

The background of the slide is a dark-themed map of a city, likely Quebec City, showing a river and a grid of streets. Overlaid on the map are various colored lines and shapes representing vector data, such as property boundaries or infrastructure. The colors include yellow, green, blue, purple, and red.

GEO 7630

Intégration et visualisation de données géographiques

Semaine 3 -

Intégration et visualisation des données vectorielles



Objectifs

1ere partie

- Données vectorielles
- Concepts d'intégration et de visualisation
- Défis d'intégration et de visualisation
- Bonnes pratiques et exemples
- Revue des outils d'intégration
- Les tendances et les développements futurs

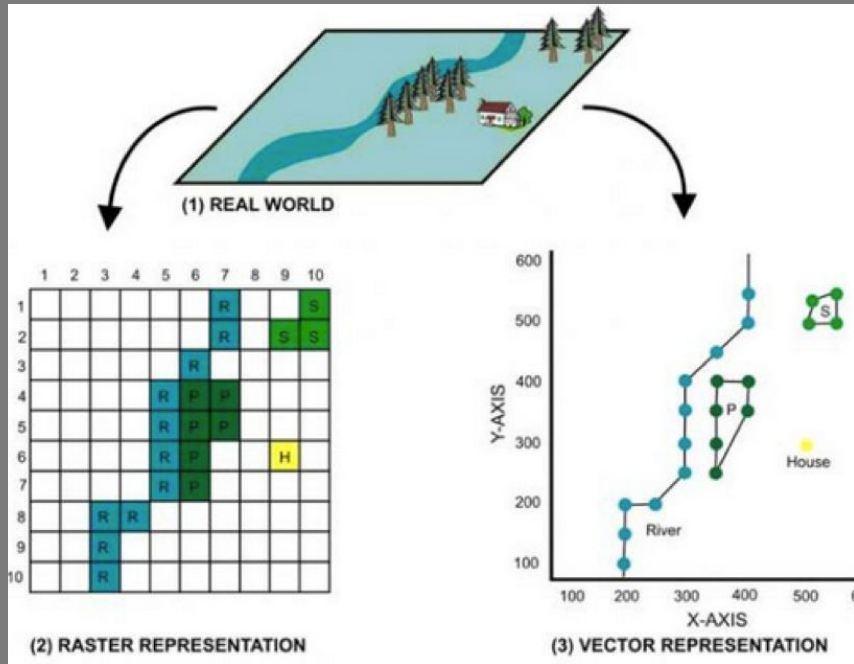
Laboratoire

- Améliorer la densité des arbres dans les parcs

Qu'est ce qu'une tuile vectorielle ?

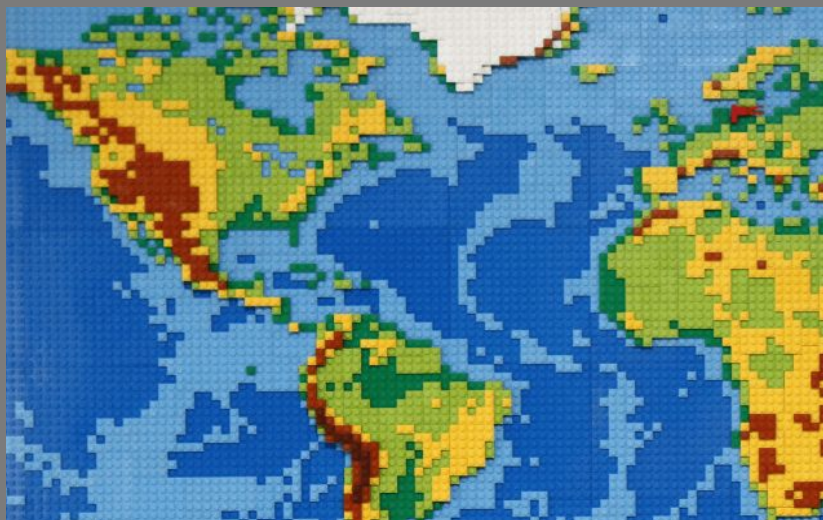


Les tuiles vectorielles



Une tuile vectorielle est une **représentation numérique** des données géographiques qui permet de **stocker** des informations de cartographie de manière vectorielle plutôt que matricielle (raster)

Les tuiles vectorielles sont souvent utilisées pour **afficher des cartes interactives en ligne**, car elles peuvent être facilement zoomées et déplacées **sans perdre de qualité**.



Chronologie des tuiles vectorielles

- 1980-1990

Premier paradigme scientifique sur le besoin de stocker et afficher les données vectorielles de manière efficace.

- 2005

Première preuve de concept open source

- 2010

Les développeurs utilisent des technologies telles que l'API JavaScript de Google Maps

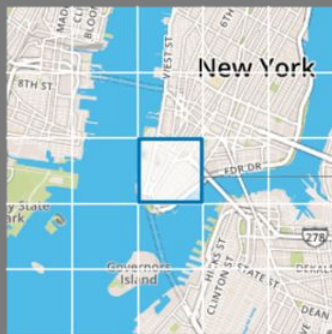
- 2015-2020

Grand boom de l'utilisation, et intégration dans les suites logicielles comme moyen de diffusion

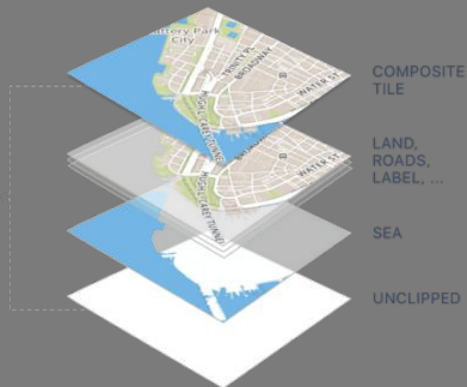
- 2020-2024

- Standard OGC
- Utilisation du WebGL

ONE MAP, MULTIPLE TILES

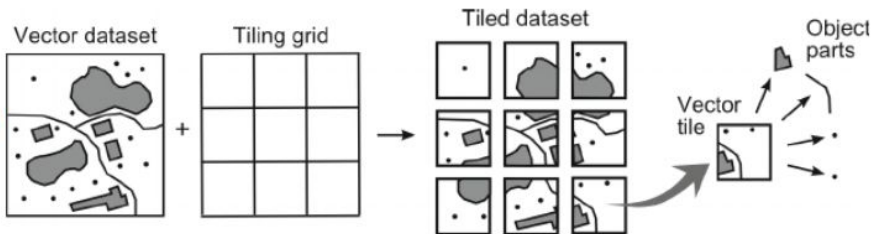


ONE TILE

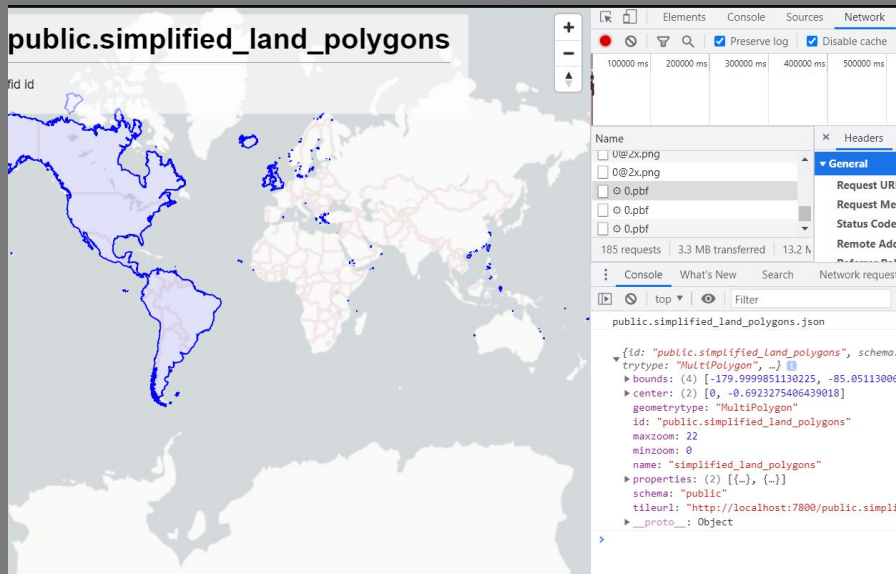


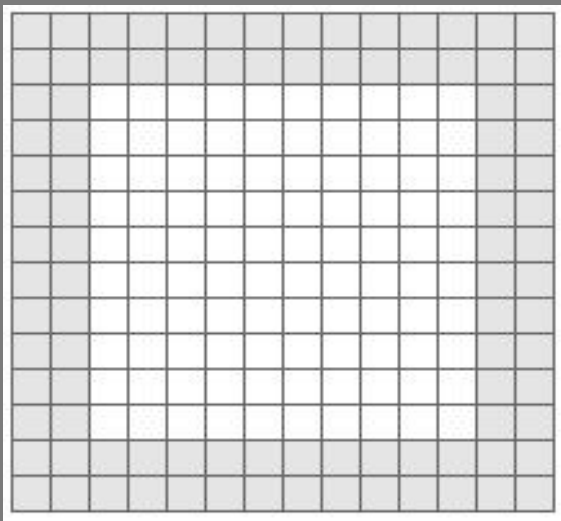
Les tuiles vectorielles

Comment fonctionnent les tuiles vectorielles?



- Les tuiles vectorielles sont divisées en petites sections appelées tuiles, chacune contenant une partie des données géographiques.
- Lorsque l'utilisateur effectue un zoom ou un déplacement sur la carte, **seules les tuiles nécessaires sont chargées et affichées**, améliorant ainsi les **performances** et la rapidité de chargement.





