



HAL
open science

Caractérisation des favelas par imagerie satellitaire pour un meilleur suivi sanitaire des populations

Youssef Fouzai, Laurent Demagistri, Claire Teillet, Thibault Catry, Cyril Bernard, Benjamin Pillot, Paulo Peiter, Emmanuel Roux, Nadine Dessay, Renata Gracie

► To cite this version:

Youssef Fouzai, Laurent Demagistri, Claire Teillet, Thibault Catry, Cyril Bernard, et al.. Caractérisation des favelas par imagerie satellitaire pour un meilleur suivi sanitaire des populations. TEMU, Feb 2023, Montpellier, France. hal-04493806

HAL Id: hal-04493806

<https://hal.science/hal-04493806>

Submitted on 13 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Caractérisation des favelas par imagerie satellitaire pour un meilleur suivi sanitaire des populations

Y. Fouzai, L. Demagistri, C. Teillet, T. Catry, C. Bernard, B. Pilot, P. Peiter, E. Roux, R. Gracie, N. Dessay

1. Contexte

Au Brésil, l'expansion et la densification urbaine, ainsi que la concentration de populations vivant dans des conditions de vie difficiles et précaires sont des questions majeures.

D'après le recensement de 2020 le pays compte 13351 favelas (IBGE). La détection et la prise en charge des problèmes de santé, ainsi que l'évaluation de la situation épidémiologique restent difficiles : sur-occupation des logements, absence de recensement de la population, manque d'assainissement, accès aux soins insuffisants, peu d'informations fiables sur le nombre de cas (malades)...

Du fait de l'absence de plan d'aménagement et de leur constante évolution, les favelas présentent une grande hétérogénéité de types et d'organisations du bâti, de contextes environnementaux, et socio-démographiques.

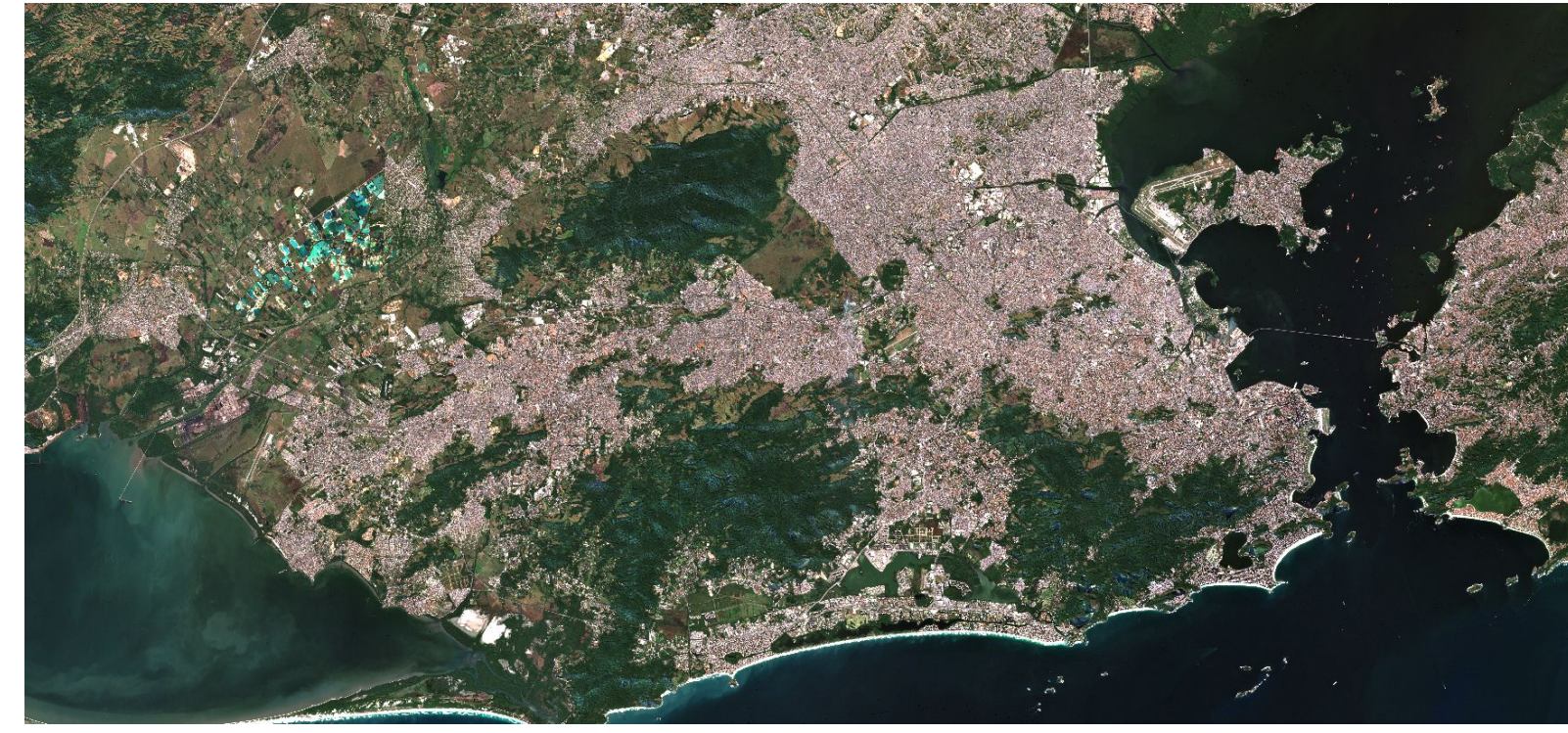
2. Objectifs

- Cartographier l'extension des quartiers informels et leur **dynamique spatio-temporelle**
- Dégager une **typologie de ces quartiers** en lien avec les **données démographiques et épidémiologiques** disponibles

