

Réflexion sur les usages d'une interface de visualisation de données météorologique 4D

Rapport – Stage de recherche

Réalisé par Thomas Jezequel

Encadré par Sidonie Christophe et Jacques Gautier

Master Carthagéo - LASTIG GEOVIS

03/01/2022 – 22/01/2022

Remerciement : Je souhaiterais remercier nos commanditaire Jacques Gautier et Sidonie Christophe qui m'ont beaucoup suivi, encadré et conseiller malgré le télétravail ainsi que l'équipe GEOVIS toute entière pour leur accueil.

Table des matières

Introduction	3
1 Objectifs et mise en œuvre	4
1.1 Présentation de l'existant	4
1.2 Problématique	6
1.3 État de l'art	6
1.4 Objectifs	7
2 Développement	8
2.1 Technique	8
2.2 Réalisation	8
2.3 Fonctionnalités	9
2.3.1 Affichage de plusieurs scènes	9
2.3.2 Afficher des données différentes sur chaque graphique	10
2.3.3 Contrôle synchronisé des graphiques	10
2.3.4 Affichage des graphiques en grille	11
2.4 Limites et ouverture	12
Conclusion	13

Introduction

Depuis plusieurs décennies, il y a une très forte densification de l'environnement urbain ce qui n'est pas sans effet sur le climat. En effet, il existe un phénomène appelé îlot de chaleur qui consiste en l'augmentation importante de la température dans certaines zones urbaines. Ce phénomène a des retombées néfastes sur la santé et le confort des gens.

Dans le cadre de ce phénomène, la visualisation de données météorologiques urbaines est un enjeu majeur pour étudier l'influence de la morphologie urbaine sur le climat urbain, l'amélioration des modèles de simulation, la comparaison de différents scénarios d'évolution du climat urbain, et la prise de décision dans le cadre des politiques d'urbanisme. De nombreux projets ont vu le jour tel que le projet Urclim [1] dont le but est de progresser sur les Services Climatiques Urbains (SCU), à destination des urbanistes et des acteurs concernés, en utilisant des données urbaines ouvertes et des données climatiques régionales.

Pour étudier ces données météorologiques urbaines, on utilise des modèles de simulation du climat urbain qui permet de simuler l'évolution des composantes météorologiques.

C'est dans ce contexte qu'un prototype de visualisation des données météorologique urbaine a été développé par l'équipe GEOVIS. Il se compose d'une représentation de la composante spatiale des données météorologiques ainsi de diagramme 2D et 3D représentant la composante temporelle des données de température en fonction de l'altitude.

L'objectif de ce stage est d'améliorer l'analyse visuelle des données spatio-temporelle de température et donc notamment de concevoir des méthodes de représentation graphique et d'interaction avec le diagramme temporel 3D, pour l'analyse de la distribution spatio-temporelle des températures en milieu urbain.

Ce stage de recherche sur la visualisation de données météorologiques a été encadré par Sidonie Christophe et Jacques Gautier, membres de l'équipe GEOVIS du laboratoire LASTIG de l'IGN. Il a eu lieu entre le 03/01/2022 et le 21/01/2022.

L'équipe GeoVIS fournit des connaissances, des méthodes et des outils de géovisualisation permettant à divers utilisateurs de concevoir des représentations graphiques de phénomènes spatio-temporels, et d'inférer des connaissances spatio-temporelles à partir de l'interaction avec certaines dimensions d'un phénomène, à partir de données spatiales (cartes, imagerie, modèles 3D, MNT, nuages de points, etc.) et de données externes (textes, photographies, données web, données thématiques, etc.) L'hétérogénéité (source, échelle, contenu, précision, dimension, temporalité) et l'imprécision de ces données et des phénomènes représentés

impliquent d'aborder les questions de géovisualisation en englobant la cartographie, les SIG, l'InfoVis, l'IHM, l'infographie et le traitement d'images.

1 Contexte et objectifs

1.1 Présentation de l'existant

Ce stage se base sur une application de visualisation de données météorologiques déjà existante dont le but est l'étude des données spatio-temporelle de température dans un milieu urbain à travers une visualisation simulé des données de température avec l'environnement urbain.