Les tuiles vectorielles

Encodage des géométries

Pour **encoder** des informations géographiques dans une tuile vectorielle, un outil doit convertir les coordonnées géographiques, telles que la **latitude et la longitude**, en **coordonnées de grille de tuiles vectorielles**.

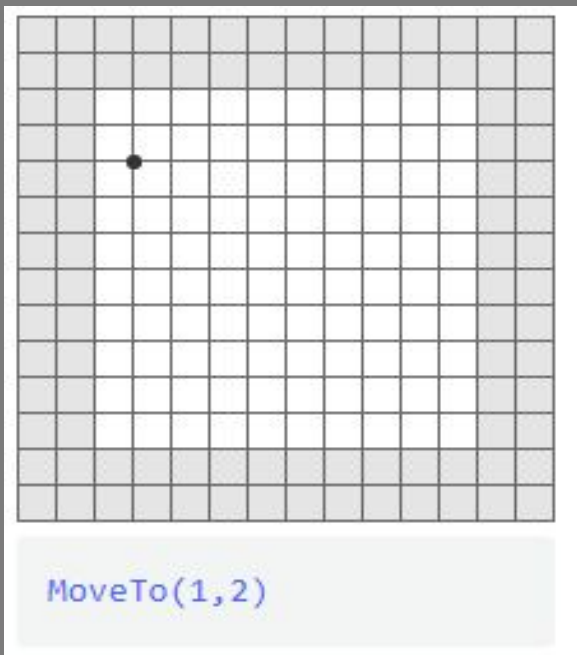
Les tuiles vectorielles ne contiennent aucun concept d'information géographique. Ils encodent des points, des lignes et des polygones sous **forme de paires x/y** par rapport au haut à gauche de la grille de manière droite vers le bas.

Les tuiles vectorielles

Encodage des géométries

Pour **encoder** des informations géographiques dans une tuile vectorielle, un outil doit convertir les coordonnées géographiques, telles que la **latitude et la longitude**, en **coordonnées de grille de tuiles vectorielles**.

Les tuiles vectorielles ne contiennent aucun concept d'information géographique. Ils encodent des points, des lignes et des polygones sous **forme de paires x/y** par rapport au haut à gauche de la grille de manière droite vers le bas.

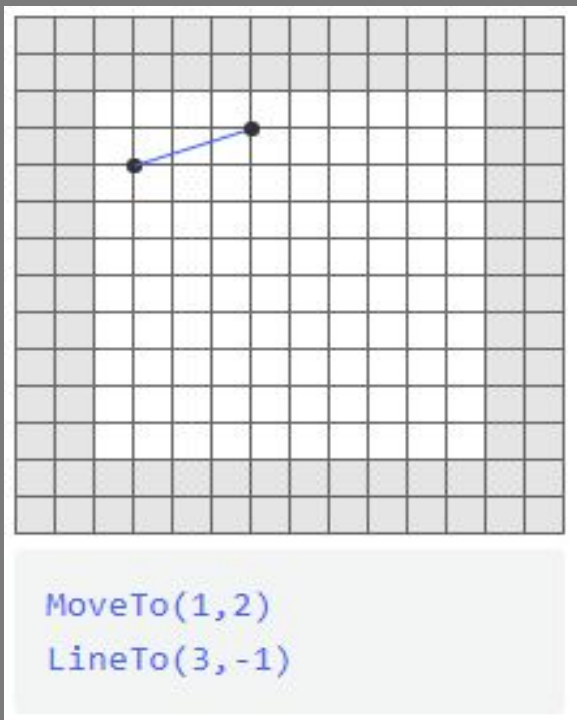


Les tuiles vectorielles

Encodage des géométries

Pour **encoder** des informations géographiques dans une tuile vectorielle, un outil doit convertir les coordonnées géographiques, telles que la **latitude et la longitude**, en **coordonnées de grille de tuiles vectorielles**.

Les tuiles vectorielles ne contiennent aucun concept d'information géographique. Ils encodent des points, des lignes et des polygones sous **forme de paires x/y** par rapport au haut à gauche de la grille de manière droite vers le bas.

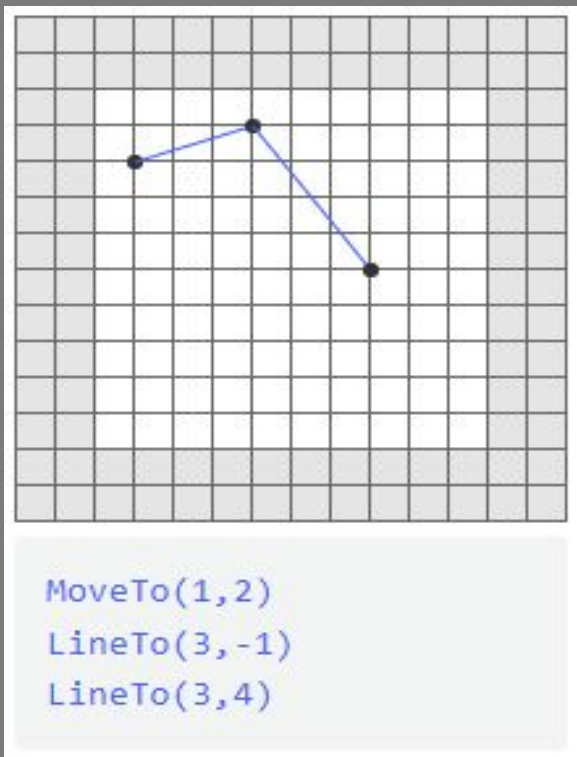


Les tuiles vectorielles

Encodage des géométries

Pour **encoder** des informations géographiques dans une tuile vectorielle, un outil doit convertir les coordonnées géographiques, telles que la **latitude et la longitude**, en **coordonnées de grille de tuiles vectorielles**.

Les tuiles vectorielles ne contiennent aucun concept d'information géographique. Ils encodent des points, des lignes et des polygones sous **forme de paires x/y** par rapport au haut à gauche de la grille de manière droite vers le bas.

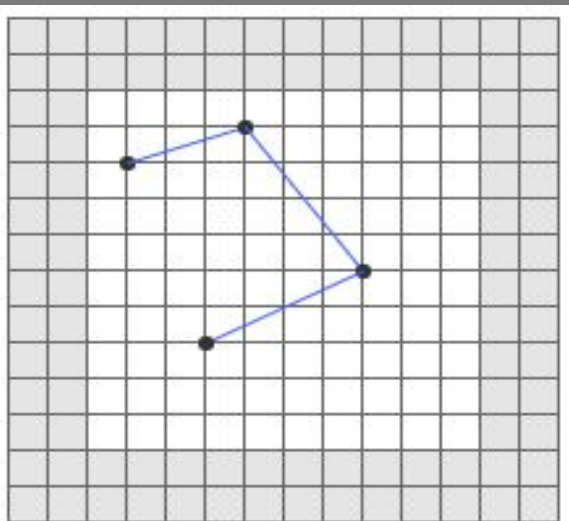


Les tuiles vectorielles

Encodage des géométries

Pour **encoder** des informations géographiques dans une tuile vectorielle, un outil doit convertir les coordonnées géographiques, telles que la **latitude et la longitude**, en **coordonnées de grille de tuiles vectorielles**.

Les tuiles vectorielles ne contiennent aucun concept d'information géographique. Ils encodent des points, des lignes et des polygones sous **forme de paires x/y** par rapport au haut à gauche de la grille de manière droite vers le bas.



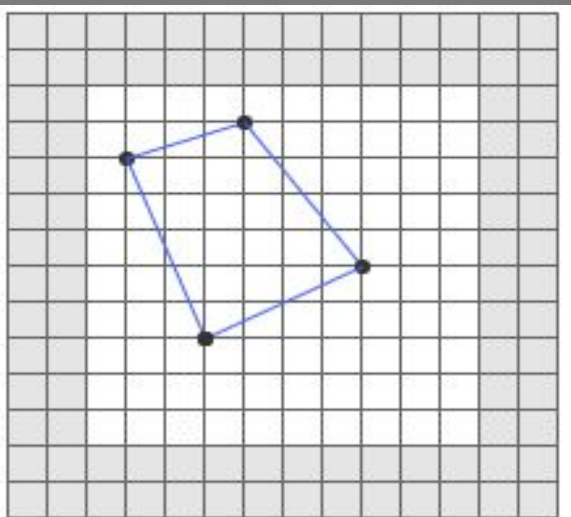
```
MoveTo(1,2)
LineTo(3,-1)
LineTo(3,4)
LineTo(-4,2)
```

Les tuiles vectorielles

Encodage des géométries

Pour **encoder** des informations géographiques dans une tuile vectorielle, un outil doit convertir les coordonnées géographiques, telles que la **latitude et la longitude**, en **coordonnées de grille de tuiles vectorielles**.

Les tuiles vectorielles ne contiennent aucun concept d'information géographique. Ils encodent des points, des lignes et des polygones sous **forme de paires x/y** par rapport au haut à gauche de la grille de manière droite vers le bas.



