

L'Insee et les données satellites : premiers contacts

Vincent Loonjs, Vianney Costemalle

Division des méthodes et référentiels géographiques
Insee

Ined, Paris, 25 septembre 2019



Plan

Introduction

Quelles données satellites utiliser ?

Deux exemples d'application

Outline

Introduction

Quelles données satellites utiliser ?

Deux exemples d'application

Les données satellites et la statistique publique

Des données utiles pour

- ▶ Le suivi des Objectifs de Développement Durable (ODD),
- ▶ Rendre plus efficents certains processus de production statistique,

Des investissements encouragés par

- ▶ L'ONU :
 - ▶ Earth Observations for Official Statistics, rapport du groupe Satellite Imagery and Geospatial Data Task Team
 - ▶ Mise en place d'infrastructure de tests
- ▶ Eurostat
 - ▶ ESSnet Big Data

Les ODD et la géographie



Figure: 17 objectifs, 169 cibles pour 2030, 232 indicateurs

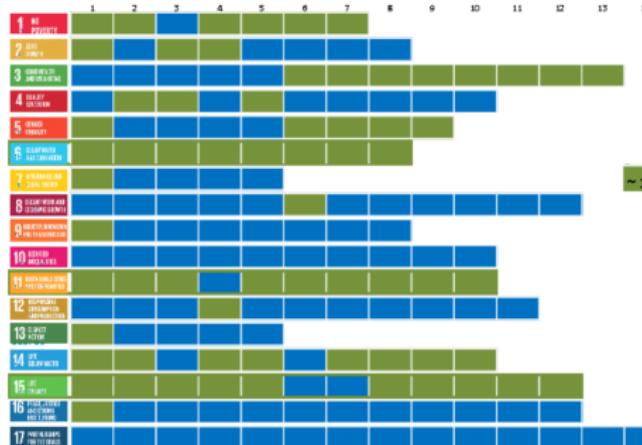


Figure: $\frac{1}{3}$ des indicateurs nécessite de l'information géographique

Les ODD et les données satellites

- ▶ Des données satellites pour suivre la réalisation des ODD :
 - ▶ suivi de la qualité de l'air et de l'eau, cartographie de l'utilisation des terres,
 - ▶ cartographie et suivi de l'évolution des forêts :
 - ▶ cartographie et suivi du bâti et de l'habitat urbain ;
- ▶ Des données satellites pour assurer la comparabilité internationale des résultats
 - ▶ Avoir une définition commune de la *ville* dans des pays aux systèmes d'information géographique dont la qualité est variable.

Des données satellites pour améliorer l'efficience des processus de production

- ▶ Pour le recensement,
 - ▶ Aux USA pour mettre à jour les listes d'adresses et repérer les nouvelles constructions,
 - ▶ En France, partenariat entre Insee Guyane et l'ONF pour mettre à jour le RIL
 - ▶ Outil de validation pour la mise à jour des futures *unités urbaines*,
- ▶ Pour la statistique agricole
 - ▶ Remplacer des observations terrain par des analyses d'images satellite dans le cadre de l'enquête Teruti Lucas.

Les données satellites et l'Insee

- ▶ Une première expérience pour se faire la main autour d'un sujet bien balisé : les îlots de chaleur.
- ▶ Un investissement autour d'un indicateur ODD *orphelin* le 11.7.1.

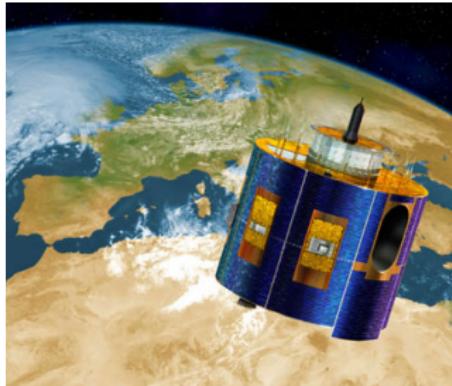
Outline

Introduction

Quelles données satellites utiliser ?