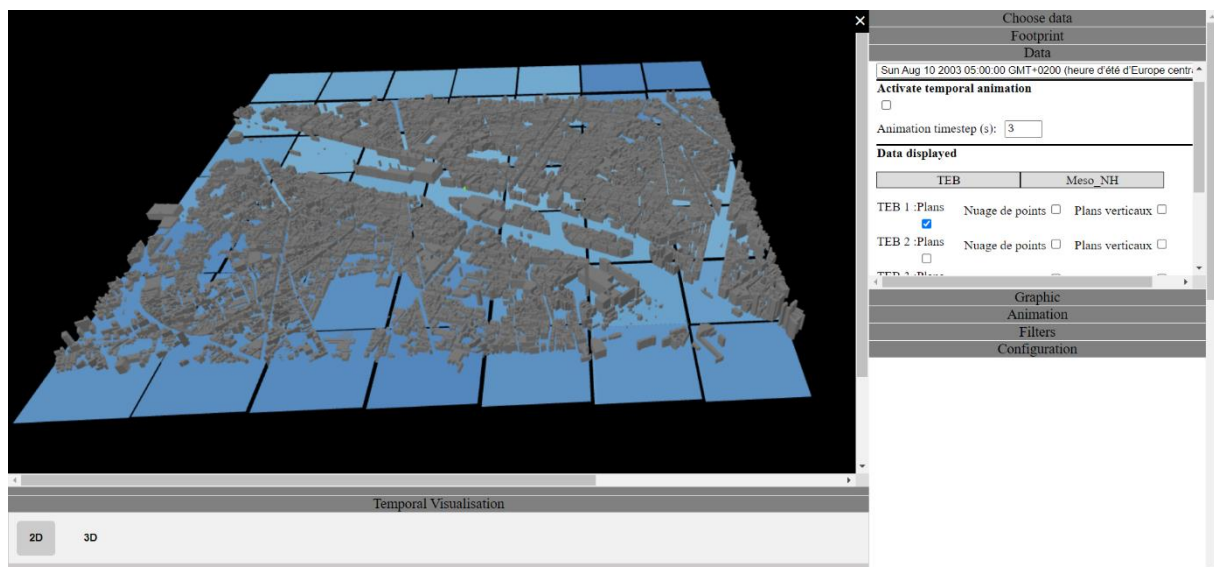


Figure 1 : Prototype du visualiseur existant

Cette application se compose de plusieurs fonctionnalités différentes.

Le prototype prend en entrée des fichiers NetCDF de données météorologiques. NetCDF est un format de fichier auto-documenté qui permet la création, l'accès et le partage de données scientifiques stockées sous la forme de tableaux. Les fichiers sur lesquels nous travaillons sont issus des simulations du modèle Meso-NH de Météo France. Chaque fichier correspond à un pas de temps et contient des données de température. Il y a huit fichiers correspond à huit pas de temps entre le 10 et le 11 août 2003 pendant la canicule.

Ensuite il faut sélectionner une emprise géographique, l'ensemble d'étude



Figure 2 : Fenêtre de
sélections de l'emprise
géographique

Le prototype se compose ensuite d'une visualisation 3D de la zone choisie avec la possibilité d'afficher sur la carte les valeurs de température dans la zone en fonction de l'élévation. Ainsi on possède les données du bati de la zones sélectionné ainsi que les données de température et on peut afficher les différents niveaux de hauteur sur la carte et voir la température que l'on a simulé.