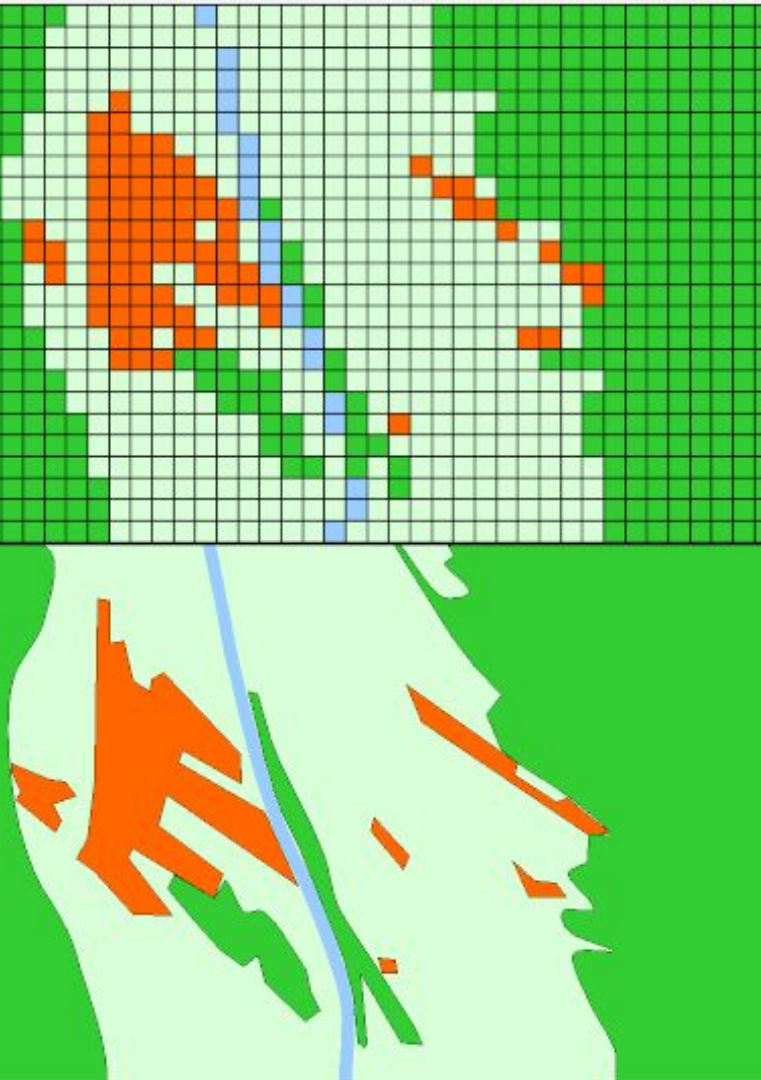
```
MoveTo(1,2)
LineTo(3,-1)
LineTo(3,4)
LineTo(-4,2)
ClosePath()
```




Les tuiles vectorielles

Avantages des tuiles vectorielles

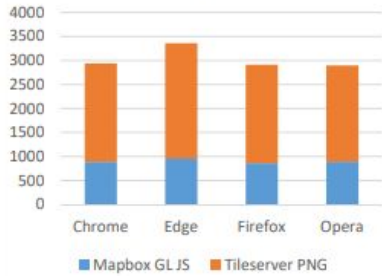
- **Qualité d'image élevée** lors du zoom et du déplacement
- **Chargement rapide** des données
- Capacité à **afficher** des données dynamiques en **temps réel**
- **Stylisation** à la volée
- **Interrogation** des données à la volée



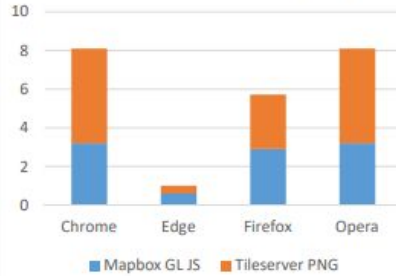
Quelles sont les différences avec les tuiles matricielles ?

- Le volume d'une tuile
- L'information stockée
- La simplification
- La résolution
- L'interactivité
- Données vivantes
- Style dynamique
- Temps de processing

Cross-browser testing
on loading time (ms)

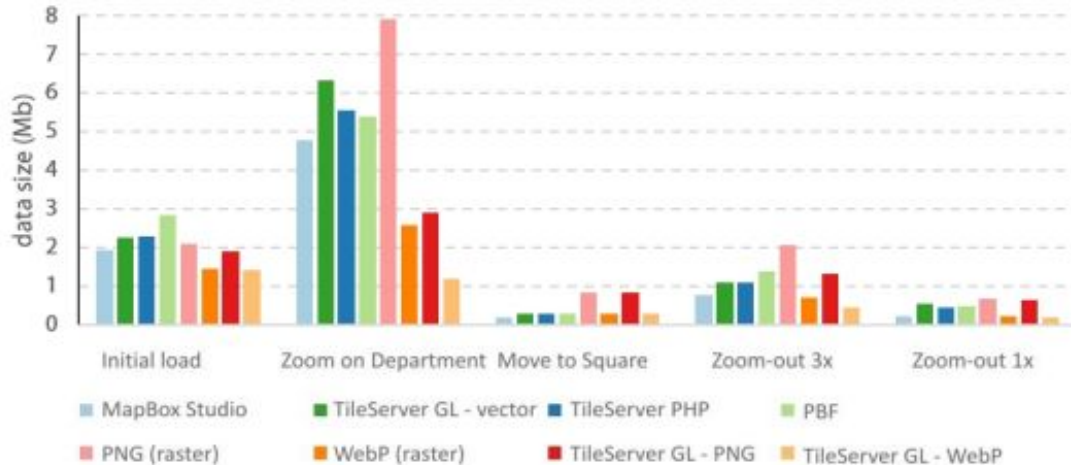


Cross-browser testing
on transferred data (MB)



3 x plus rapide à charger dans le web

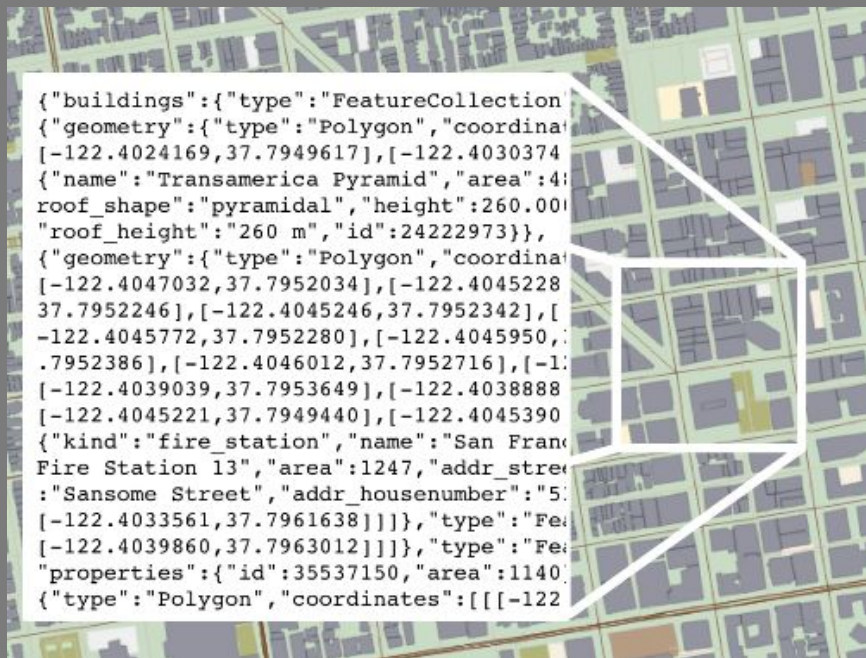
Size of downloaded data
fast Internet connection



25% à 50% plus léger

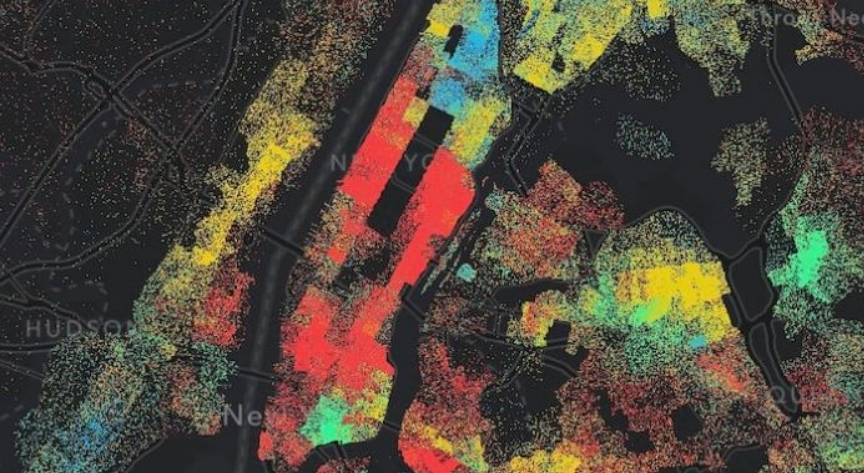
[Performance Testing on Vector vs. Raster Map Tiles—Comparative Study on Load Metrics](#)

Les tuiles vectorielles



L'information stockée

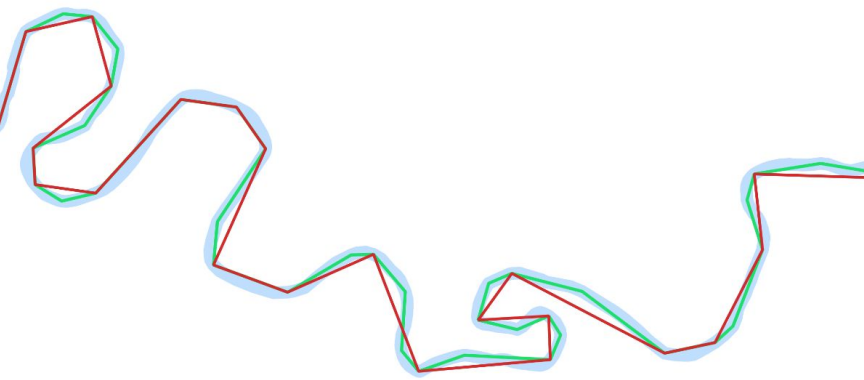
Les **propriétés** et la **géométrie** sont **stockées** sous forme de **protocole binaire** pour minimiser la taille mais aussi faciliter le traitement de l'information par l'ordinateur (bas niveau 0 et 1)



