

Module : MU5IN050 – CELL

---

## Project 11 : Data Analytics with the LTE Dataset

---

*Etudiants :*  
Amine Baiche  
*N° Etudiants :*  
28718769

*Encadrant :*  
Thi-Mai-Trang Nguyen

## Sommaire

<b>Titre</b>	<b>2</b>
<b>Sommaire</b>	<b>2</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>4</b>
1.1 Contexte et objectif du projet . . . . .	4
<b>2 Test de la couverture radio d'un réseau LTE</b>	<b>4</b>
2.1 Rassembler les données grâce au Drive Test . . . . .	4
2.2 Indicateur clé de performance KPI . . . . .	4
2.2.1 RSRP . . . . .	4
2.2.2 RSSI . . . . .	5
2.2.3 RSRQ . . . . .	5
2.2.4 CQI . . . . .	5
2.2.5 SNR . . . . .	6
<b>3 Cas Pratique avec dataset de University College Cork,Ireland</b>	<b>6</b>
3.1 Source du data . . . . .	6
3.2 Data Imputation . . . . .	6
3.3 Projection Cartographique . . . . .	8
3.4 Exemple d'utilisation du programme . . . . .	8
3.4.1 Visualisation des performances (KPI) selon la distance de couverture de la cellule . . . . .	8
<b>4 Conclusion</b>	<b>8</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>12</b>

## Liste des abréviations

<b>KPI</b>	<i>Key Performance Indicator</i>
<b>RSRP</b>	<i>Reference Signal Received Power</i>
<b>RSRQ</b>	<i>Reference Signal Received Quality</i>
<b>RSSI</b>	<i>Reference Symbol Signal Intensity</i>
<b>SNR</b>	<i>Signal to Noise Ratio</i>
<b>CQI</b>	<i>Channel Quality Index</i>
<b>DL</b>	<i>Downlink</i>
<b>UL</b>	<i>Uplink</i>
<b>RE</b>	<i>Ressource Element</i>
<b>RB</b>	<i>Ressource Block</i>
<b>UE</b>	<i>User Equipement</i>

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte et objectif du projet

Avec la popularité des smart-phones et des tablettes nous vivons dans un monde de plus en plus mobile et connectée et donc très exigeant en terme de qualité de service, hors dans les réseaux mobiles d'une manière générale il est très difficile d'assurer une QoS optimal pour l'utilisateur .

L'objectif de ce projet est donc de présenter en premier lieu les paramètres essentiels pris en compte lors des tests d'un réseaux LTE.

Puis dans un second temps proposer un outil qui permettrait de faciliter l'optimisation de la qualité de la couverture radio d'un réseau LTE . On se focalisera sur les paramètres de performances que chaque cellule offre en fonction de sa distance de couverture.

## 2 Test de la couverture radio d'un réseau LTE

### 2.1 Rassembler les données grâce au Drive Test

Le drive test est une méthode de mesure et d'évaluation de la couverture, de la capacité et de la qualité de service (QoS) d'un réseau de radiocommunication mobile. Après l'installation des équipements et leur mise en service, cette étape est primordiale avant la commercialisation,mais aussi après.

La technique consiste à utiliser un véhicule automobile contenant des équipements de mesures capable de détecter et d'enregistrer une grande variété de paramètres physiques et virtuels du service cellulaire mobile dans une zone géographique donnée.

En mesurant ce qu'un abonné à un réseau sans fil éprouverait dans une zone spécifique, les entreprises de services sans fil peuvent apporter des modifications dirigées à leurs réseaux afin d'offrir une meilleure couverture et un meilleur service à leurs clients.

### 2.2 Indicateur clé de performance KPI

#### 2.2.1 RSRP

RSRP est la mesure la plus basique réalisée par la couche physique de l'UE, permettant d'obtenir une valeur moyenne de la puissance reçue du signal de référence (RS) émise par la station de base par RE (Resource Element). La mesure s'exprime en Watt ou en dBm. La valeur est comprise entre -140 dBm à -44 dBm par pas de 1dB.