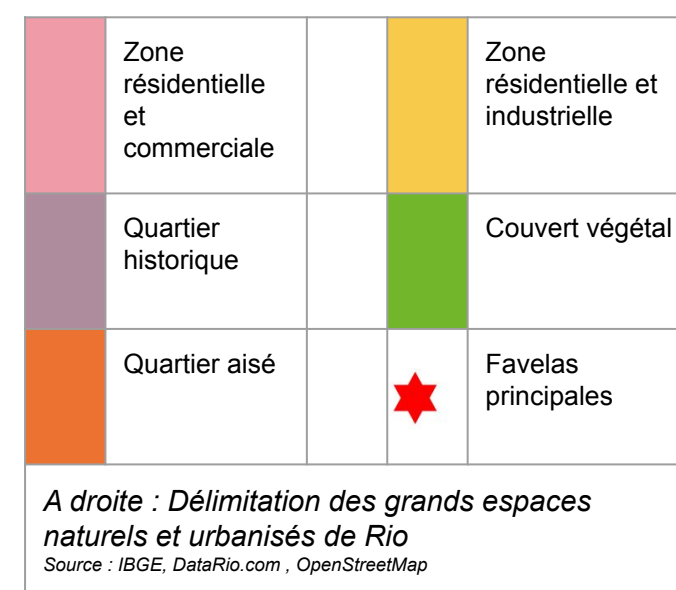
3. Sites d'étude et données

Sites d'étude correspondant à des zones géographiques cibles de nos projets de recherche (Rio, Brasilia, Macapa, etc.). Utilisation de données satellites Haute Résolution (Landsat, Sentinel) et Très Haute Résolution (Pléiades, SPOT 6/7).