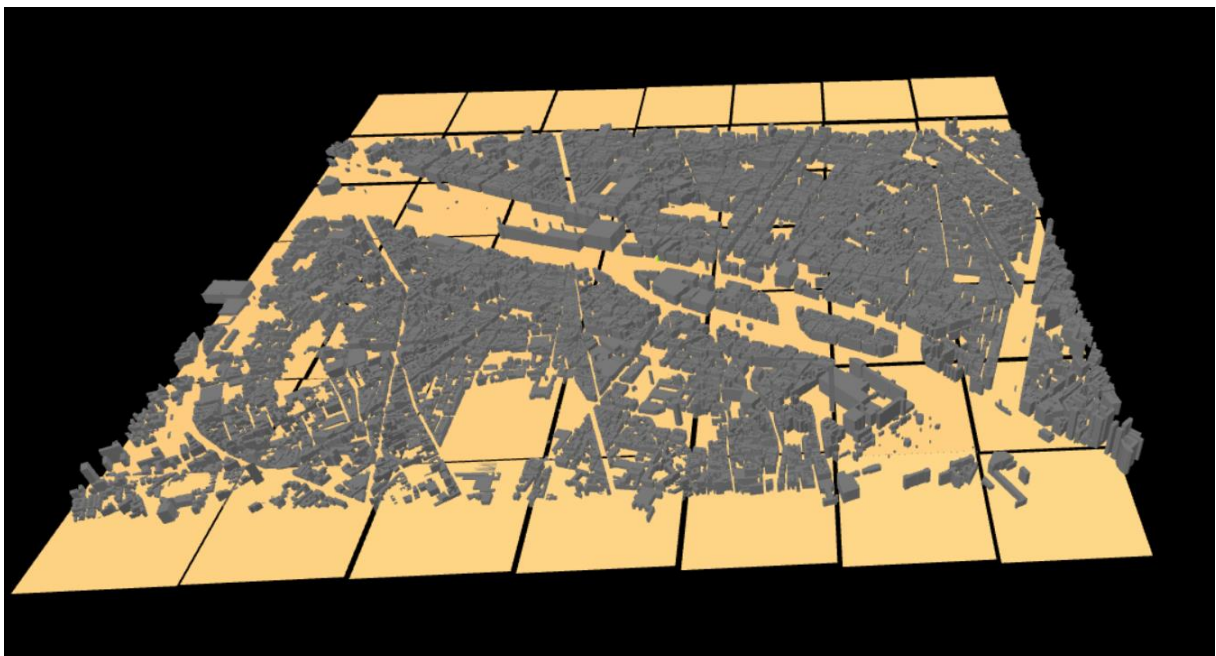


Figure 3 : Exemple de visualisation des températures en milieu urbain

Il y a également deux visualisation graphique temporelle, une 2D et une 3D,

représentant la composante temporelle des données de température selon l'altitude. La visualisation 3D permet d'afficher dans une scène un diagramme présentant la température en fonction du temps d'une part et également de la hauteur selon le troisième axe. Il est possible sur ce graphique de zoomer et de le tourner ainsi que de sélectionner une valeur pour l'afficher sur la carte et connaître sa date.

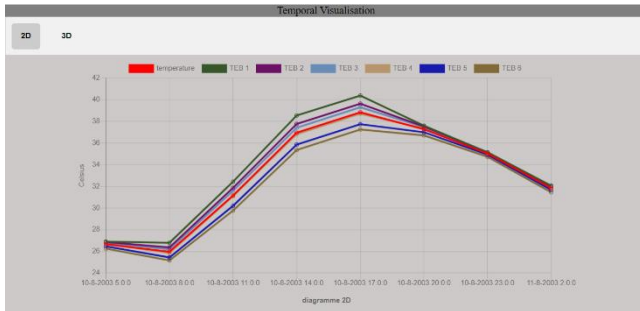


Figure 4 : Exemple de visualisation 2D du prototype

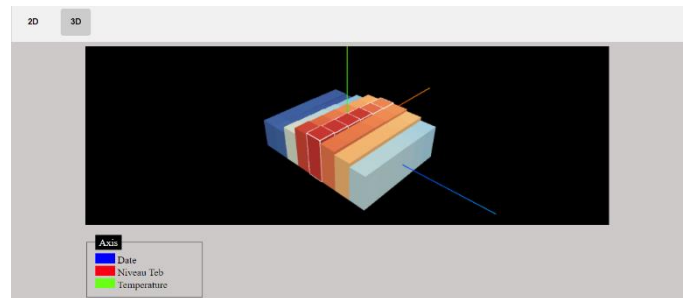


Figure 5 : Exemple de visualisation 3D du prototype

2.2 Problématique

Pour ce stage, les commanditaires souhaitent s'appuyer sur l'outil déjà existant et améliorer les possibilités d'analyse des données spatio-temporelles de température en milieu urbain notamment grâce au diagramme temporel 3D.

Pour cela, plusieurs propositions étaient envisagées pour l'utilisateur qui étaient la visualisation de l'évolution temporelle des données de température selon d'autres variables que l'altitude ou même selon plusieurs autres variables, la visualisation comparée de l'évolution temporelle des données de température dans différentes zones spatiales ou encore l'analyse de différentes temporalités dans la distribution spatio-temporelle des températures.