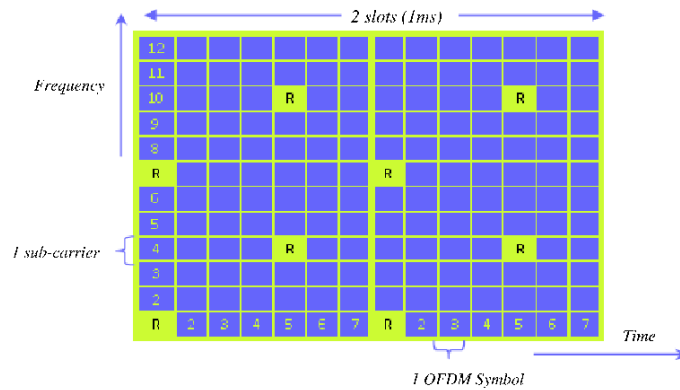
Puisque le signal de référence RS n'est émis qu'à un instant donné sur une seule bande de fréquence, la mesure n'est réalisée que dans cette bande de fréquence (correspondant à un RE : Ressource Element) Sur la figure ci-dessous, on présente la position des signaux de référence dans un RB (transmis sur les symboles 1 et 5 sur cette figure ou sur les symboles 0 et 4 selon la numérotation du premier symbole).

La connaissance du RSRP permet à l'UE de connaître la fiabilité de la cellule à partir de laquelle on estime l'atténuation apporté par le canal, ce qui conditionne la puissance optimale de fonctionnement du mobile pour interagir avec la station de base.[2]

$$RSRP = RSSI - 10\log(N * R)$$

N= nombre de Ressource bloque

R=12 = Nombre de subcarriers (sous porteuse)



**Figure 1.** location du Ressource Element qui coresspond au reference symbol dans un ressource block

[2]

### 2.2.2 RSSI

le RSSI représente la puissance totale mesurée par le mobile, sur toute la bande (Wide-band) ou sur une bande de 6 RBP (Narrowband). Il représente la puissance totale du signal reçu, cela englobe le signal transmis, le bruit et les interférences. [2].

**Varie entre 0(meilleur valeur possible) et -120 (pire valeur).**

**Remarque :** On note ici la différence principale entre le RSRP et le RSSI (Reference Signal Strength Indicator) qui est une mesure de puissance sur toute la bande de fréquence, et pas seulement sur un RE comme c'est le cas pour le RSRP.

### 2.2.3 RSRQ

Bien que le RSRP soit une mesure importante, il ne donne aucune information sur la qualité de la transmission. LTE s'appuie alors sur l'indicateur RSRQ, défini comme le rapport entre le RSRP et le RSSI.

$$RSRQ = 10 \log \left( \frac{N * RSRP}{RSSI} \right)$$

N étant le nombre de ressource block.

le RSRQ est intéressant particulièrement aux limites des cellules, positions pour lesquelles des décisions doivent être prises pour accomplir des Handovers et changer de cellule de références. La valeur de RSRQ **varie entre -19,5dB à -3dB(meilleur valeur possible) par pas de 0.5dB.**

### 2.2.4 CQI

Est un indicateur sur la qualité du lien radio envoyé par le mobile, et donc détermine en grande partie la modulation qui sera utilisée par le scheduler à un instant t. Les utilisateurs se voient attribuer les blocs de ressources qui ont le plus haut CQI, et donc le meilleur rapport signal sur bruit.

Ce paramètre peut prendre des **valeurs comprises entre 0 et 15**. Plus la valeur est élevée, meilleure est la qualité (plus le nombre de RB qu'une station de base LTE peut allouer est élevée)

### 2.2.5 SNR

Rapport signal à bruit il est défini comme suit :  $SNR = S / (I + N)$

s = average received signal power

I = Average received Interference

N = average received Noise

Dépend principalement de l'environnement on s'attend à avoir plus d'interférence dans un environnement urbain denses et donc une valeur SNR petite.

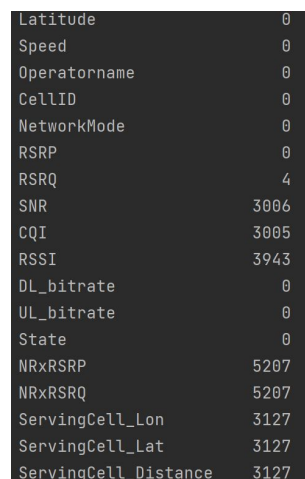
## 3 Cas Pratique avec dataset de University College Cork,Ireland