Rio de Janeiro



Composition colorée image Sentinel 2



A droite : Délimitation des grands espaces naturels et urbanisés de Rio

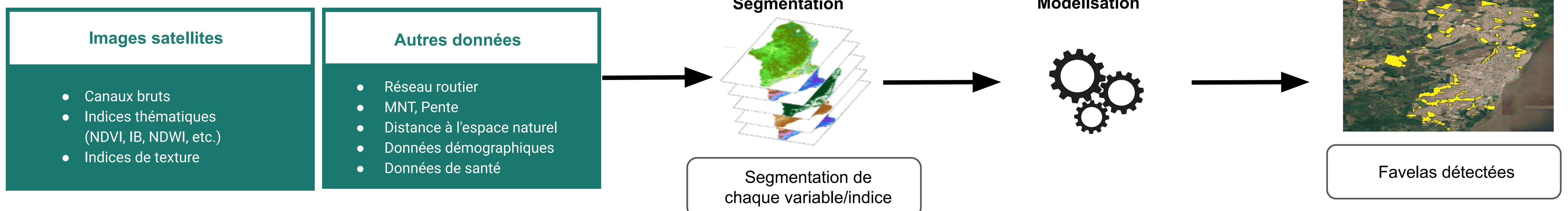
Macapa



Canal panchromatique Pléiades : zone Nord

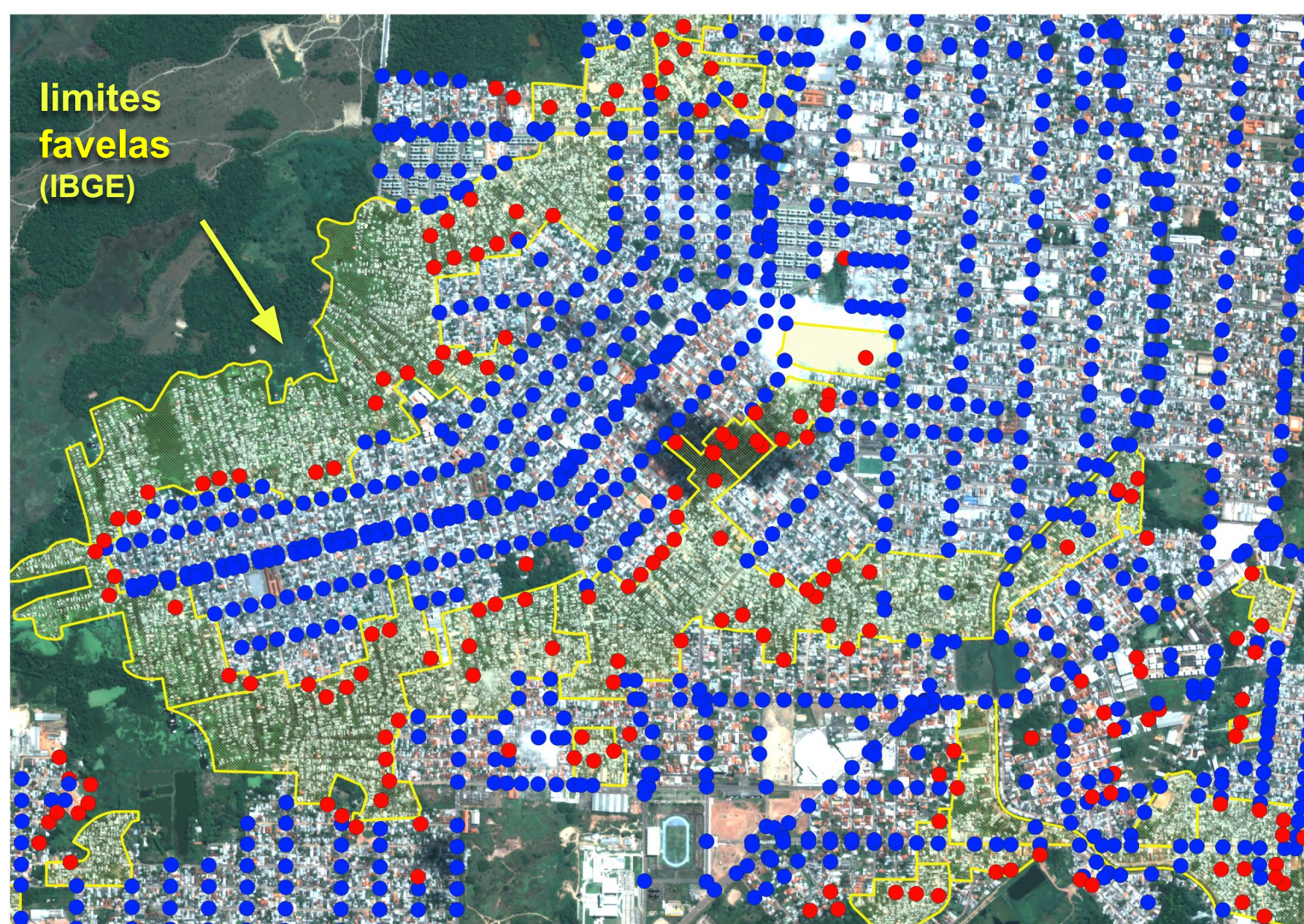
4. Méthodologie

Constitution d'une base de descripteurs à partir d'**informations issues des images satellites** (canaux, produits dérivés et indices thématiques), ainsi que de **données exogènes** (réseaux routiers, etc.) ou de produits issus d'analyse spatiale. Mise au point d'un modèle de détection des favelas (par approches supervisées ou semi-supervisées).



5. Résultats

Descripteurs issus du réseau routier

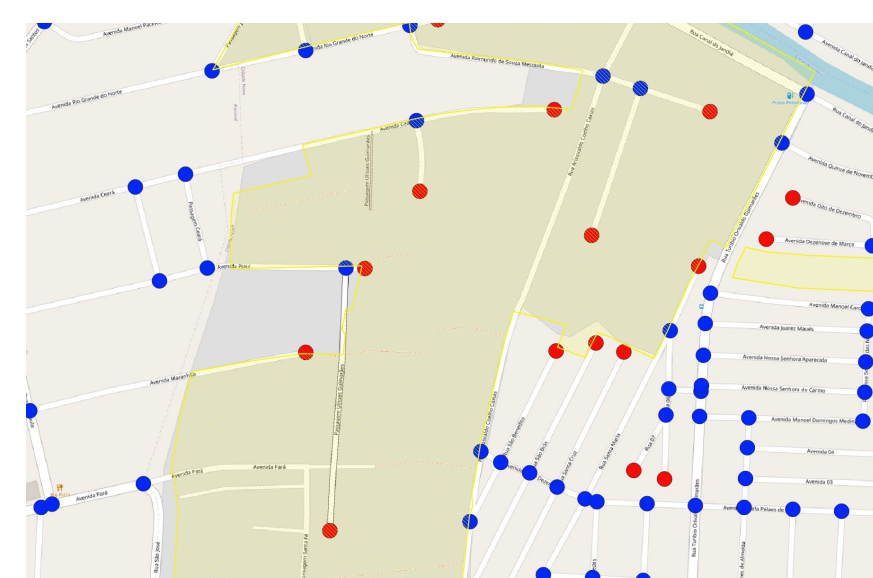


Calcul du nombre de connexions routières sur chaque nœud du réseau routier (OpenStreetMap). Séparation des nœuds en fonction du nombre de connexions :

