19.457) est d'indice ATMO 5  
(Moyenne réalisée à partir de 3 capteurs).

## 4.4 Surveiller le bon fonctionnement des capteurs

Cette fonctionnalité fait appel au service `getCapteursDefectueux()` qui va chercher des données capteurs non cohérentes. Par exemple, sur le jeu de données suivants :

```
2017-01-01T00:01:20.6090000;Sensor0;SO2;-12.8902017543936;
2017-01-04T00:01:20.6090000;Sensor1;SO2;169.0141207251689;
2017-01-04T00:01:20.6090000;Sensor2;SO2;100000.0141207251689;
```

Sortie :

Capteur 0 défectueux : valeur négative

Capteur 2 défectueux : valeur maximum dépassée

## 5 Manuel utilisateur (ébauche)

### 5.1 Description succincte

Liste de toutes les actions possibles par un utilisateur. [Cette application utilise le support d'un terminal pour interagir avec l'utilisateur.]



### **Calcul de la qualité moyenne de l'air**

L'utilisateur, choisit la zone qu'il souhaite analyser en entrant les coordonnées géographiques d'un lieu, puis un rayon. Cela délimitera les capteurs se trouvant dans la zone induite par le disque. Après l'utilisateur aura le choix de la période ou date d'analyse.

### **Trouver les capteurs avec un comportement similaire**

L'utilisateur renseigne la zone dans laquelle il veut chercher des similarités entre capteurs, ainsi que la période de temps voulue.

### **Trouver les valeurs caractérisant la qualité de l'air à un point précis**

L'utilisateur entre dans le terminal les coordonnées du point souhaité. L'application va trouver les capteurs les plus proches, puis effectuer une triangulation afin d'extrapoler la qualité de l'air à cet endroit.

## **5.2 Description des actions possibles**

### **Menu principal**

Bonjour. Vous souhaitez :

- 1 - Obtenir la qualité de l'air moyenne sur un territoire précis à une date précise
- 2 - Obtenir la qualité de l'air moyenne sur un territoire précis sur une période précise
- 3 - Trouver des capteurs ayant un comportement similaire
- 4 - Obtenir les valeurs caractérisant la qualité de l'air à un point précis
- 5 - Obtenir la liste des capteurs qui ne fonctionnent pas
- 6 - Quitter

L'utilisation du 1 mène aux demandes successives de

Latitude centrale du lieu souhaité

Longitude centrale du lieu souhaité

Rayon (en km)

Date souhaitée

**Réponse à la demande 1 : Indice ATMO correspondant**

L'utilisation du 2 mène aux demandes successives de

Latitude centrale du lieu souhaité

Longitude centrale du lieu souhaité

Rayon (en km)

Date de début

Date de fin

**Réponse à la demande 2 : Indice ATMO correspondant**

L'utilisation du 3 mène aux demandes successives de

Latitude centrale du lieu souhaité  
Longitude centrale du lieu souhaité  
Rayon (en km)  
Date de début  
Date de fin

**Réponse à la demande 3 :** Identifiants des capteurs ayant le comportement semblable, séparés par des virgules

L'utilisation du 4 mène aux demandes successives de

Latitude  
Longitude

**Réponse à la demande 4 :** Les valeurs de O3, SO2, NO2, PM10 au point donné

**Réponse à la demande 5 :** Identifiants des capteurs ne fonctionnant pas, séparés par des virgules

## 6 Planning (ébauche)

**Séance 1 :** Réalisation des spécifications ainsi que des principales précisions concernant l'application.

**Séance 2 :** Conception de l'application et réalisation de tous les diagrammes nécessaires à la bonne compréhension de l'application, complétant ainsi les spécifications réalisées lors de la première séance. Parmi ces diagrammes : diagramme de cas d'utilisation, diagramme d'interaction, diagramme de classe, diagramme de séquence...

**Séance 3 :** Développement des différentes classes nécessaires au fonctionnement de l'application ainsi que des premières fonctionnalités et tests associés.

Fonctionnalités prévues opérationnelles : L'architecture globale est mise en place (Toutes les classes sont créées et possèdent leurs attributs). En particulier, développement des modèles de l'application, ainsi que le début de la classe factory afin d'analyser les fichiers csv.

**Séance 4 :** Développement fonctionnalité par fonctionnalité et tests associés. Classe

Fonctionnalités prévues opérationnelles : Liste des capteurs qui ne fonctionnent pas, valeurs de la qualité de l'air à un point précis (grâce à la triangulation des capteurs les plus proches). L'utilisateur peut connaître la qualité moyenne de l'air dans un cercle qu'il décrit à une période ou instant donné

**Séance 5 :** Développement fonctionnalité par fonctionnalité et tests associés. Préparation au rendu, vérifier les tests.

Fonctionnalités prévues opérationnelles : liste des capteurs ayant un comportement similaire. Le produit fini est prêt.