### 3.1 Source du data

Les données utilisé pour cette étude est un ensemble de données de trace 4G composé d'indicateurs de performance clés (KPI) cellulaires côté client collectés auprès de deux principaux opérateurs mobiles irlandais, à travers différents modèles de mobilité (**statique, piéton, voiture, tramway et train**). Les traces sont générées à partir d'une application de surveillance de réseau Android non root bien connue, G-NetTrack Pro. Cet outil permet de capturer divers KPI liés aux canaux, des métriques liées au contexte, des débits de liaison descendante et montante, ainsi que des informations liées aux cellules. [https://www.ucc.ie/en/misl/research/datasets/ivid\\_4g\\_lte\\_dataset/](https://www.ucc.ie/en/misl/research/datasets/ivid_4g_lte_dataset/)

### 3.2 Data Imputation

Comme le montre la figure ci-dessous il existe plusieurs valeurs qu'on a pas dans le dataset, on doit donc faire une imputation de données. Nous avons choisis l'algorithme



Latitude	0
Speed	0
Operatorname	0
CellID	0
NetworkMode	0
RSRP	0
RSRQ	4
SNR	3006
CQI	3005
RSSI	3943
DL_bitrate	0
UL_bitrate	0
State	0
NRxRSRP	5207
NRxRSRQ	5207
ServingCell_Lon	3127
ServingCell_Lat	3127
ServingCell_Distance	3127

**Figure 2.** Exemple nombre de valeurs manquantes sur les données bus  
[2]

"iterative imputation" qui essaie d'imputer des valeurs manquantes en modélisant d'autres caractéristiques qu'on a en fonction de caractéristiques avec des valeurs manquantes.

**Remarque :** Avant d'appliquer l'algorithme nous avons tout d'abord fusionner les données de chaque catégories dans un seul fichier , puis on a changé les valeurs manquantes écrites avec ce symbole – dans le data original par la valeur NaN

On remarque aussi que les valeurs générées sont réaliste c'est à dire qu'il n y a pas de variation exagéré comme le montre la figure ci-dessous, mais ce n'est pas toujours le cas il faudra entraîner le modèle plusieurs fois pour augmenter la précision.

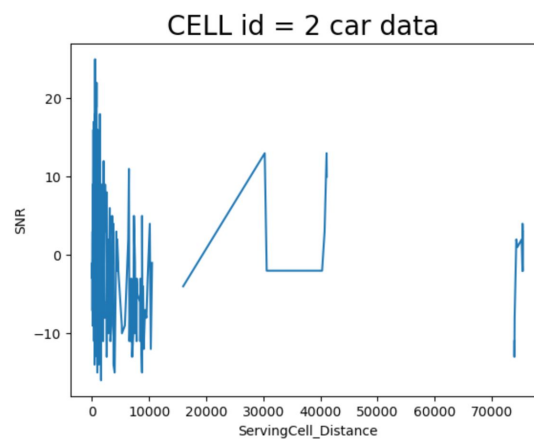
```
avant imputation 40
41 -78.0
42 -78.0
43 NaN
44 NaN
45 -93.0
46 NaN
47 NaN
48 NaN
49 -94.0
50 -94.0
51 NaN
52 NaN
```

(a) Avant

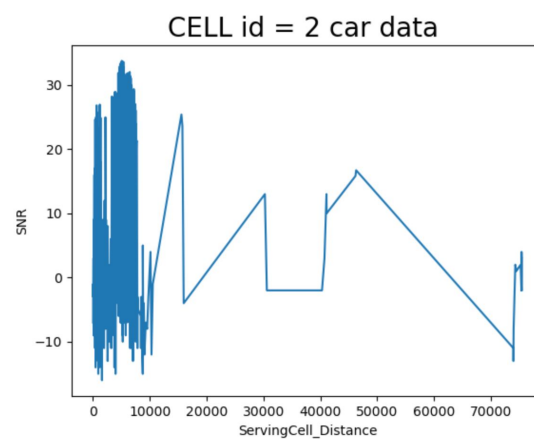
```
après imputation 40
41 -78.000000
42 -78.000000
43 -86.482347
44 -86.493691
45 -93.000000
46 -90.048821
47 -92.341391
48 -92.339232
49 -94.000000
50 -94.000000
51 -93.332001
52 -93.324221
```

(b) Après

**Figure 3.** Valeur RSSI avant et après imputation data car



(a) Avant



(b) Après

**Figure 4.** Valeur SNR avant et après imputation data car

### 3.3 Projection Cartographique

L'outil est basé sur la bibliothèque plotly et le framework dash [1] qui permettent à eux deux d'afficher des données sur une map réel sur un serveur Http.

Dash est écrit sur react.js ce qui le rend d'ailleurs très pratique. "Dash is React for Python"

Il est recommandé d'utiliser Conda pour installer toutes les dépendances.