Les tuiles vectorielles

Simplification

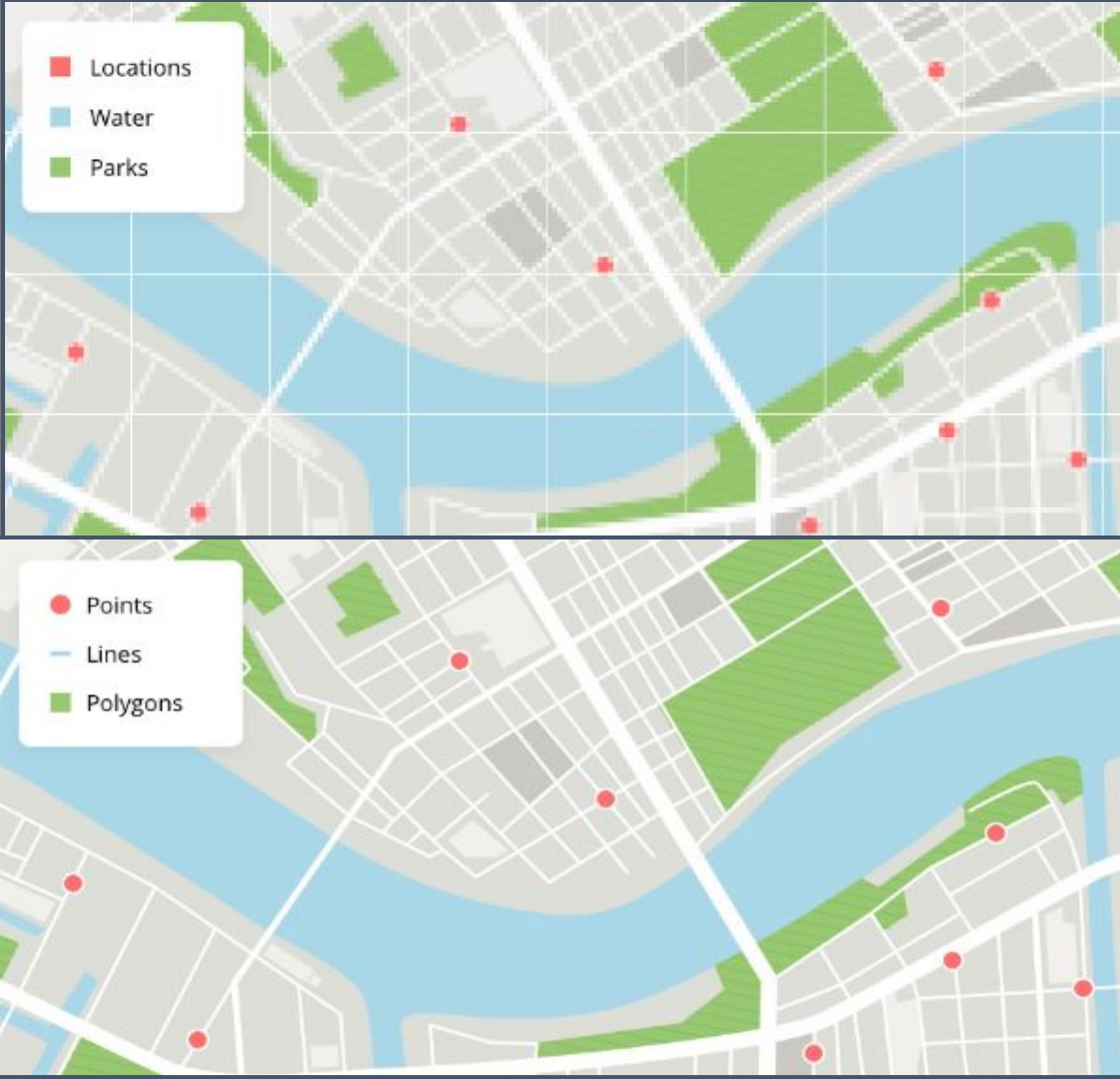
Une tuile pour ne pas être trop lourde, est simplifiée, allégée par la **réduction de la quantité de vertex** qu'elle contient.



Legend

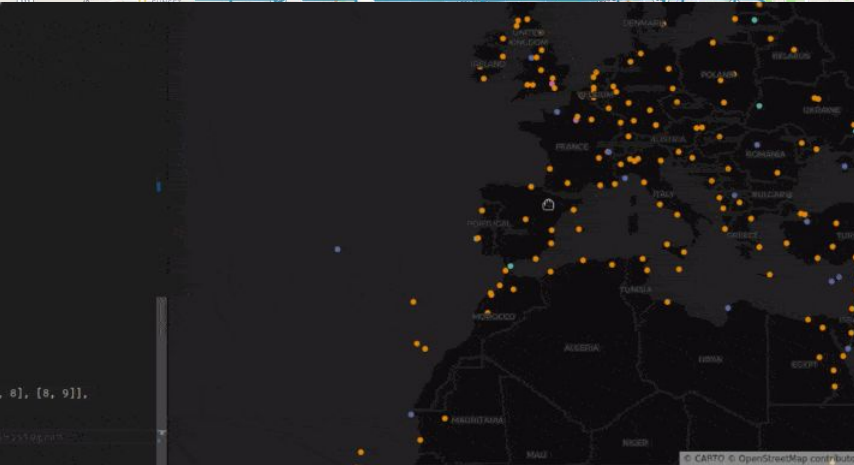
- 100m tolerance
- 50m tolerance
- Original

0 200 400 600 800 m

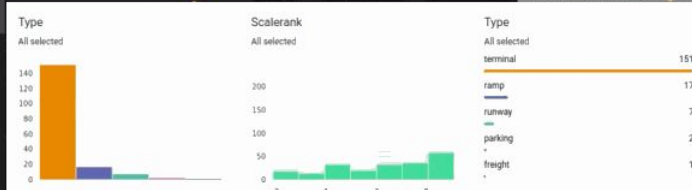


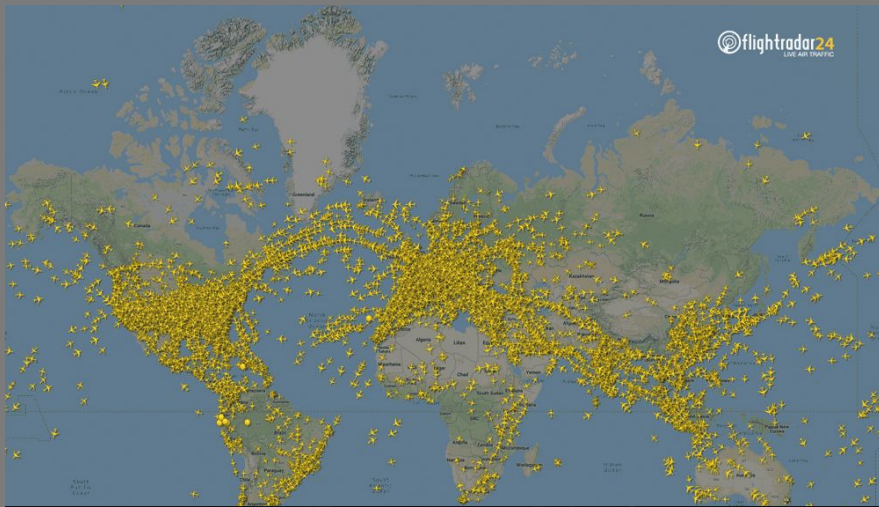
Résolution

- Interactivité
- Précision
- Tuilage



- Elle permet d'interroger les données en temps réel
- De Calculer des statistiques et faire des analyses spatiales en temps réel
- De filtrer les données sur demande
- Tout ça sans jamais avoir à interroger la base de données, tout est fait dans le client