Deux exemples d'application

De nombreux satellites dans le ciel



- ▶ 2000 satellites en orbite (États-Unis : 900, Chine : 300, Russie : 150, Japon : 80, Inde : 60, ESA : 50)
- ▶ 750 satellites pour l'observation de la terre (commercial : 350, gouvernement : 200, militaire : 150)
- ▶ 6 ans de durée de vie en moyenne (tous les satellites ne sont pas actifs)
- ▶ hélosynchrone ou non

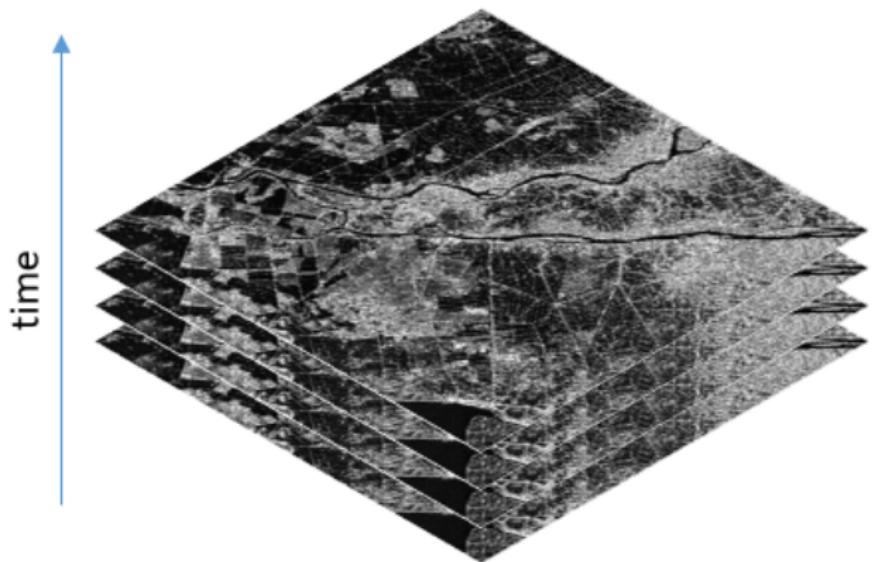
Caractéristiques des images satellites



- ▶ **résolution** (1 pixel de l'image = combien de mètre au sol ?) [de quelques cm à quelques km]
- ▶ **fréquence** (au bout de combien de temps le satellite repasse au-dessus du même point ?)
- ▶ **longueurs d'onde** (bandes spectrales) - visible, infrarouge, radio
- ▶ **source de l'émission** - optique (soleil), radar (radio), lidar (laser)
- ▶ **fauchée** (WorldView3 : 13km, Sentinel 2 : 290 km)
- ▶ **couverture géographique**

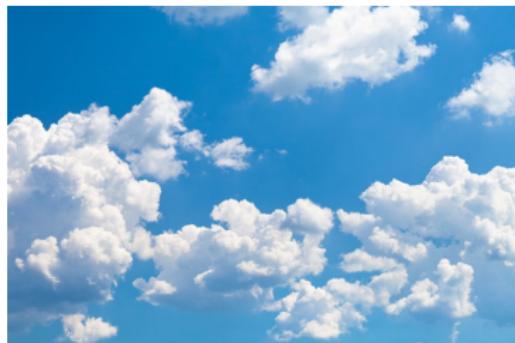
Des séries temporelles d'images

Les données satellites sont des données spatio-temporelles à plusieurs dimensions (bandes spectrales).



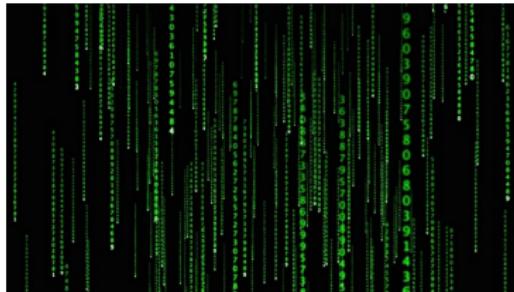
$2 \text{ (espace)} + 1 \text{ (temps)} + 12 \text{ (bandes spectrales [Sentinel 2])} = \text{tableau}$
15 dimensions !

Les perturbations



- ▶ émission d'ondes par d'autres objets que la surface terrestre (produits dans l'atmosphère, refléchissement des rayons du soleil)
 - **nuages** et ombre des nuages
 - **aérosols** (perturbations atmosphériques)
 - **diffusion**
- ▶ incertitude sur la position des **capteurs**

Les traitements



- ▶ orthorectification
- ▶ corrections atmosphériques
- ▶ masques - nuages, ombres, neige

Chaînes de traitements connues :

- Maja, MACCS, SIGMA

Différents niveaux des produits :

- L0, L1 (1A, 1B, 1C), L2, L3

Images actuelles et gratuites

► Landsat 8 :

- depuis 2013
- res. = 30m (ou 60m pour la bande thermique)
- freq. = 16 jours
- heure de passage = 10h00
- fauchée = 185 km
- couverture = toute la planète
- bandes = visible + proche IR + moyen IR

► Sentinel 2 (2A et 2B) :

- depuis 2015
- res. = 10m ou 20m selon les bandes spectrales
- freq. = 5 jours
- heure de passage = 10h30
- fauchée = 290 km
- couverture = toute la planète
- bandes = visible + proche IR

Outline

Introduction

Quelles données satellites utiliser ?