Les points sont mis sur la carte suivant la Longitude et Latitude qu'on trouve sur le Dataset.

Le code couleur qu'on a choisi est le suivant :

$CQI < 6$  ==> Rouge

$6 < CQI < 7$  ==> Jaune

$CQI > 7$  ==> Vert.



**Figure 5.** Code couleur de la carte

si on clique sur un point en particulier on aura tous les détails (données) qu'on a mesurés sur ce point précis.

### 3.4 Exemple d'utilisation du programme

#### 3.4.1 Visualisation des performances (KPI) selon la distance de couverture de la cellule

Bien sûr il y a une forte corrélation entre la taille de la cellule et les performances. Pour assurer la qualité du service il faut éviter à tout prix les oscillations de débit, et essayer au mieux d'avoir un débit stable dans toute la zone de couverture de la cellule. Il est important de mentionner que la QoS ne se limite pas à ça. L'objectif de visualiser est donc après avoir identifié une zone mal couverte sur la carte, de voir les KPIs de la cellule qui pose problème, selon la distance de couverture de celle-ci et d'agir en conséquence en réduisant par exemple la taille de la cellule.

## 4 Conclusion

Il existe plusieurs informations que l'on pourrait extraire d'un dataset d'un réseau LTE. Cela diffère de l'objectif que l'on veut atteindre. C'est donc pour ça que nous avons opté pour un outil qui faciliterait l'analyse des données pour un ingénieur réseau télécom. Certes l'outil n'est pas complet, bon nombre d'applications peuvent être rajoutées mais constitue une base solide pour développer un outil complet.



## Annexe

### Guide d'installation :

- 1 - Installer Pycharm <https://www.jetbrains.com/pycharm/>
- 2- Installer Anaconda <https://docs.conda.io/projects/conda/en/latest/user-guide/install/linux.html>
- 3 - Sélectionner l'interpréteur python " conda" dans pycharm.  
Pycharm se charge d'installer les packages manquant en cliquant sur ce dernier dans le code puis installer <pacakages>.
- 4- Ouvrir votre navigateur et taper : <http://localhost:8050/>

### Methode sans Pycharm ( méthode pas testé ) :

- 1- Installer conda
- 2- Installer toutes les librairies manquantes avec conda , exemple dash :

```
conda install -c conda-forge dash
```

- 3 - Lancer le programme

```
python3 Lte_dashboard.py
```

### vidéo démo :

Vidéo partie 1 : explication du code et aperçu du résultat de la projection cartographique  
<https://www.youtube.com/watch?v=mE6tb8xZFeE&feature=youtu.be>

Vidéo partie 2 :Aperçu du résultat final après l'ajout de l'outil de visualisation des données.  
[https://www.youtube.com/watch?v=X\\_hv\\_iIYnvY](https://www.youtube.com/watch?v=X_hv_iIYnvY)