Pour répondre aux demandes des commanditaires, il a donc fallu déterminer quelle allait être la réalisation et comment répondre à la problématique, il fallait donc trouver un axe de travail. Plusieurs tâches utilisateur avaient déjà été définies et donc le premier axe de travail fut de déterminer comment visualiser les données de température selon plusieurs variables ou selon plusieurs zones spatiales.

2.3 État de l'art

Dans un premier temps, il a été envisagé de modifier la forme du graphique 3D. En effet, en variant le design du diagramme 3D, il aurait été possible d'ajouter plus de variable sur le graphique ou de changer une variable. Parmi les différents formats de graphique de visualisation temporelle en 3D, la plupart possédait des limites dont la principale était qu'ils possédaient une seule variable principale qui était le temps et affichaient les autres variables en fonction de celui-ci uniquement.

Un type de diagramme 2D est le diagramme en étoile dont chaque axe part d'un même point et représente une caractéristique quantifiée. Il permet donc une analyse multivariée des données. En représentant plusieurs diagrammes en étoile sur une ligne temporelle, on peut fabriquer le tube de Kiviat [2] qui est une visualisation temporelle en 3D multivariées. Cette représentation permettait d'afficher beaucoup plus de variable mais on ne montrait que l'évolution de ces variables par rapport au temps alors que nous cherchons à faire varier la température selon plusieurs variables dont le temps. Nous n'avons donc pas trouvé de représentation temporelle adapté à l'ajout de plus de variable.

Ainsi une autre méthode a été envisagée qui est la variation des modalités d'une variable avec les small multiples [2]. Grâce aux small multiple il est possible de représenter la distribution d'une donnée selon différentes modalités d'une variable. Il est donc possible de faire varier la temporalité, la zone spatiale ou encore les valeurs d'une variable, comme visualiser plusieurs pas de temps ou encore plusieurs villes. Dans le cas de notre diagramme 3D, il a été décidé d'utiliser les small multiples pour visualiser plusieurs zones spatiales, l'objectif final étant d'avoir un diagramme par zone spatiale définie par l'utilisateur.

2.3 Objectifs

Une fois qu'il avait été décidé de créer des small multiples du diagramme 3D, il fallait définir les objectifs de cette représentation. C'est-à-dire le format et les fonctionnalités de la visualisation.

Plusieurs objectifs clé ont donc été décidées :

- Pour optimiser l'espace graphique, l'outil doit permettre la visualisation des graphiques en grille
- Le prototype doit permettre de manipuler et de zoomer sur les graphiques et chaque visualisation doit être synchronisée avec les autres. C'est-à-dire que si un des graphiques est zoomer, tous les autres devront être zoomer de la

même manière.

- Il devra y avoir la possibilité d'interagir avec les graphiques pour connaître la date d'une donnée par exemple.
- Chaque graphique devra afficher les données d'une zone spatiale différentes sélectionnée par l'utilisateur et donc afficher des données de température différentes.

Une fois ces objectifs définis, plusieurs décisions ont été prise. Dans un premier temps, il a été décidé de limiter le nombre de graphique du small multiples à 9 maximum. En effet, il n'aurait pas été pertinent de permettre une infinité de graphiques ce qui aurait affiché beaucoup trop de données et empêché toute interprétation de celle-ci. Dans un deuxième temps, il a été décidé de ne pas sélectionner plusieurs zones spatiales dans l'interface pour les small multiples. Pour débiter, il fallait d'abord de se concentrer sur la création des small multiples et donc nous avons donc déduis qu'il serait plus judicieux d'utiliser les points de sélections de l'emprise géographique pour obtenir plusieurs zones spatiales, un point correspondant à une zone spatiales. Ensuite, les points pourront être remplacé par des zones spatiales ou encore par des modalités de variables différentes.

3 Développement

3.1 Technique

Le travail étant sur un outil déjà existant, il n'y a pas eu de réflexion sur quels outils utiliser pour le développement des small multiple. Le visualiseur est un outil web et a donc été développé en javascript et donc c'est ce langage qui a été utilisé pour travailler. Le travail sur les graphiques s'est fait avec la librairie Three.js qui est celle qui avait été utilisé pour le diagramme 3D existant. Cette librairie permet de gérer l'intégralité de l'affichage 3D : la création d'une scène, le placement d'une caméra sur cette scène, l'ajout d'objet ainsi que la délimitation de la zone de prise de vue. C'était donc la librairie idéale pour travailler l'affichage 3D.