Deux exemples d'application

Les îlots de chaleur urbains

- ▶ Images Landsat8 en **infra-rouge** pour inférer la température
- ▶ **9 villes** : Paris, Lyon, Marseille, Strasbourg, Nantes, Rennes, Lille, Toulouse, Bordeaux
- ▶ **indicateur d'intensité de l'ICU** : différence des températures moyennes entre l'*unité urbaine* et la couronne périphérique

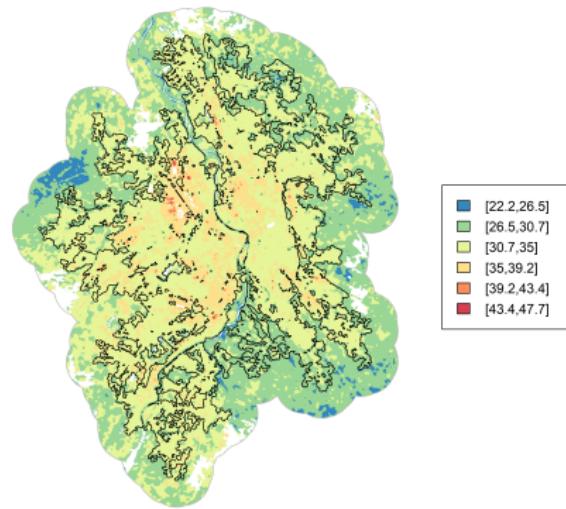


Figure: Températures en haut de l'atmosphère pour l'unité urbaine de Toulouse.
Les pixels blancs correspondent aux nuages.

Les îlots de chaleur urbains

- ▶ Images Landsat8 en **infra-rouge** pour inférer la température
- ▶ **9 villes** : Paris, Lyon, Marseille, Strasbourg, Nantes, Rennes, Lille, Toulouse, Bordeaux
- ▶ **indicateur d'intensité de l'ICU** : différence des températures moyennes entre l'*unité urbaine* et la couronne périphérique

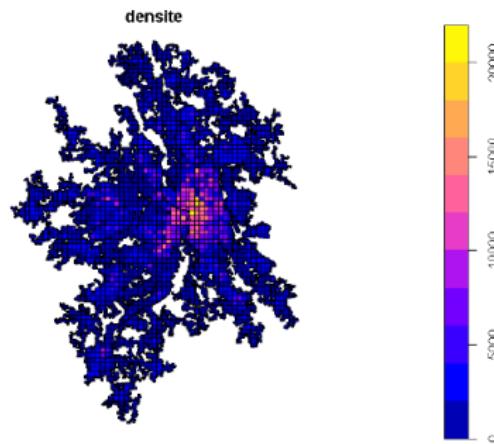


Figure: Densité de population par km pour l'unité urbaine de Toulouse.