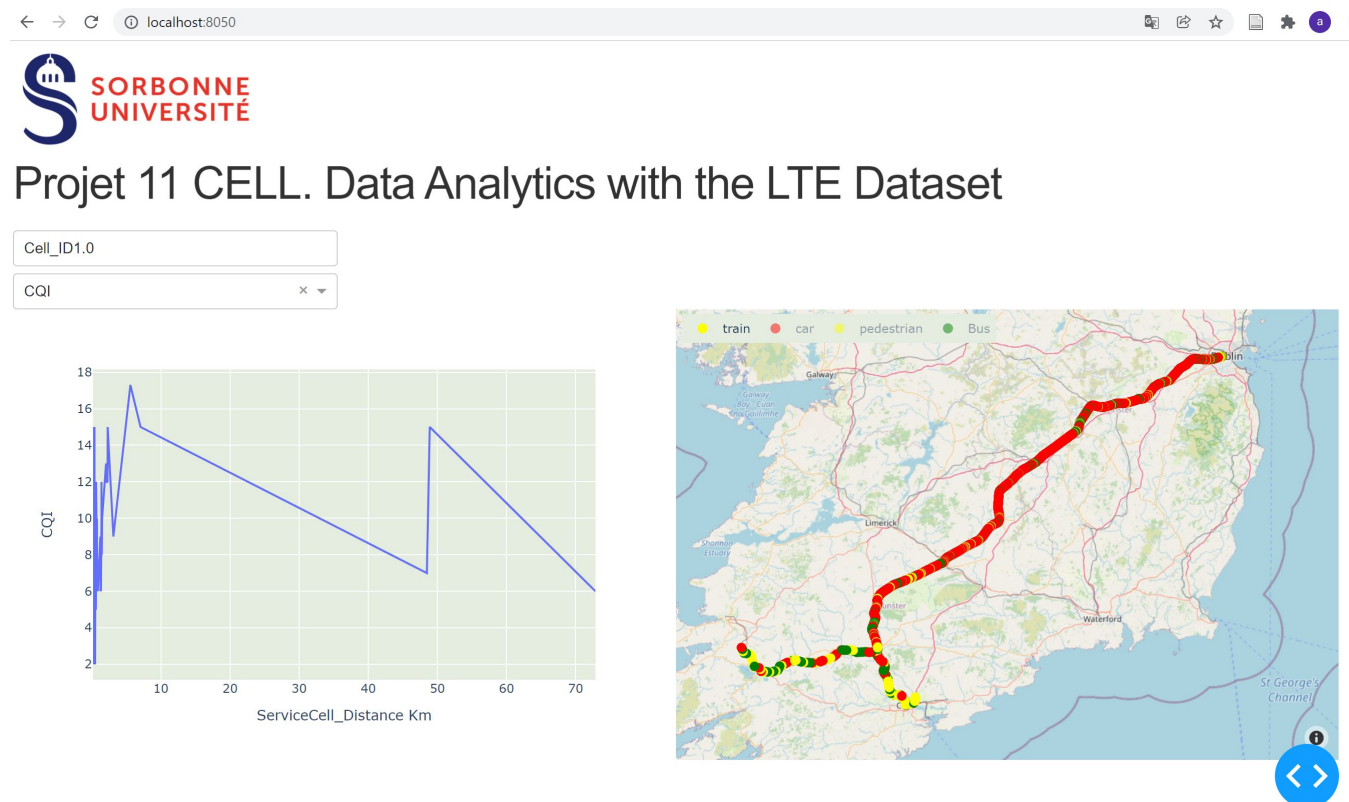


Figure 6. aperçu général

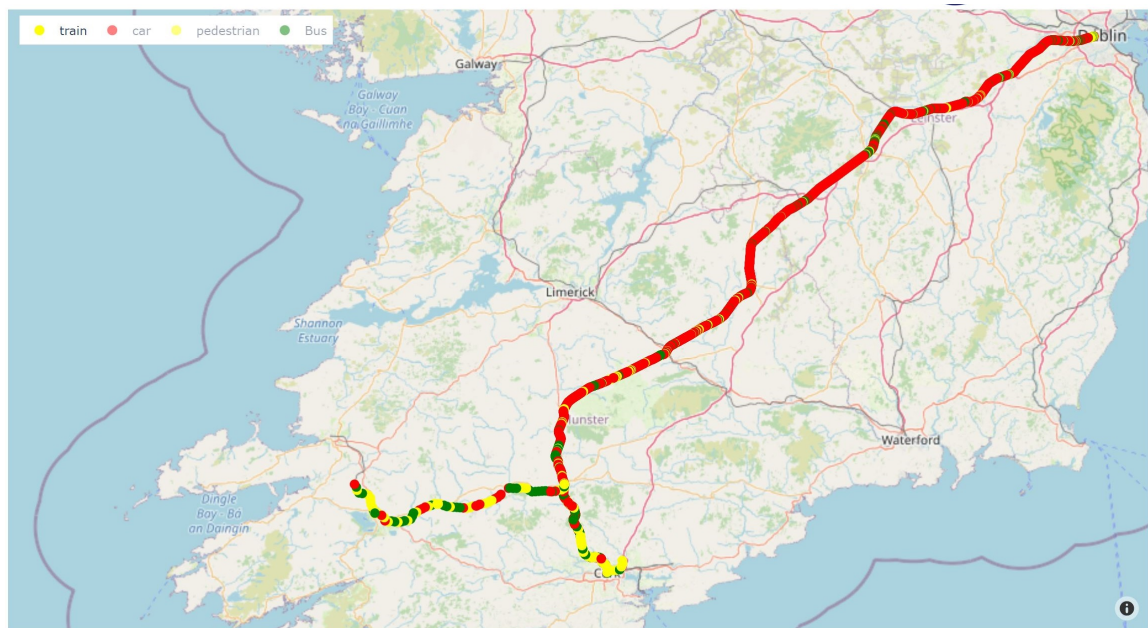


Figure 7. aperçu du data 'train'