- **en rouge** : 1 ou 2 connexions
- **en bleu** : ≥ 3 connexions

Localisation fréquemment en connexion avec les favelas

Alignements et régularité caractéristiques des quartiers résidentiels



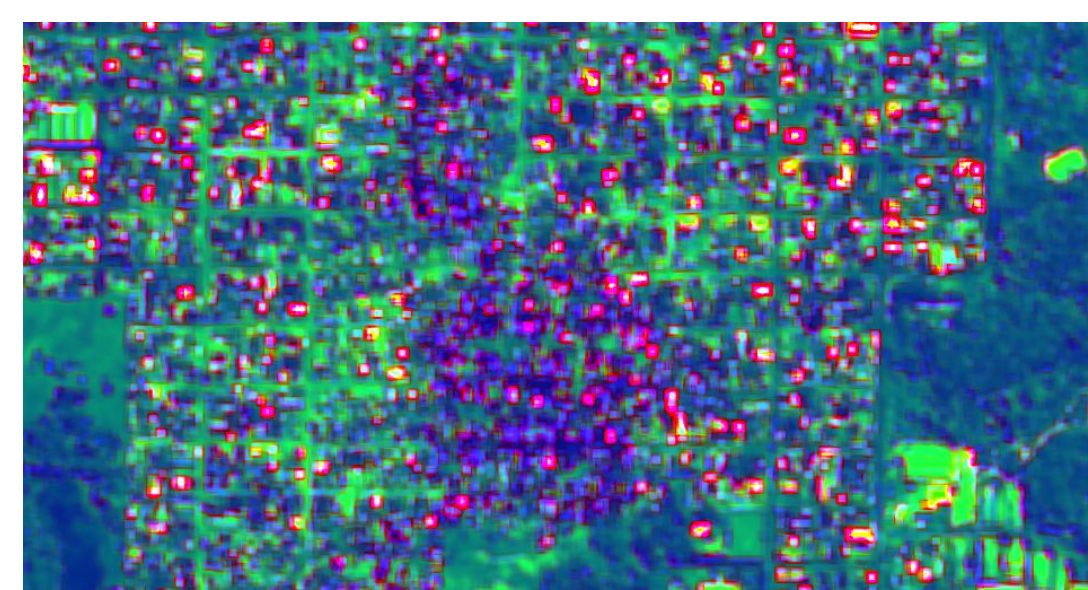
Descripteurs issus de l'approche texturale

Différenciation des unités intra-urbaines via l'algorithme d'analyse de texture non supervisé FOTOTEX (algorithme utilisant les transformées de Fourier - <https://framagit.org/benjaminpilot/fototex>).

Les zones de favelas sont mises en évidence et apparaissent dans des clusters spatiaux violets.