3.2 Réalisation

Suite au travail de développement, une nouvelle fonctionnalité a pu être ajoutée au visualiseur. Ainsi en plus des onglets de visualisation des diagrammes 2D et 3D, un nouvel onglet permettant la visualisation de diagramme 3D multiples a été ajouté.

Cet outil permet la visualisation d'une grille de graphique dont le nombre correspond au nombre de points sélectionnés lors du choix de l'emprise géographique. Cette grille est organisée jusqu'à une limite de neuf graphiques pour permettre une comparaison des données. Il est possible de zoomer sur les graphiques ainsi que de les tourner pour mieux étudier les données et le mouvement de ces graphiques est synchronisé toujours dans le but de faciliter la comparaison entre les graphiques.

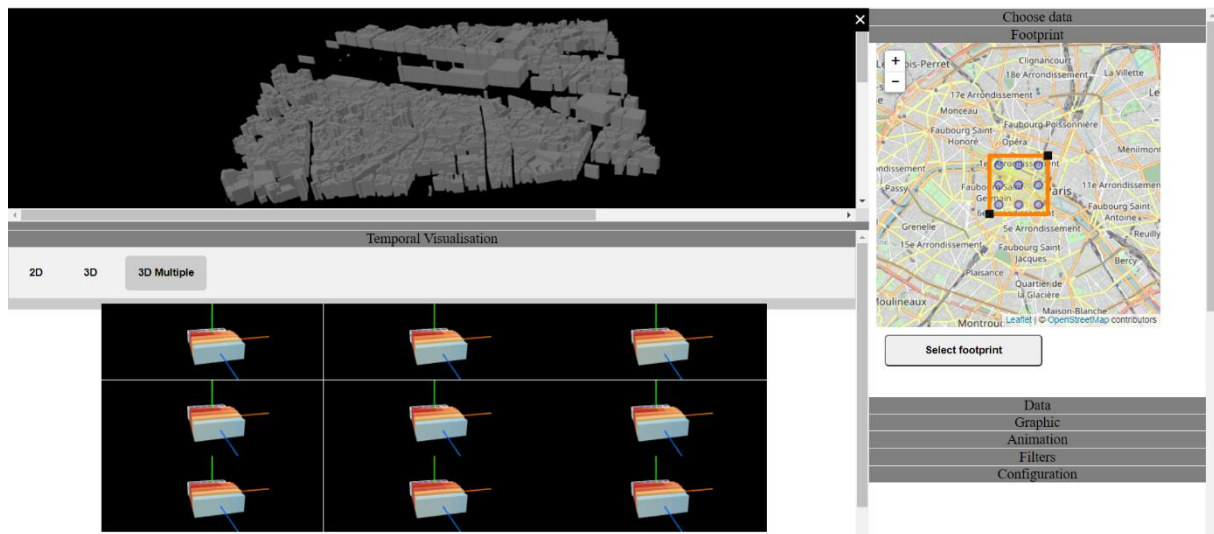


Figure 6 : Présentation de la visualisation de la fonctionnalité ajoutée

3.3 Fonctionnalités

Au cours du développement de cet outil, plusieurs fonctionnalités clés étaient attendus

3.3.1 Affichage de plusieurs scènes

Le développement de small multiples nécessitait de pouvoir afficher plusieurs graphiques 3D sur le même écran ainsi que de pouvoir contrôler le nombre de graphiques que l'on affiche. Cela signifie pouvoir automatiser la création de scènes avec Three.js puisque qu'un graphique correspond à une scènes 3D.

Pour déterminer le nombre de scènes à afficher, il a fallu récupérer le nombre de point composant l'emprise géographique. Puis afficher le nombre de scènes correspondant grâce à l'automatisation de la création de celle-ci.

3.3.2 Afficher des données différentes sur chaque graphique

L'objectif de cet outil étant la comparaison de données, il fallait donc afficher des données différentes sur chaque graphique.