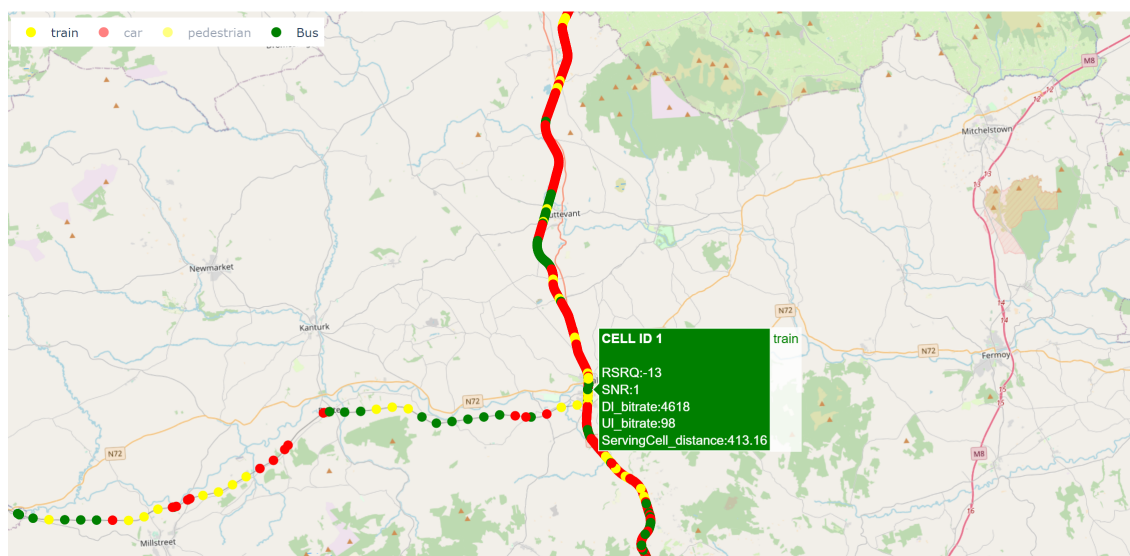
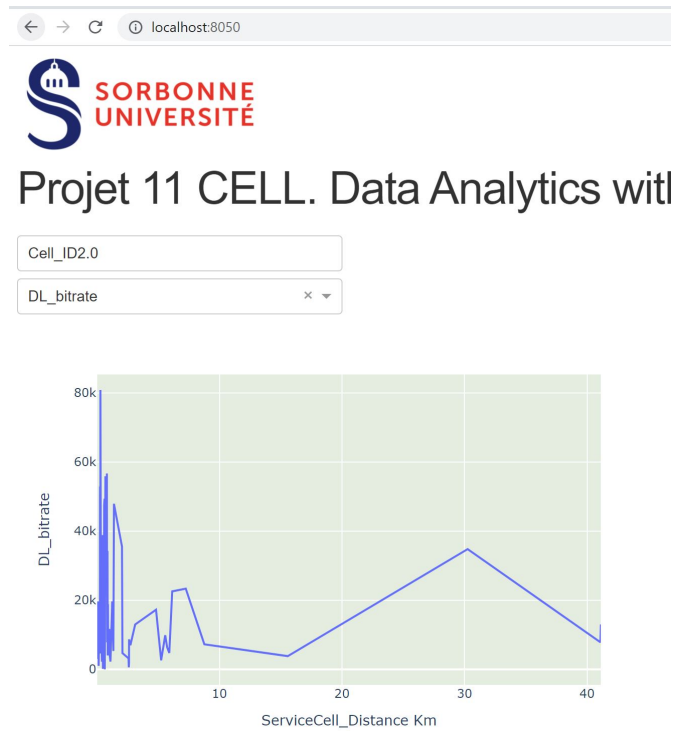


Figure 8. Affichage de toutes les mesures prises lors du clique sur un point de la carte



**Figure 9.** Sélection dynamique des paramètres et visualisation des données

## Références

- [1] *Dash Documentation & User Guide | Plotly*. url : <https://dash.plotly.com/> (visité le 08/01/2022).
- [2] *RSRP et RSRQ 2ème : Définition | Frédéric Launay*. fr-FR. Août 2013. url : <https://blogs.univ-poitiers.fr/f-launay/2013/08/27/rsrp-et-rsrq-2eme-definition/> (visité le 01/01/2022).