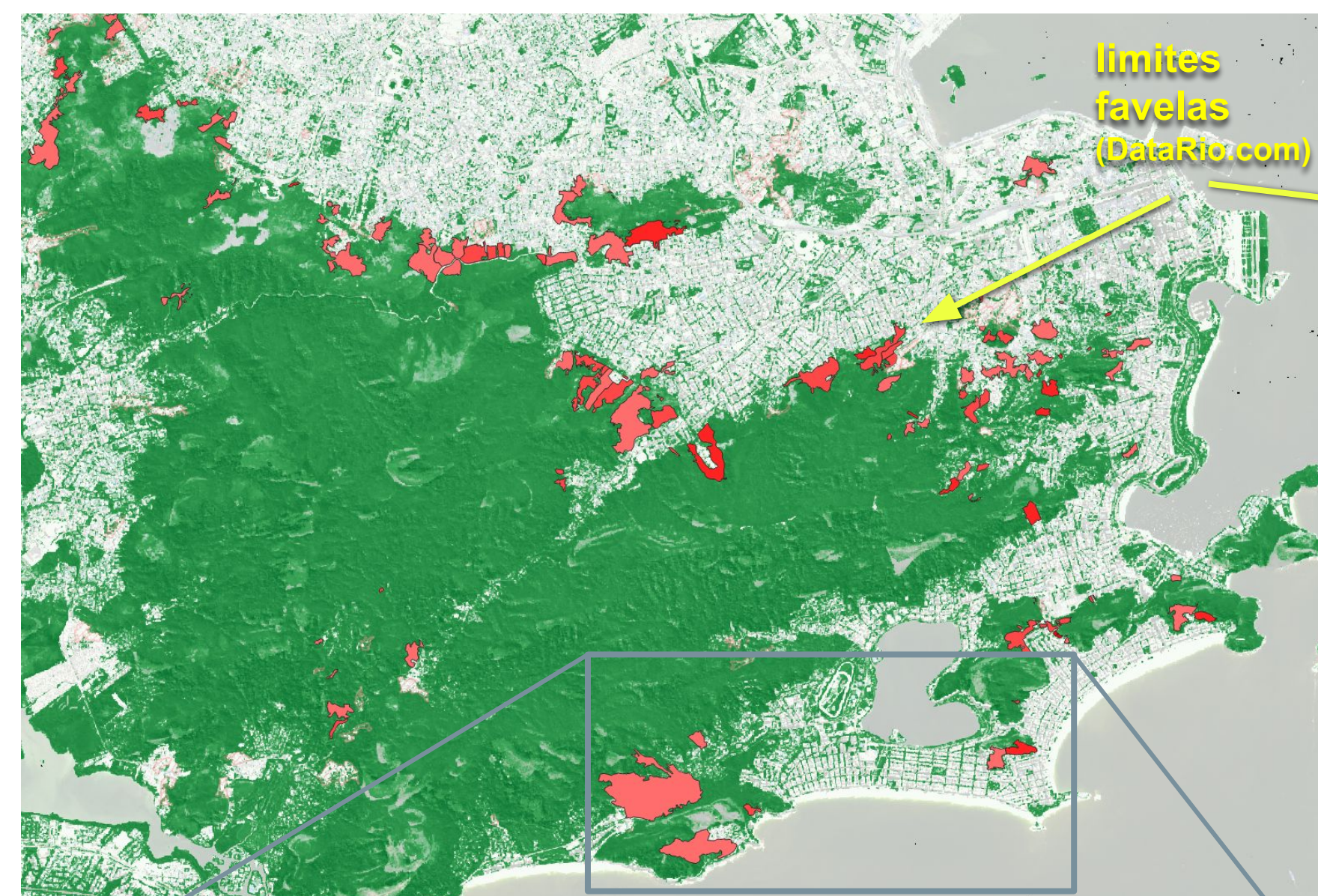


Extrait canal panchromatique Pléiades - Macapa

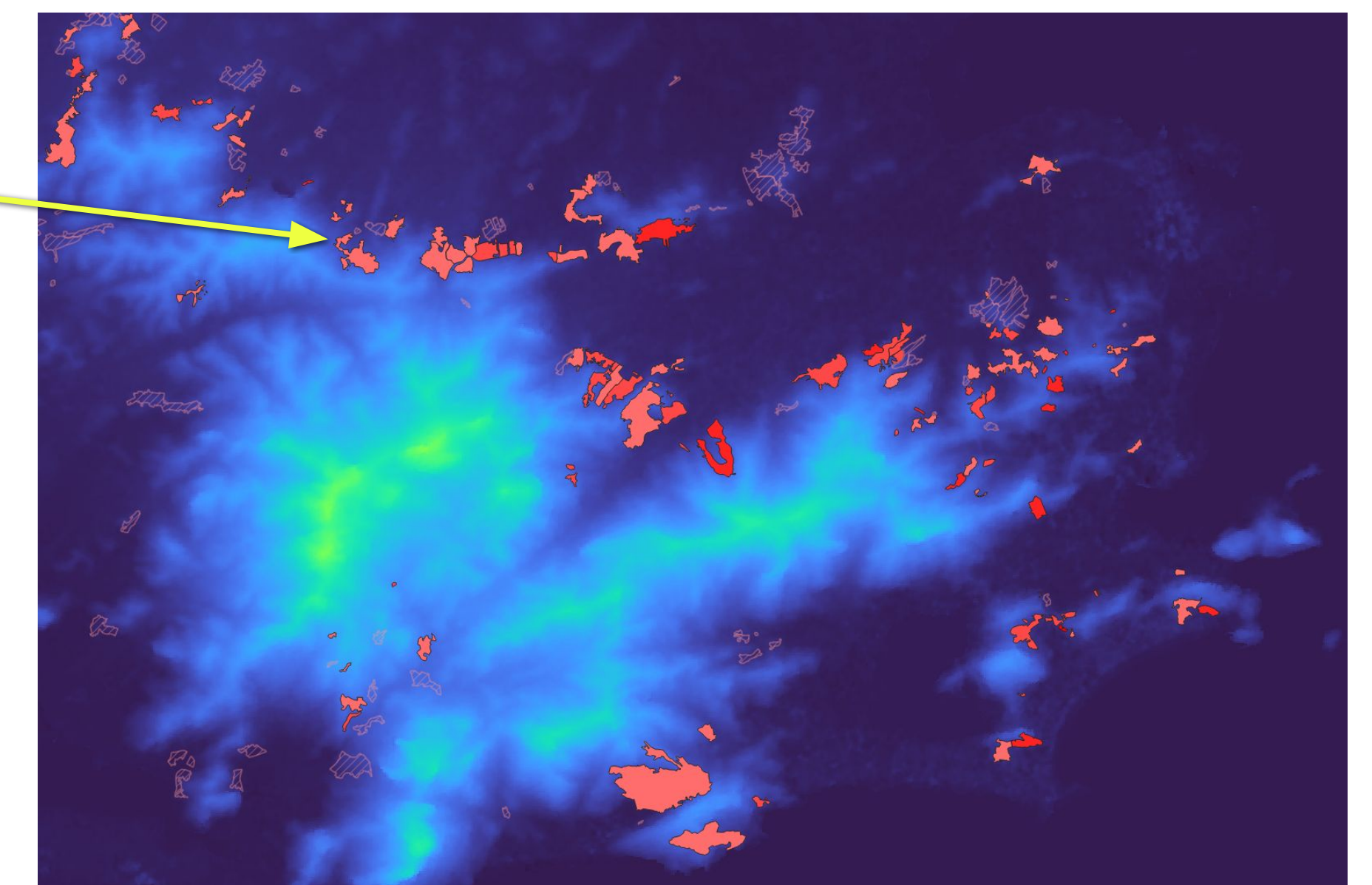


Composition colorée des canaux en sortie de FOTOTEX