Les données affichées sont donc les données de température de chaque point sélectionné dans l'emprise. Il a été possible de récupérer ces données par points pour afficher pour chaque point l'évolution temporelle de sa température.

Les points affichés étant très proche géographiquement, il y a très peu de différences ce qui n'est donc pas très pertinent pour l'instant, du fait du choix des zones géographiques, mais il est tout de même possible de voir quelque différence.

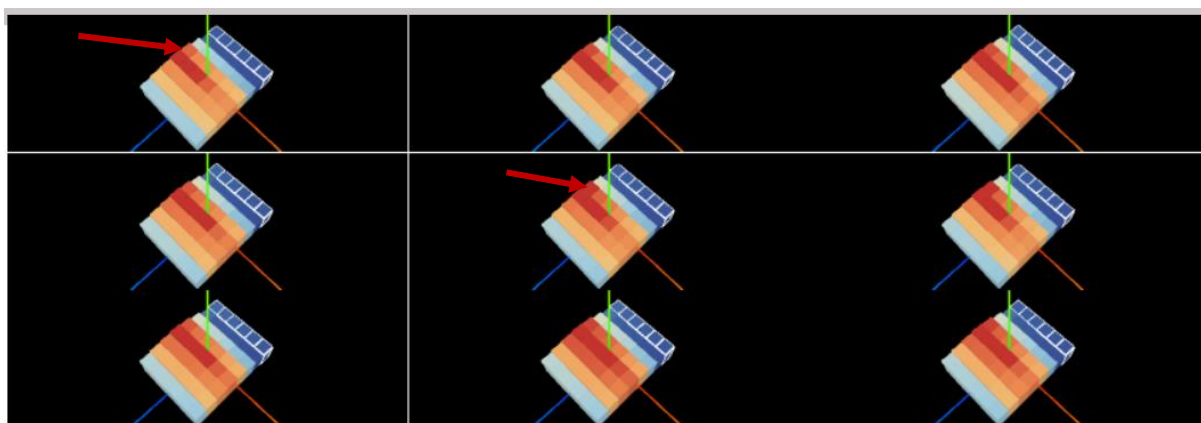


Figure 7 : Visualisation de données différentes

3.3.2 Contrôle synchronisé des graphiques

Pour faciliter la comparaison entre les graphiques, il était important que les graphiques soient synchronisés. En effet, l'utilisateur ayant la possibilité de tourner ou encore zoomer sur les graphiques, pour comparer un nombre élevé de graphiques, il est beaucoup plus simple et agréable d'avoir le même point de vue sur chaque graphique.

L'outil de Three.js qui gère le point de vue sur le graphique est la caméra. Lorsque l'utilisateur tourne l'objet c'est la caméra qu'il fait bouger, de même lorsqu'il zoome c'est la caméra qui se rapproche de l'objet. Pour synchroniser le mouvement des graphiques il fallait donc synchroniser le mouvement de chaque caméra puisque chaque scène possédait une caméra. Cependant une autre solution était possible : plutôt que de créer une caméra pour chaque scène, une seule caméra à été créée et

réutilisée pour chaque scène. Ainsi chaque scène ayant la même caméra le mouvement de chaque graphique était identique.