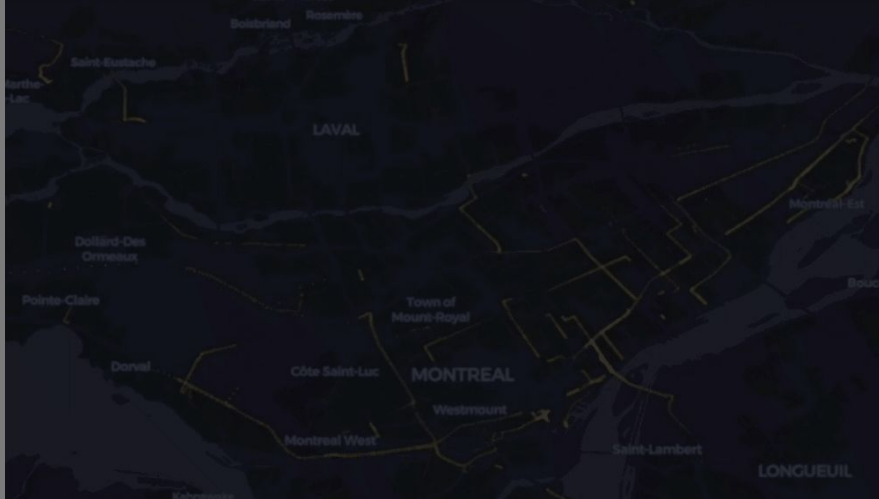


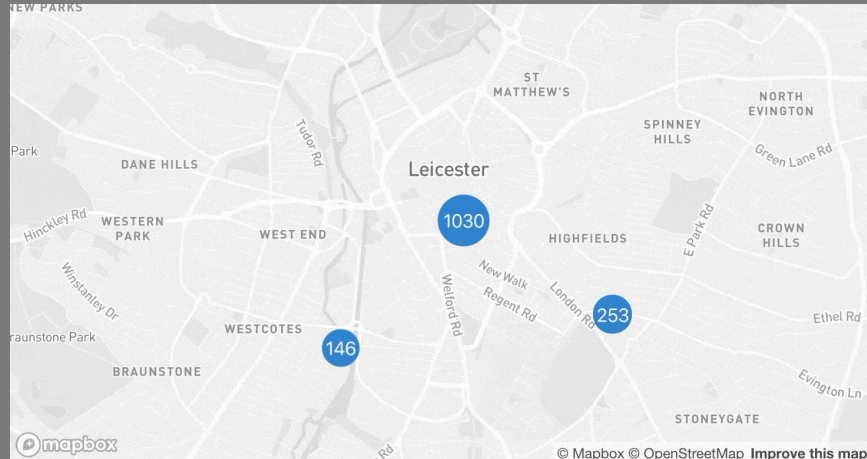
Données vivantes

Mise à jour des données avec
intervalles prédéfinies,

Seulement sur les tuiles demandées

Ca ne coute pas cher en terme de
réseau, de computing et d'affichage





Style dynamique

On peut faire évoluer le style en fonction du niveau de zoom

On peut changer le style sur demande

On peut appliquer un style en fonction des données qui se trouvent dans la tuile

Temps de processing

Tile creation process: Esri basemaps

- Entire world
 - ~ 8hrs on a desktop machine
 - Tiles ~ 13 GB
 - Multiple styles can use the same tiles
- Compared to raster for the entire world
 - ~ many weeks on a server cluster per map style
 - Tiles ~ 20 TB

Calculer tous les états (zoom+tuilage) pour une pyramide matricielle est beaucoup plus demandant que de calculer une pyramide de vecteurs



Les tuiles vectorielles

Désavantages des tuiles vectorielles

- Le **rendu** se produit **côté client**, ce qui peut créer des **problèmes de performances** sur les appareils lents
- **! Les vecteurs sont généralisés (c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas de données brutes), ils peuvent donc ne pas convenir à l'édition !**
- La norme OGC n'est pas encore complétée
- Encore certains produits ne supportent pas encore les VTs



Les tuiles vectorielles

Utilisations courantes des tuiles vectorielles

- Cartographie en ligne pour les applications web et mobiles
- Affichage de données géographiques en temps réel
- Outils d'analyse spatiale pour les entreprises et les gouvernements



Pause



Les tuiles vectorielles

Les outils

- **Parsers & Generators**
- **Clients**
- **Applications / Command line tools**
- **CLI Utilities**
- **Servers**
- **Low-level utilities**

[awesome implementations of the
Mapbox Vector Tile specification](#)



Les tuiles vectorielles

Les outils

- **Parsers & Generators**
- Clients
- Applications / Command line tools
- CLI Utilities
- Servers
- Low-level utilities

[awesome implementations of the
Mapbox Vector Tile specification](#)



Les tuiles vectorielles

Les outils

- Parsers & Generators
- **Clients**
- Applications / Command line tools
- CLI Utilities
- Servers
- Low-level utilities

[awesome implementations of the
Mapbox Vector Tile specification](#)

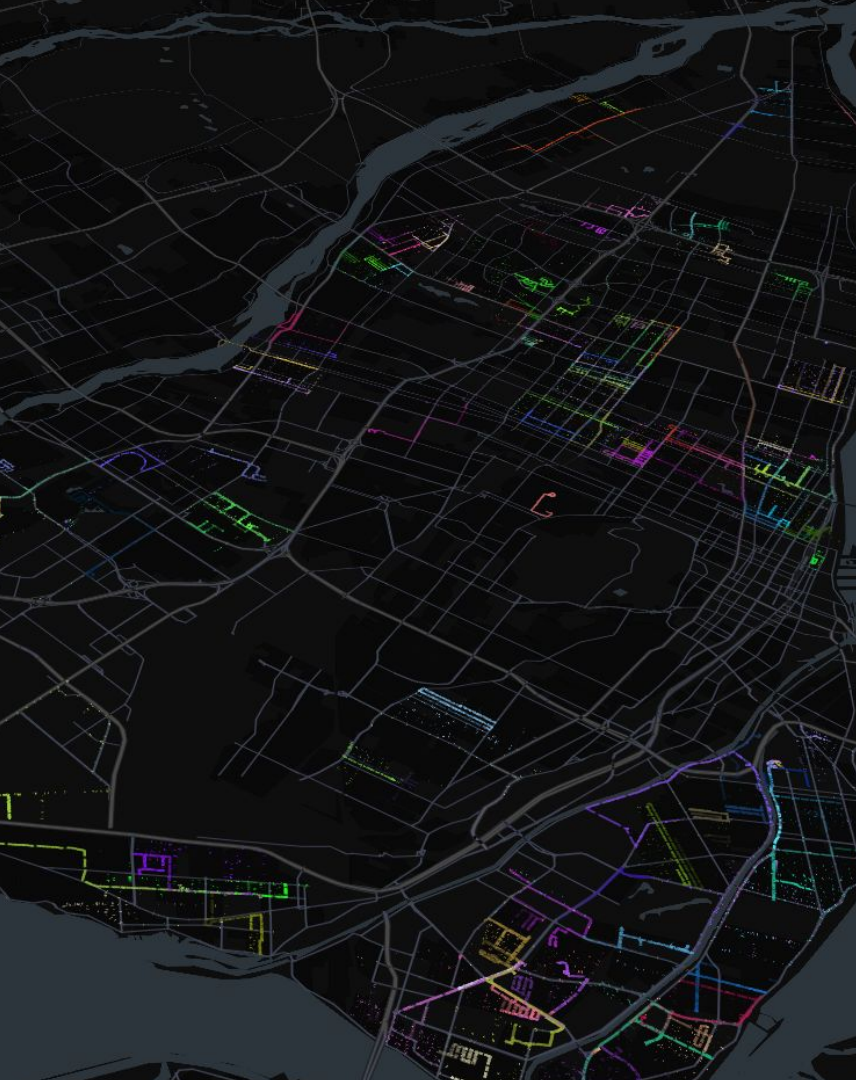


Les tuiles vectorielles

Les outils

- Parsers & Generators
- Clients
- **Applications / Command line tools**
- CLI Utilities
- Servers
- Low-level utilities

[awesome implementations of the
Mapbox Vector Tile specification](#)



Les tuiles vectorielles

Les outils

- Parsers & Generators
- Clients
- Applications / Command line tools
- **CLI Utilities**
- Servers
- Low-level utilities

[awesome implementations of the
Mapbox Vector Tile specification](#)



Les tuiles vectorielles

Les outils

- Parsers & Generators
- Clients
- Applications / Command line tools
- CLI Utilities
- **Servers**
- Low-level utilities

[awesome implementations of the
Mapbox Vector Tile specification](#)



Les tuiles vectorielles

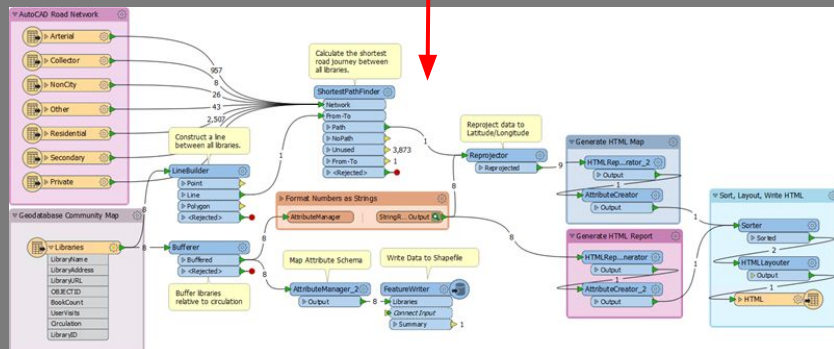
Les outils

- Parsers & Generators
- Clients
- Applications / Command line tools
- CLI Utilities
- Servers
- **Low-level utilities**

[awesome implementations of the
Mapbox Vector Tile specification](#)