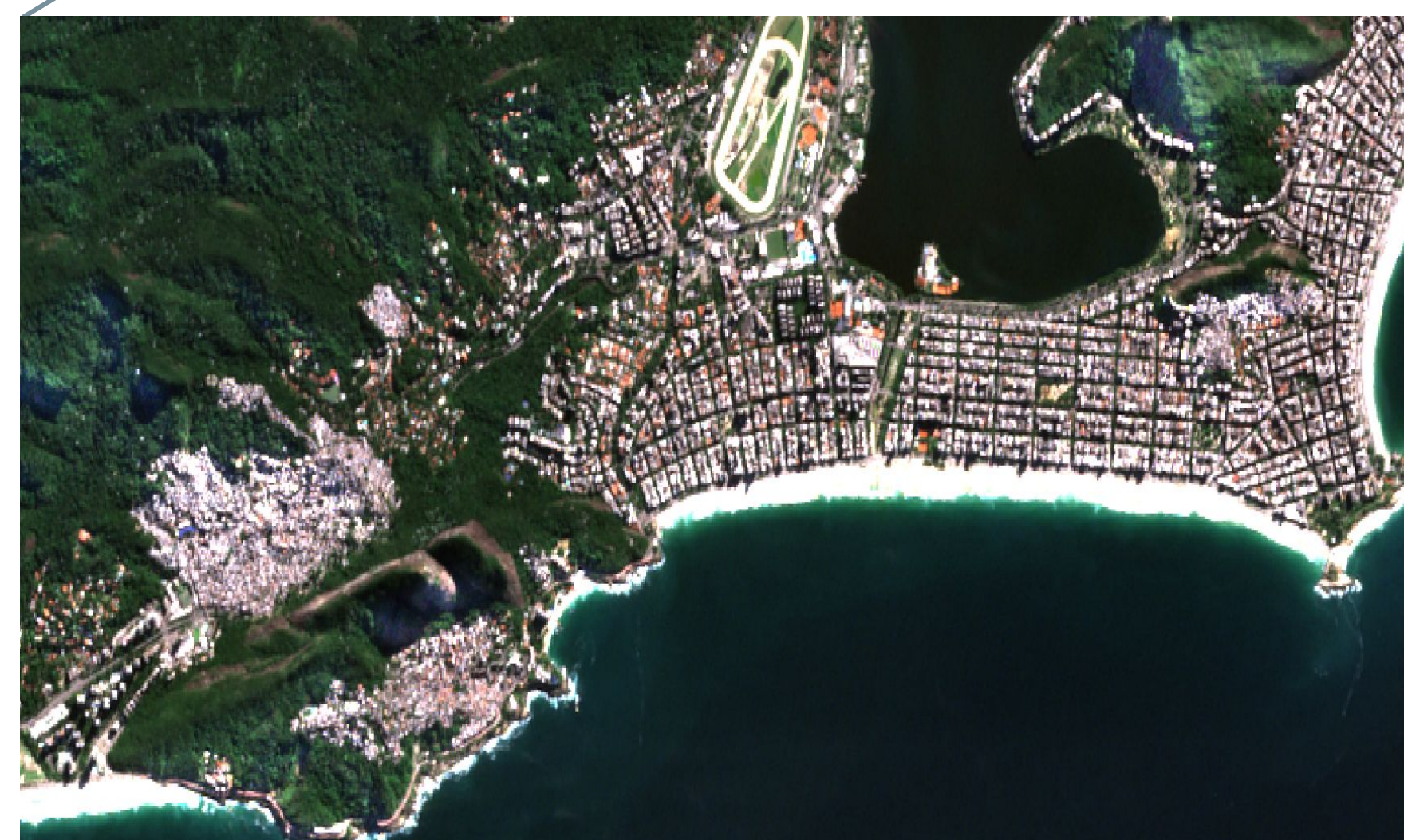
Descripteurs issus du NDVI et du MNT



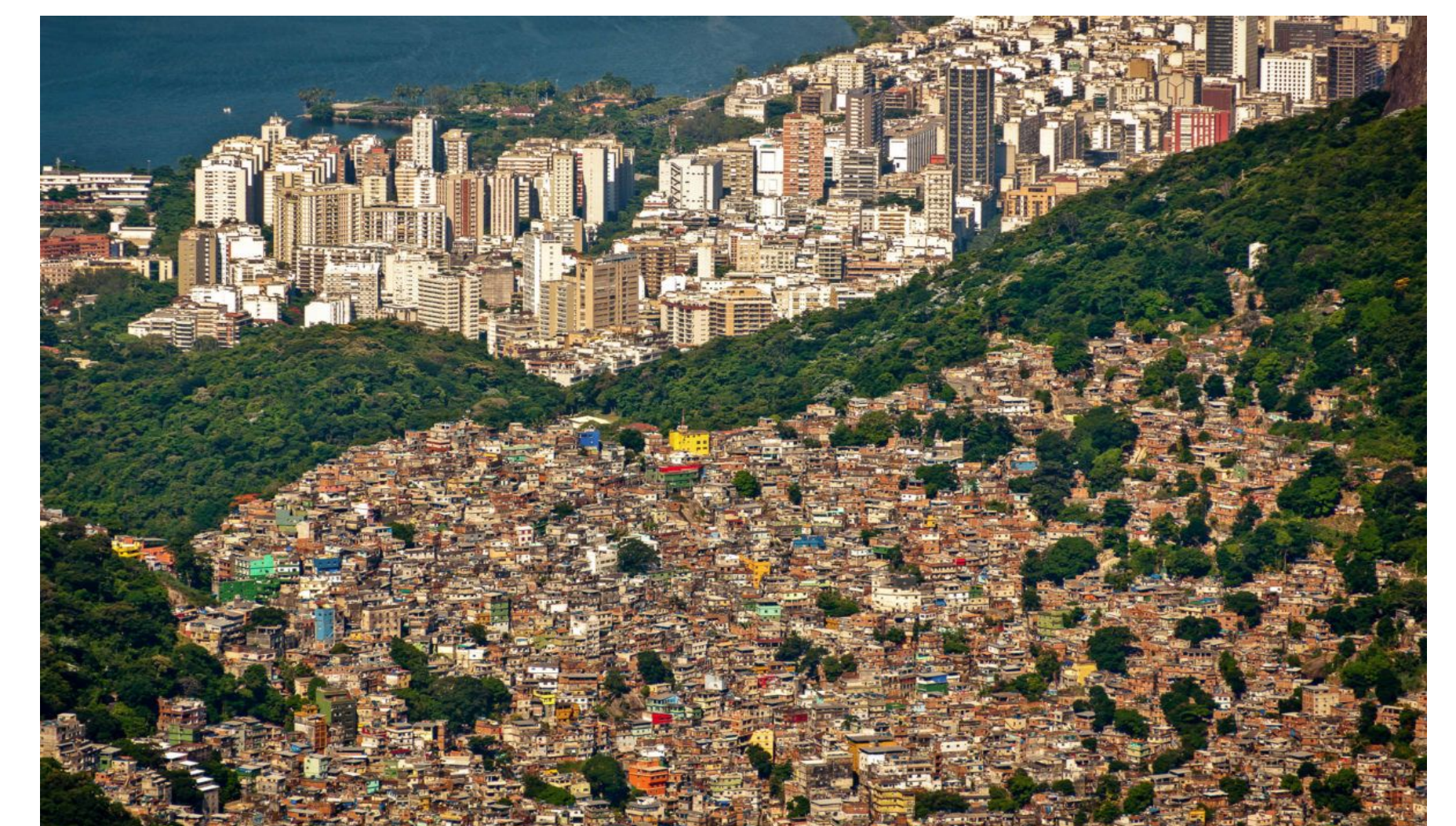
(a) Indice de végétation par différence normalisée