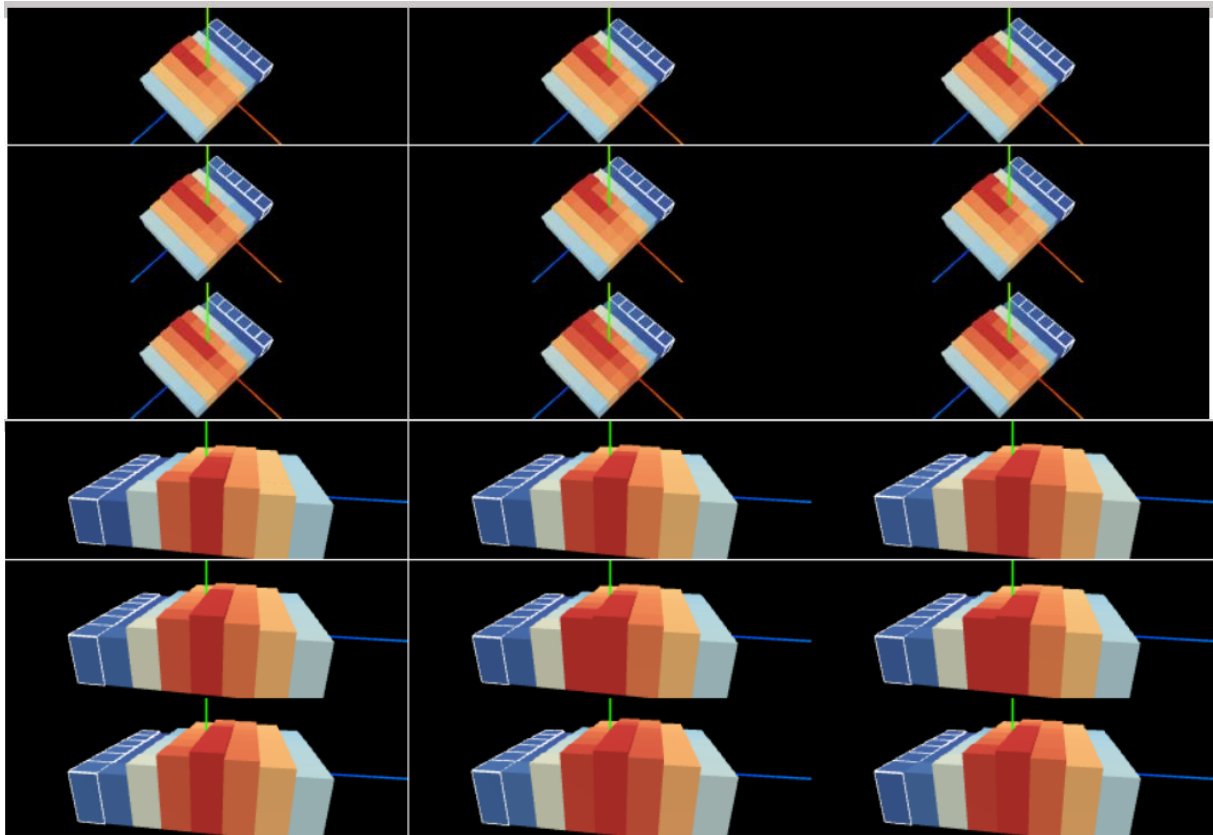


Figure 8 : Exemple de synchronisation des graphiques

3.3.2 Affichage des graphiques en grille

Pour visualiser les small multiples, il fallait afficher les graphiques sous forme de grille. Le nombre de graphiques étant limité à neuf, il fallait gérer l'affichage pour optimiser la visibilité des graphiques quel que soit leur nombre entre un et neuf.

Cette problématique étant une problématique d'affichage, il a donc fallu gérer le css du visualiseur. Pour l'affichage en grille, la fonctionnalité grid permet de créer une grille en css. Ainsi en créant toutes les scènes en tant qu'enfant d'une div, il était possible de donner aux parents des scènes l'attribut grid ainsi chaque scène allait se rajouter dans la grille. Le nombre de scènes affichable n'étant pas très grand, il a été possible de créer différents cas en fonction du nombre de scènes pour optimiser l'affichage des small multiples.