Pause

Concept d'intégration de données vectorielles

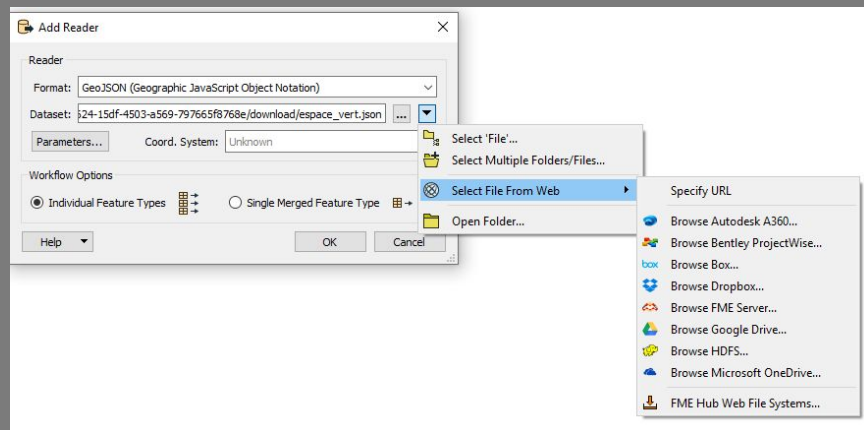


- # UQÀM



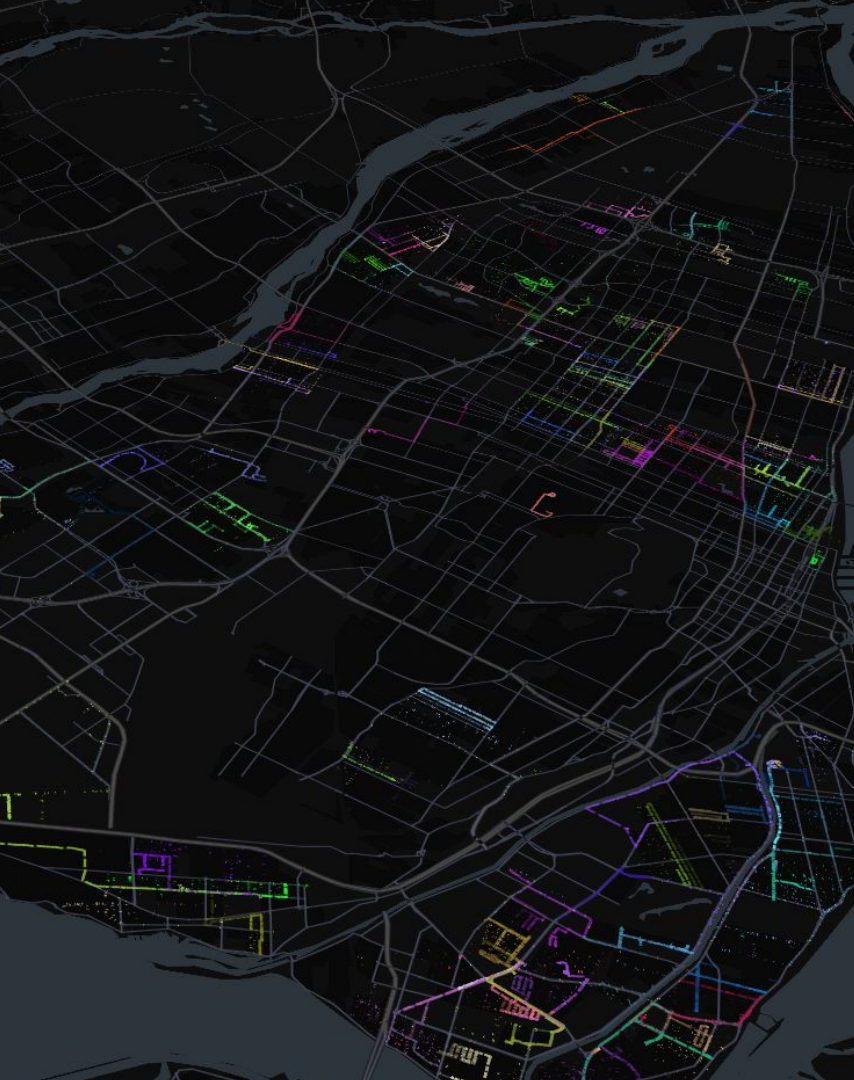
Concept d'intégration de données vectorielles

La collecte et la récupération des données



- Le paradigme a changé avant nous téléchargeons périodiquement les données dans des fichiers, maintenant on **se connecte directement à la source**
- Fini les fichiers et les versionnements, les téléchargements interminable et le stockage volumineux

[Switch from Shapefile](#)



Concept d'intégration de données vectorielles

La conversion des données dans un format compatible avec le système de gestion de données géographiques (SIG)

- On a maintenant les moyens de transformer presque tous les formats dans les 2 sens
- On doit **uniformiser et normaliser** les systèmes pour qu'ils puissent être tous interopérables
- **OGC** aide à normaliser les pratiques

[Open Geospatial Consortium](#)



Concept d'intégration de données vectorielles

La vérification et la validation des données

- L'étape la plus importante
- Crédibilité
- Véracité / Transparence
- Performance
- Précision
- Fiabilité



Concept d'intégration de données vectorielles

La mise en place de la persistance des données

- Centralisées à une seule place
- Capacité de gestion des permissions et des versions
- Disponibilité
- Mise à l'échelle
- Performant (grâce aux **index**)
- Répliqué
- Fiabilité

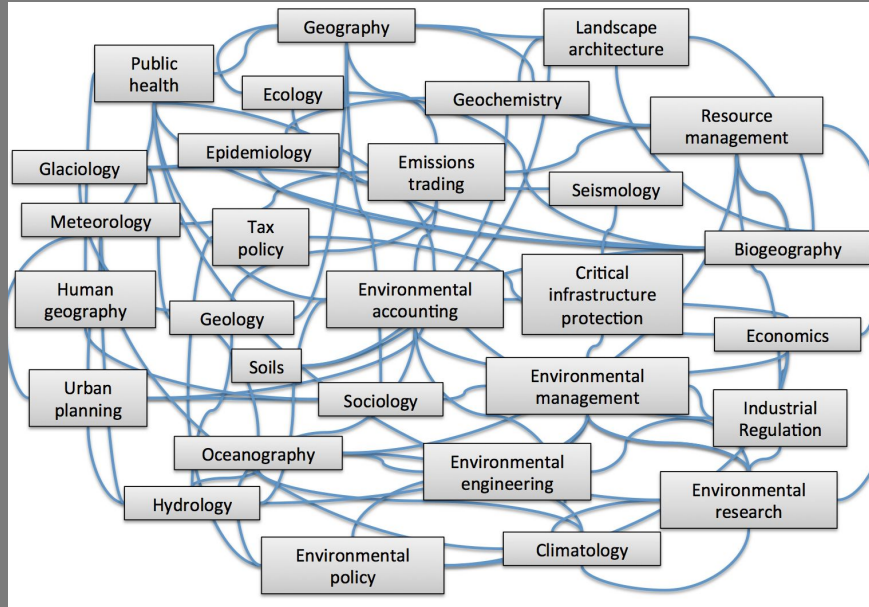


Concept d'intégration de données vectorielles

L'utilisation par la diffusion des données pour créer des cartes, des analyses spatiales, des visualisations et des modèles

- Diffusion en direct au plus proche de la donnée
- Transparence
- Ville intelligente
- Open source
- Crowdsourcing
- Découvrabilité accrue

Défis et enjeux de l'intégration



1. Hétérogénéité des données
2. Incohérence des données
3. Problèmes de méthodologie
4. Problèmes de performance
5. Problèmes de maintenance
6. Problème de sécurité
7. Problème de coût

Défis et enjeux de l'intégration



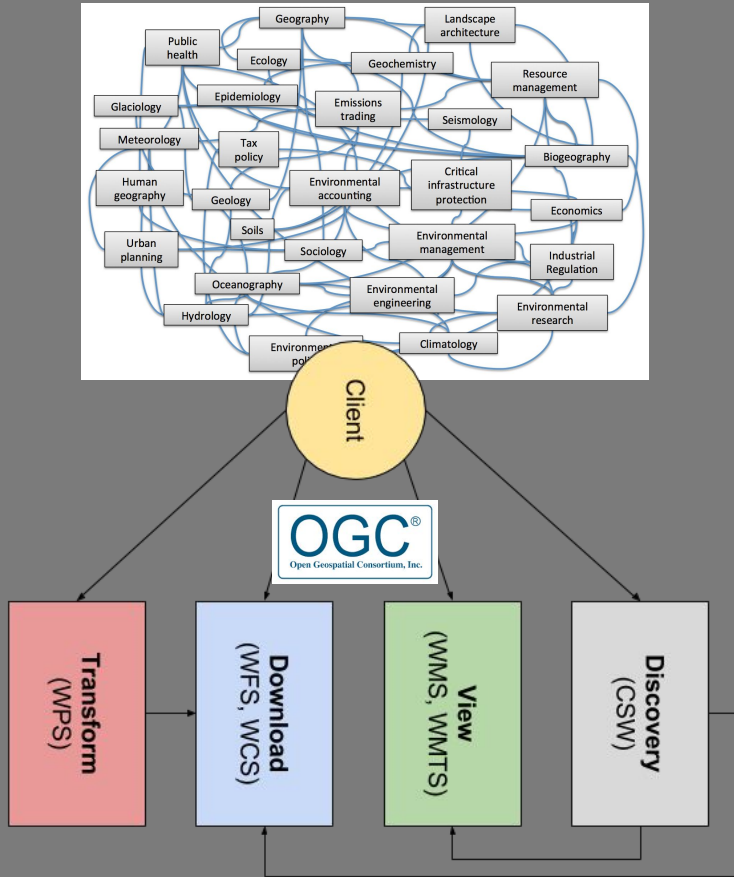
1. Hétérogénéité des données
2. Incohérence des données
3. Problèmes de méthodologie
4. Problèmes de performance
5. Problèmes de maintenance
6. Problème de sécurité
7. Problème de coût

Défis et enjeux de l'intégration

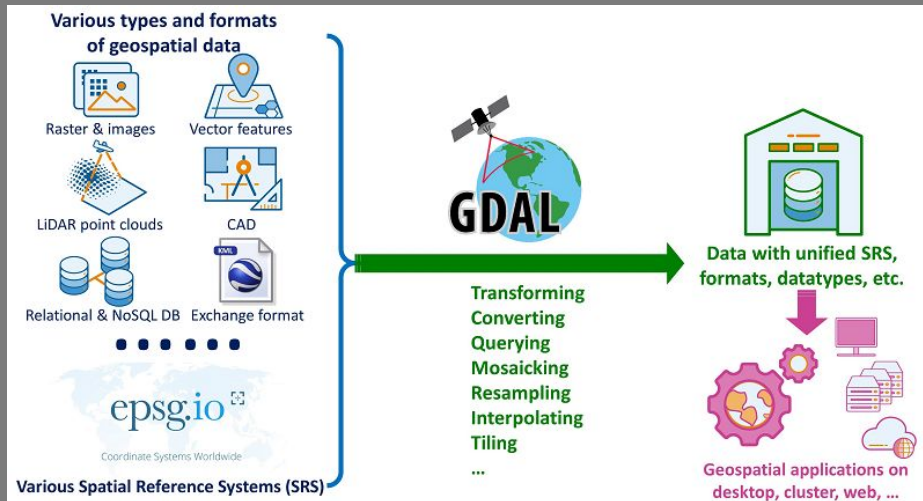
Hétérogénéité des données

Les données géographiques peuvent provenir de différentes sources, utiliser différents formats et avoir des niveaux de qualité variables. Il peut être difficile de les intégrer de manière cohérente dans un SIG.