(b) Modèle numérique de terrain

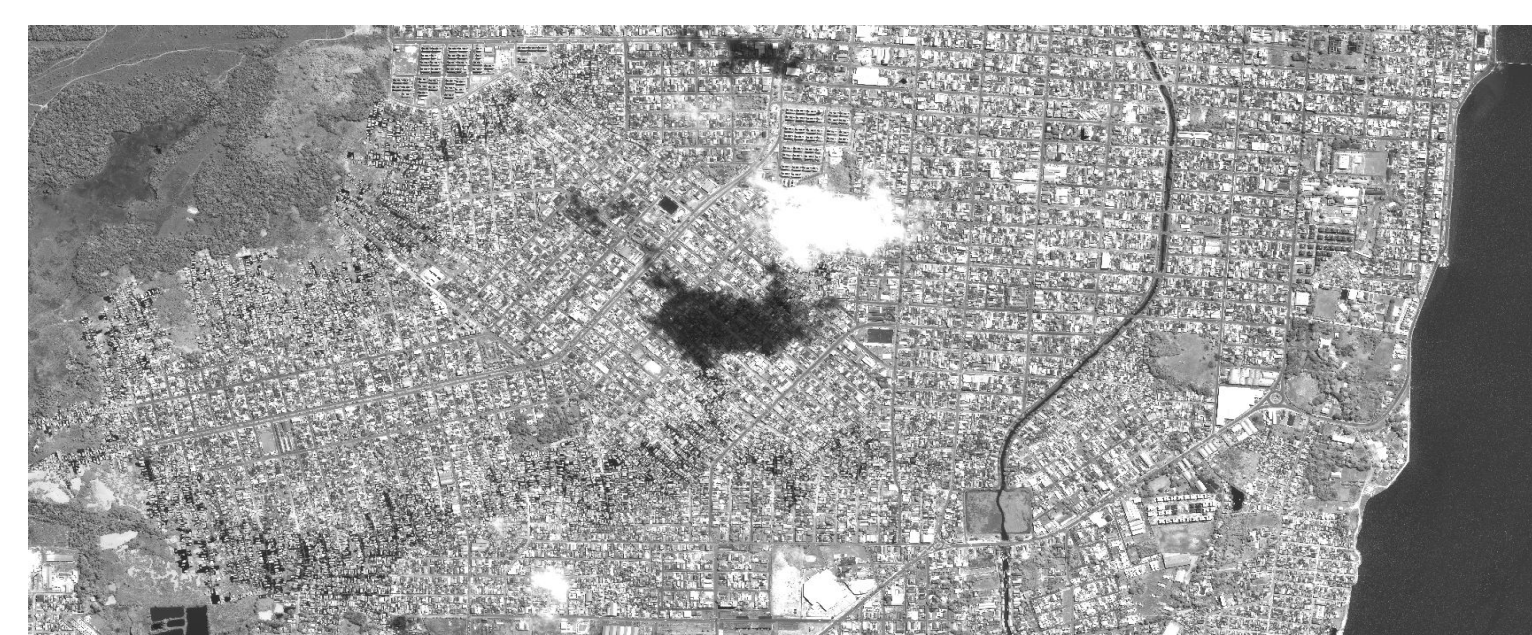


(c) Composition colorée Sentinel 2 du Sud de Rio : Rocinha à gauche Ipanema à droite



(d) Au premier plan, la favela Rocinha à Rio

Favelas situées sur des zones caractérisées par la proximité ou la connexion à de grands espaces végétalisés et ayant un relief spécifique (valeur de pente importante ou au pied des reliefs).