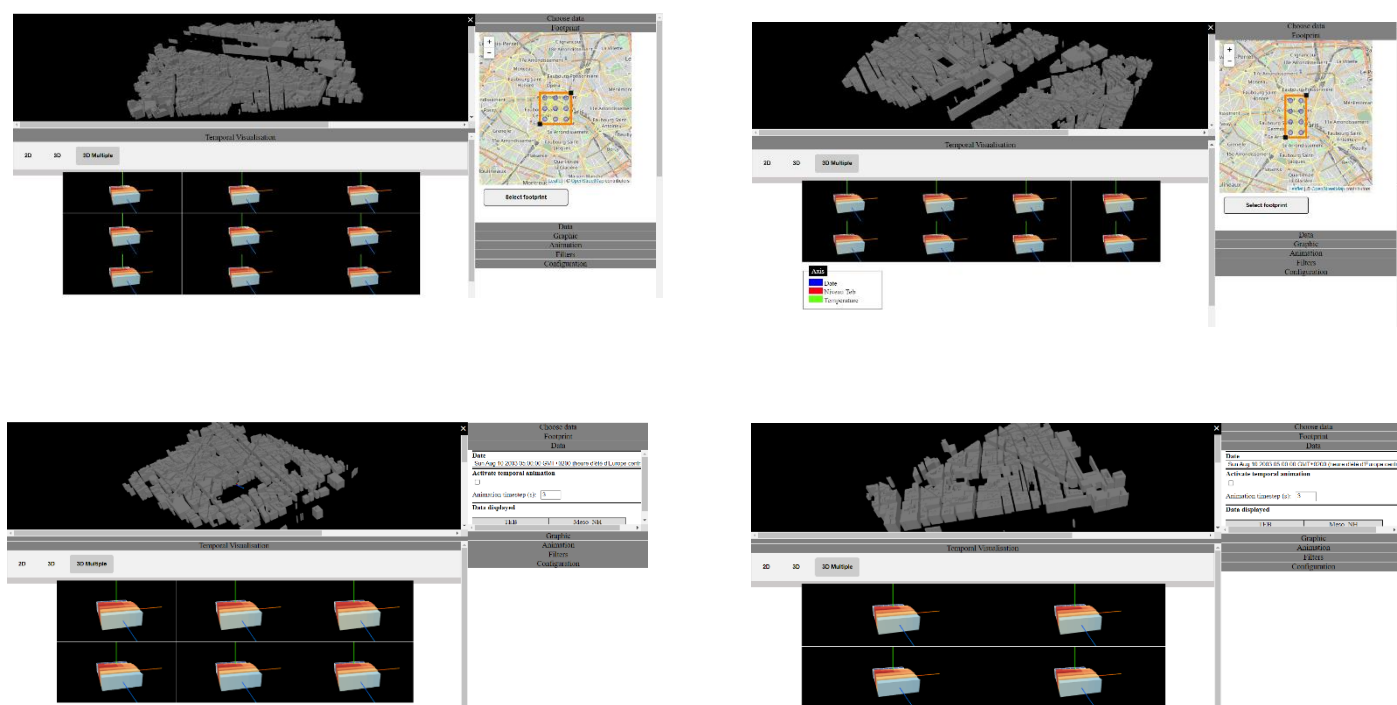


Figure 9 : Présentation des modèles de grille

3.4 Limites et ouverture

Il reste encore des limites au modèle développé, en effet il ne s'agit que d'une première étape et tout n'a pas pu être réalisé. Parmi les fonctionnalités demandées, une n'a pas pu être exploré par manque de temps. Ainsi L'interaction avec les graphiques des small multiples n'est pas aussi complète que celle avec le diagramme 3D seul. Il n'y a pas sur les small multiples la possibilité de sélectionner des données pour en connaître la date en cliquant dessus ou les affichés sur la carte. La résolution de cette fonctionnalité permettrait de grandement améliorer l'interactivité des graphiques et leurs utilisations.

Ce stage de recherche ne durait que trois semaines et il était donc obligatoire de fixer des limites et donc de limiter les possibilités de développement. Ainsi pour ce stage, l'outil développé permet d'afficher des données selon des points géographique très proche qui ne sont donc pas pertinent en termes d'étude. Ce stage n'était donc qu'une première étape vers le développement d'un outil qui permettrait d'afficher des small multiples dont chaque diagramme correspondrait à des zones spatiales bien distincte définies par l'utilisateur ou alors afficherait des modalités de variable différentes.

Conclusion

Pour conclure, j'ai pu ajouter une nouvelle fonctionnalité au visualiseur, celle-ci permet la visualisation simultanée de données de température urbaine selon plusieurs zones spatiales et donc cela ajoute une possibilité pour l'analyse des données spatio-temporelle de température. Cet outil répond donc à la problématique donnée qui était d'améliorer l'analyse visuelle des données spatio-temporelle de température. Cet outil n'est cependant pas une finalité et peut être amélioré.

Au cours de ce stage, j'ai pu découvrir la visualisation 3D qui était un domaine totalement nouveau et donc travailler avec de nouveaux outils tels que Three.js au sein du laboratoire GEOVIS qui était également un nouvel environnement de travail. Ce stage fut donc extrêmement enrichissant pour moi et une très bonne expérience.

Bibliographie

[1] - <http://www.urclim.eu/>, site officiel du projet Urclim

[2] - <https://vcg.informatik.uni-rostock.de/~ct/timeviz/timeviz.html>, , Datavisualisation de série temporelle