Les îlots de chaleur urbains

Intensité ICU, bande 10 Landsat 8, mois été 2017

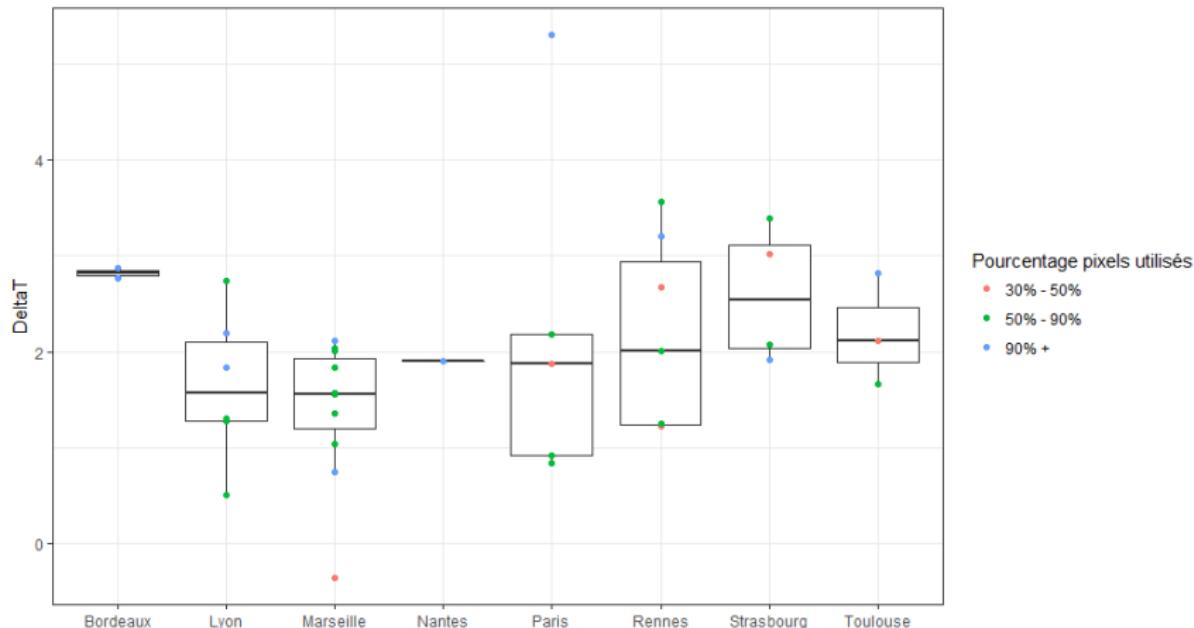


Figure: Différences de température entre l'unité urbaine et la couronne périphérique. Chaque point correspond à une date d'acquisition différente.

L'indicateur de développement durable 11.7.1

- ▶ cible 7 : "D'ici à 2030, assurer l'accès de tous, en particulier des femmes et des enfants, des personnes âgées et des personnes handicapées, à des espaces verts et des espaces publics sûrs"
- ▶ indicateur 11.7.1 : "Proportion moyenne de la **surface urbaine construite** consacrée à des **espaces publics**, par sexe, âge et situation au regard du handicap"
- ▶ en plus : proportion de la population située à moins de 400m de ces espaces publics

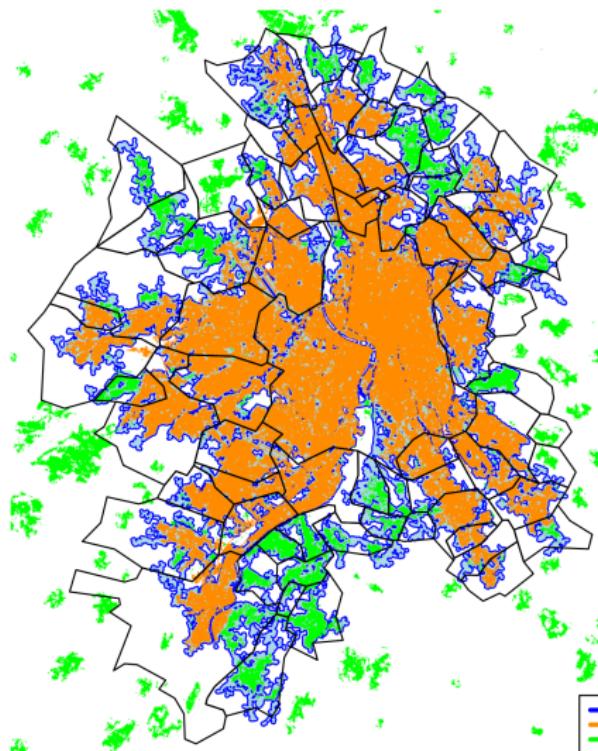
Surface urbaine construite

On cherche une zone présentant une **continuité de bâti** et ayant une **densité de bâti suffisante**.

- Étape 1 : déterminer les pixels correspondant à du bâti
- Étape 2 : pour chaque pixel bâti, calculer la densité de bâti dans un disque d'1km (500m de rayon)
- Étape 3 : ne garder que les pixels dont la densité est $> 25\%$
- Étape 4 : regrouper ces pixels en **clusters** selon leur contiguïté géographique

Surface urbaine construite

Toulouse – tache principale



Espaces publics ouverts

Espaces publics: tous les espaces publics librement accessibles et utilisables par tous sans motivation de profit

- ▶ rues
- ▶ espaces verts publics
- ▶ parcs, squares, places, parvis, etc.

Les données disponibles en France :

- ▶ BDTopo (IGN)
- ▶ Open Street Map
- ▶ Parcelles cadastrales
- ▶ Images satellites (Sentinel 2)