C'est pourquoi il faut **normaliser les pratiques**, **centraliser l'intégration** et **utiliser des standards de type OGC**



Défis et enjeux de l'intégration



Hétérogénéité des données

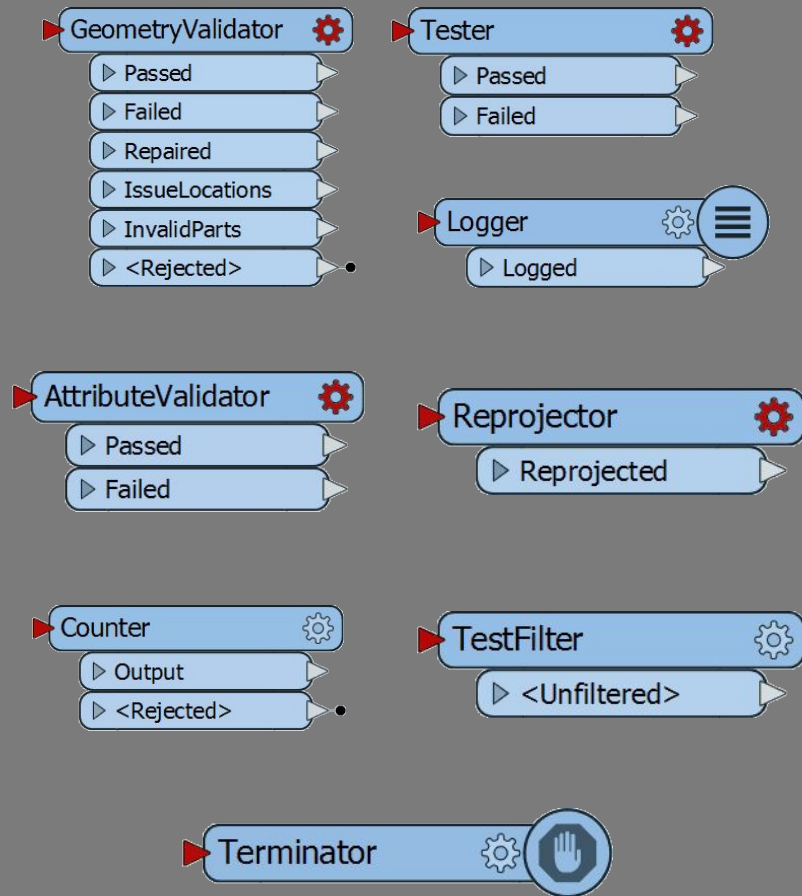
Des outils comme FME, ou les bibliothèques GDAL/OGR, GRASS ... permettent de nous assurer de rendre les données homogènes intrinsèquement mais aussi pour les systèmes, afin de les rendre cohérentes.

[GDAL/OGR - OSGeo](#)

[GDAL](#)

[Software using GDAL](#)

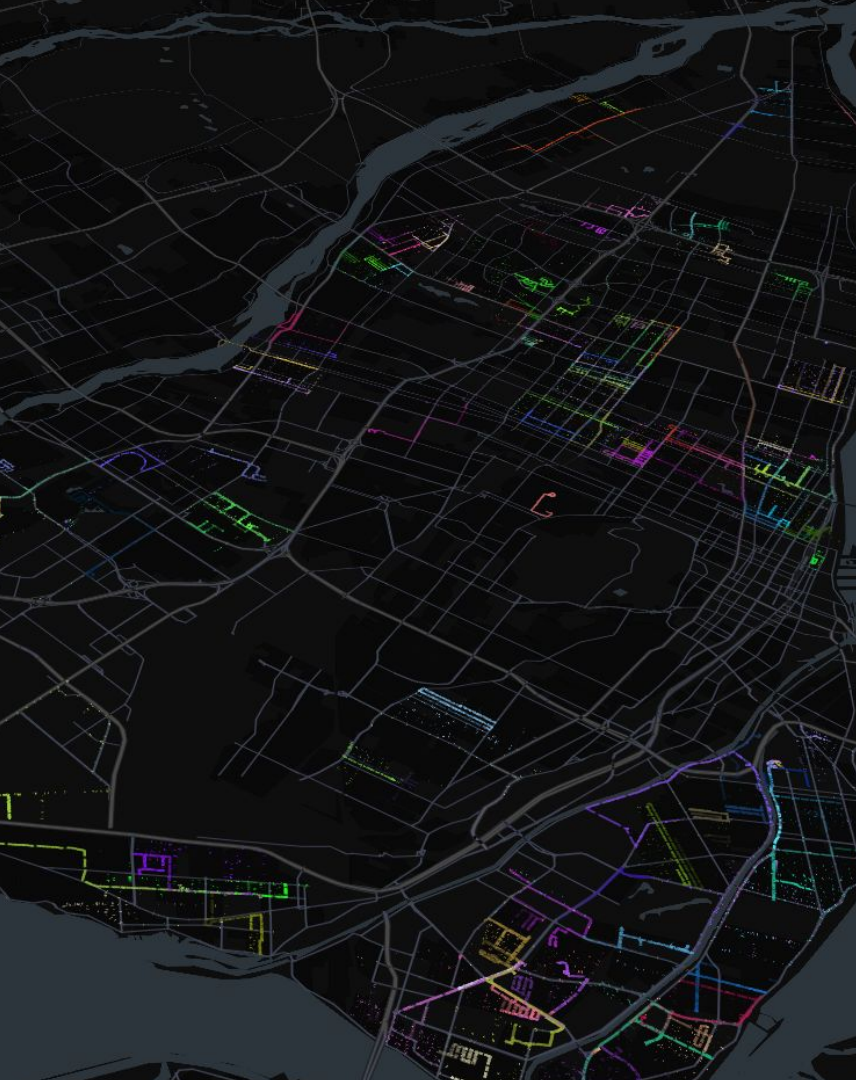
Défis et enjeux de l'intégration



Incohérence des données

Les données géographiques peuvent contenir des incohérences, comme des erreurs, des redondances ou des incohérences dans les attributs. Il peut être difficile de détecter et de corriger ces incohérences avant de les intégrer dans un SIG.

C'est pour ça qu'il faut toujours faire des **itérations de reconnaissances**, analyses des jeux de données, en sortant des **statistiques**, ou en créant des boucle de validation d'assurance qualité

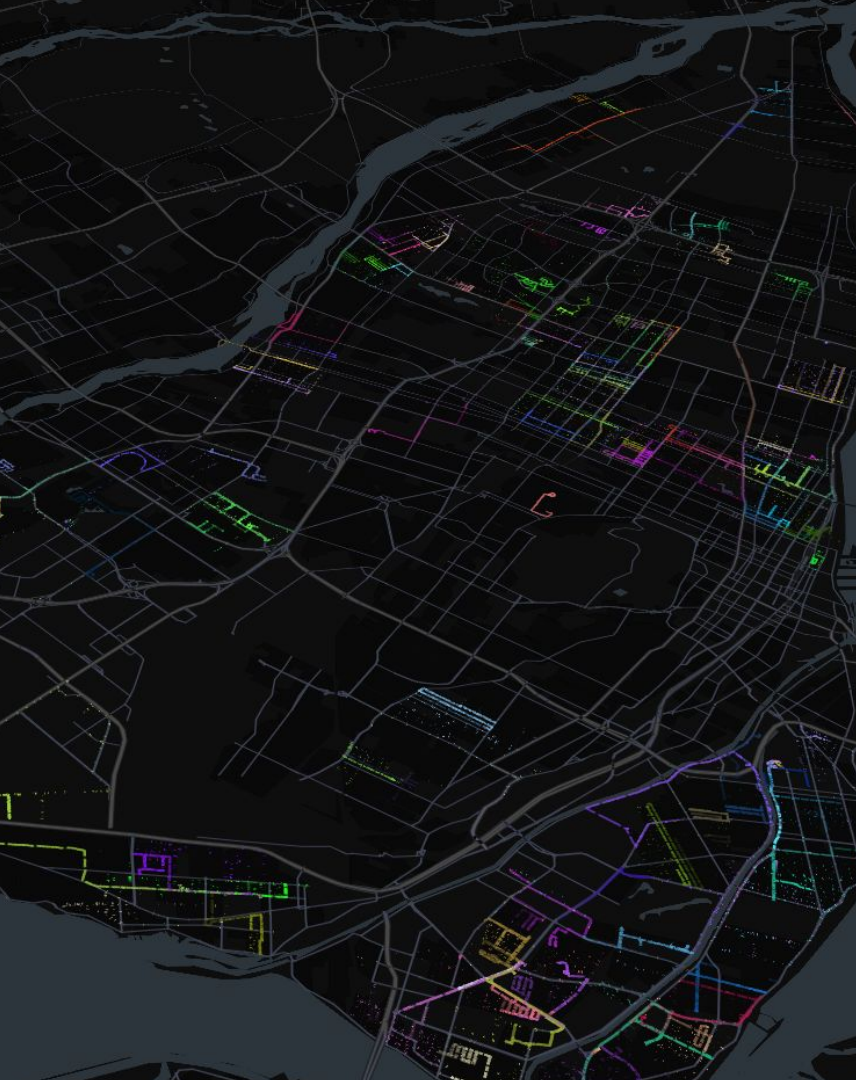


Défis et enjeux de l'intégration

Problèmes de méthodologie

Il peut être difficile de définir une méthodologie d'intégration de données qui convient à tous les types de données géographiques et qui est adaptée aux besoins de l'application.