Exemple de Montrouge

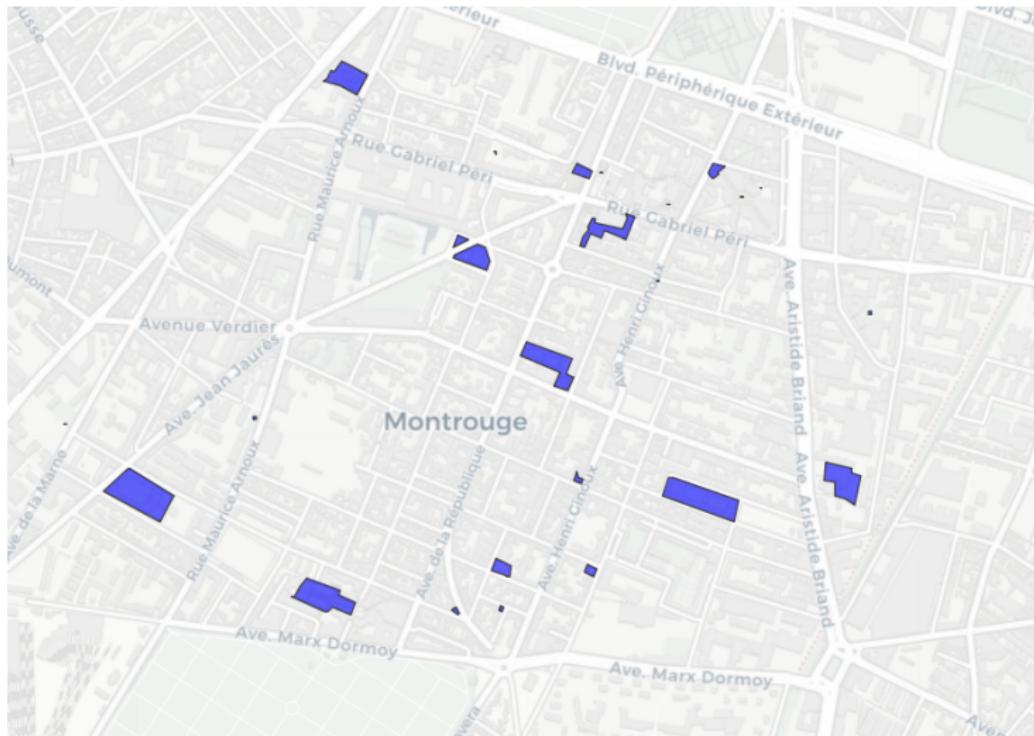


Figure: BDTopo

Exemple de Montrouge

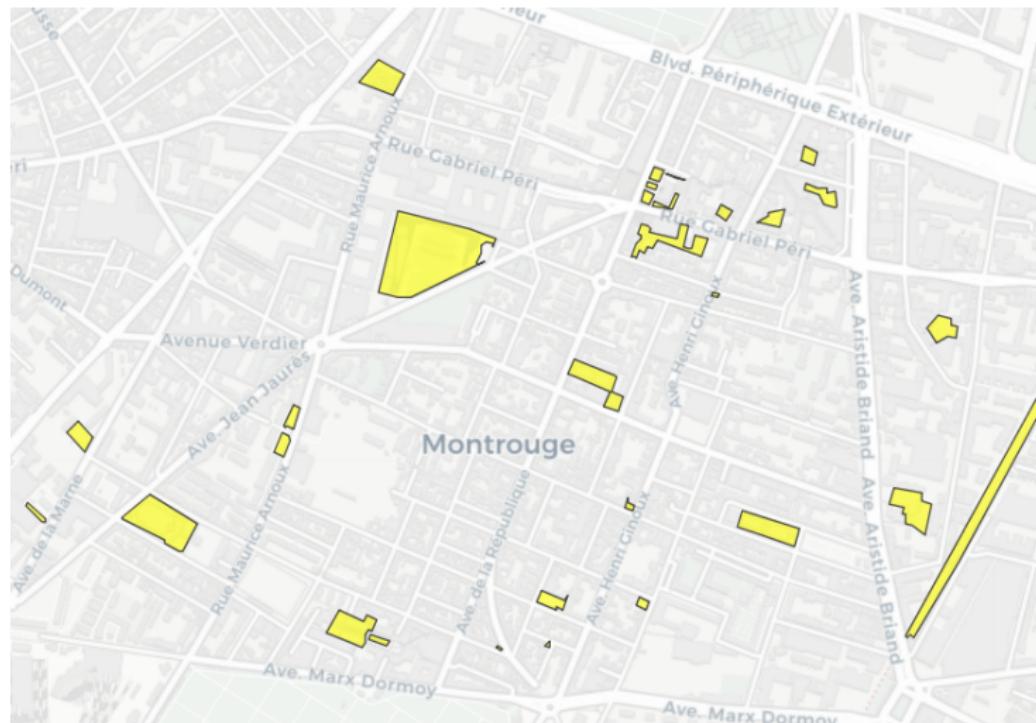


Figure: Open Street Map

Exemple de Montrouge



Figure: NDVI d'une image Sentinel 2

Questions ?!