Néanmoins le paradigme méthodologique a changé et on peut désormais faire confiance à des outils d'intégration qui nous permettent d'**uniformiser** la méthode d'intégration, ou du moins de la **centraliser** et de la **documenter**.



Défis et enjeux de l'intégration

Problèmes de performance

L'intégration de grandes quantités de données géographiques peut entraîner des **problèmes de performance** dans un SIG, notamment **des temps de chargement et de traitement plus longs**.

Encore une fois, le paradigme a changé et nos **méthodes de centralisation, de stockage, d'indexation et de diffusion sont devenus très performantes** (pratique DevOps)



Défis et enjeux de l'intégration

Problèmes de maintenance

Une fois les données intégrées dans un SIG, il peut être difficile de les maintenir à jour et de les synchroniser avec les données d'origine

C'est pourquoi il faut centraliser l'information et mettre des "gatekeepers" (gardiens) dans les systèmes. **Logger** le plus possible les endroits problématiques et mettre des **déclencheurs d'alerte**



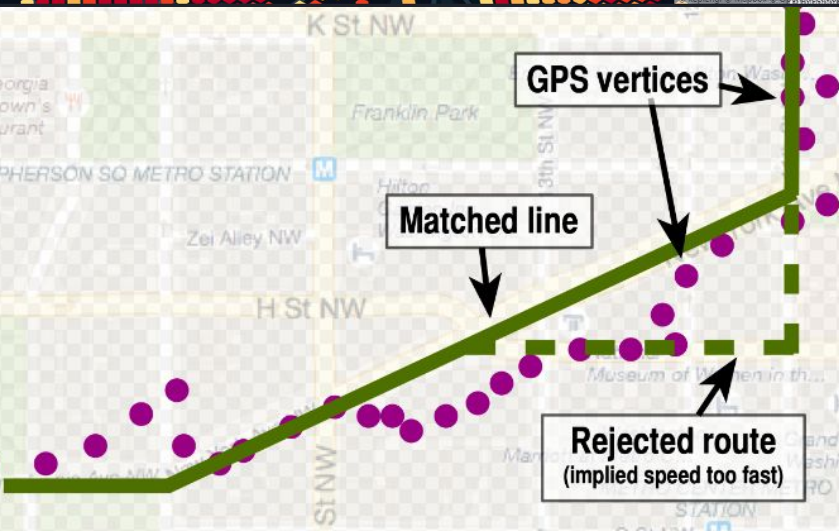
Défis et enjeux de l'intégration

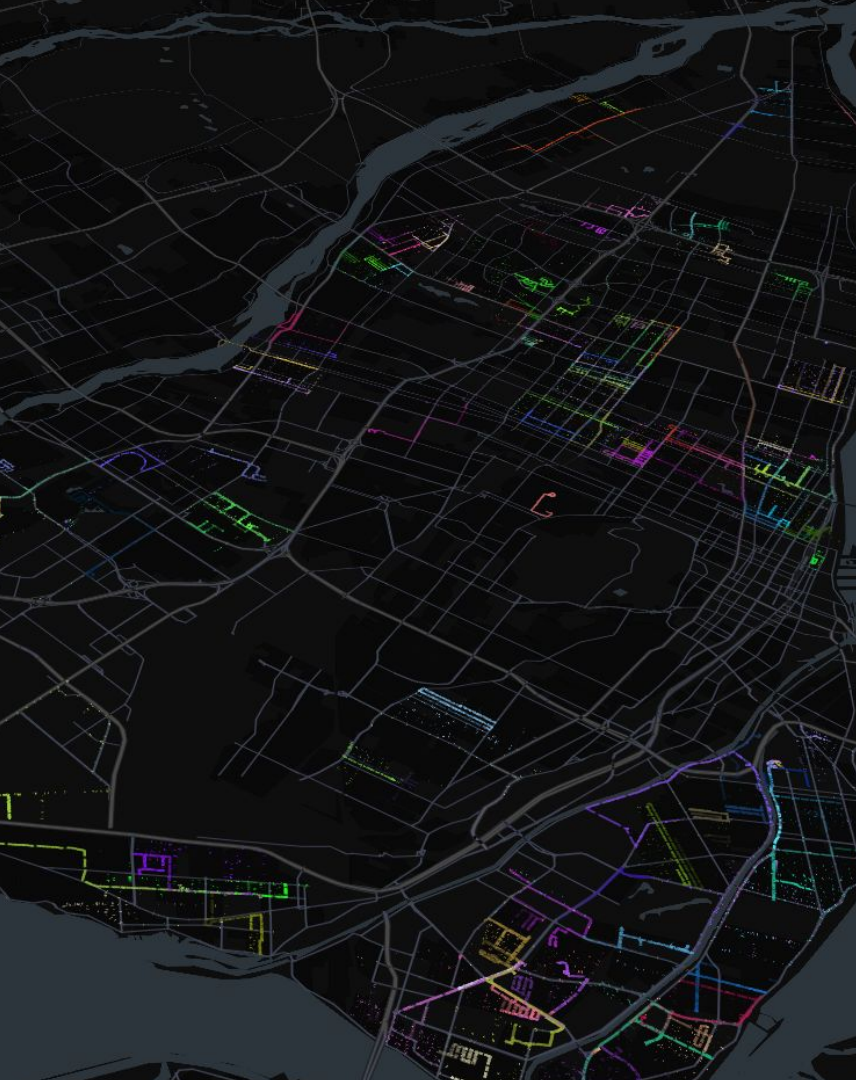
Problème de sécurité

Les données géographiques peuvent contenir des informations sensibles qui nécessitent une protection spécifique, pour éviter les fuites ou les abus.

Anonymiser les données :

- Simplifier les géométrie
- Fusionner/ agréger des données
- Indexer les données
- Map matching





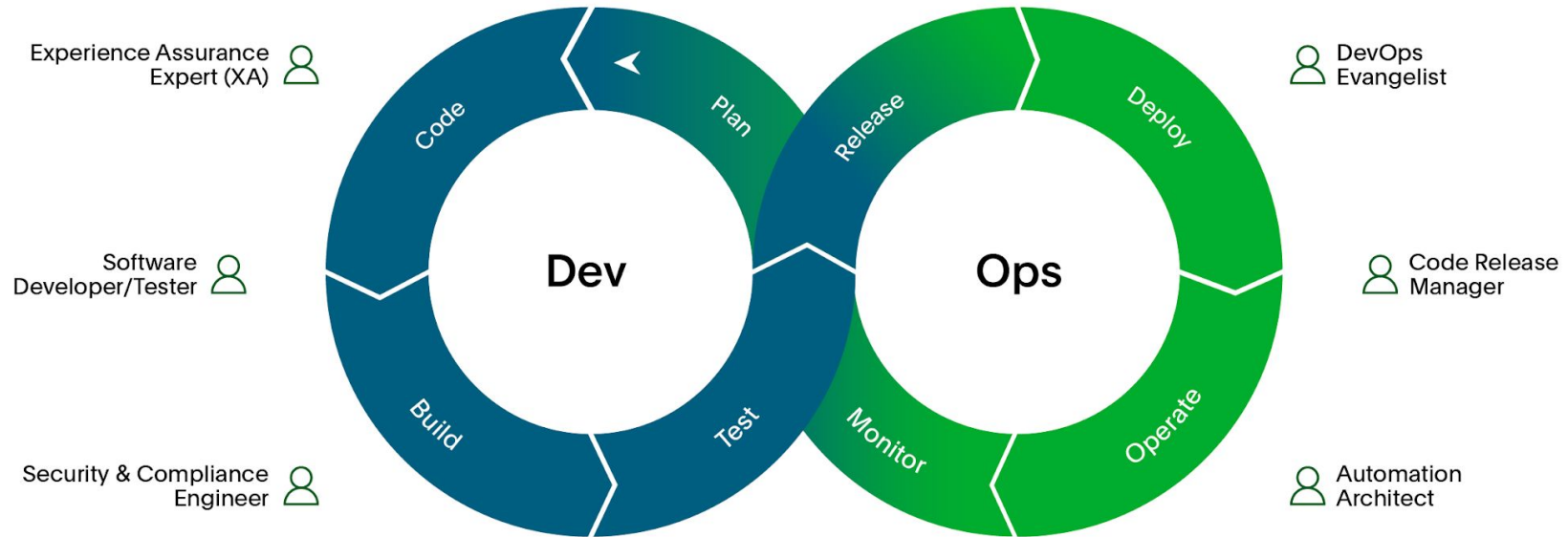
Défis et enjeux de l'intégration

Problème de coût

L'intégration de données géographiques peut être coûteuse en termes de **personnel**, de matériel et de logiciels.

Pratique DevOps GIS

6 essential DevOps roles





Les tendances et les développements futurs

- DevOps
- Savoir réfléchir et mettre en place l'**architecture complète** d'intégration et de visualisation
- 3D et Lidar sont compatibles avec les VTs
- **Ne plus utiliser de fichiers, avec un processus d'intégration automatisé**
- Automatisation du déploiement
- Automatisation de réplication ETL
- **Documentation et tests = moins d'efforts et moins de maintenance**