Extrait canal panchromatique Pléiades - Macapa



Composition colorée des canaux en sortie de FOTOTEX

6. Conclusion

Les premiers résultats sont prometteurs. Ils seront confrontés aux données socio-économiques de l'Institut Brésilien de Géographie et de Statistique (IBGE) et aux données nationales de santé aux travers du système d'information de santé

(SIS - <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svs/vigilancia-de-doencas-cronicas-nao-transmissiveis/sistemas-de-informacao-em-saude>).

La liste des descripteurs issus de l'imagerie satellitaire présentée ici n'est pas exhaustive ; d'autres indices pourront être testés.

A terme, les résultats de cette étude permettront de définir des scores de risque associés aux quartiers identifiés, afin de mieux cibler les actions en santé (prévention, répartition des moyens, etc.).

7. Remerciements / Financements

Etude réalisée dans le contexte des projets de recherche suivants :

- MATHIS (Méthode Automatique de Télé-détection des Habitats Informels pour la Santé) Financement CNES / TOSCA.
- PROGYSAT (Projet de coopération Régionale d'Observation des Guyanes par SATellites) Programme de coopération INTERREG AMAZONIE (PCIA).

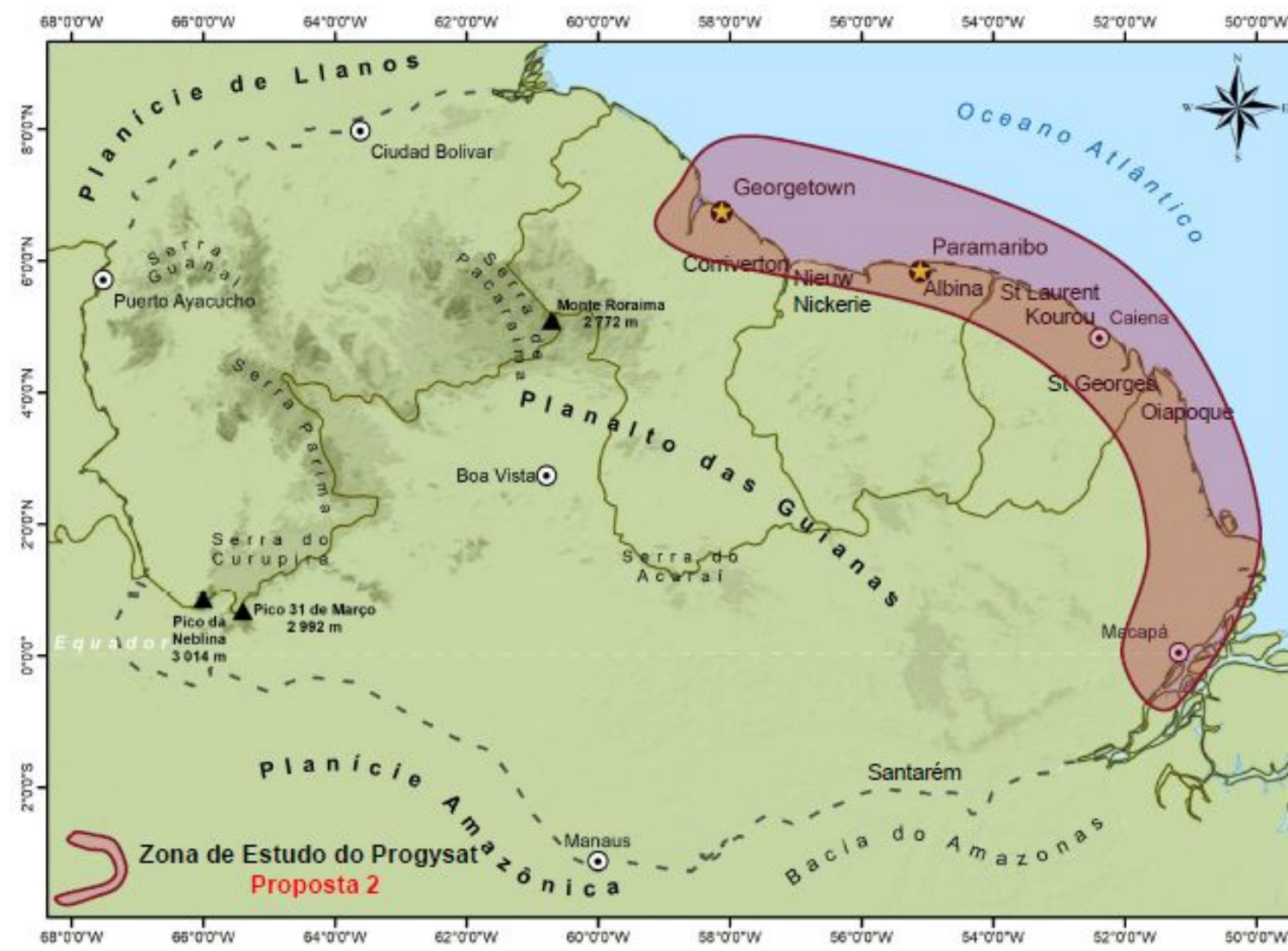


Analyse des Dynamiques des Espaces Urbanisés par Satellite Application aux Guyanes (ADEUSA)

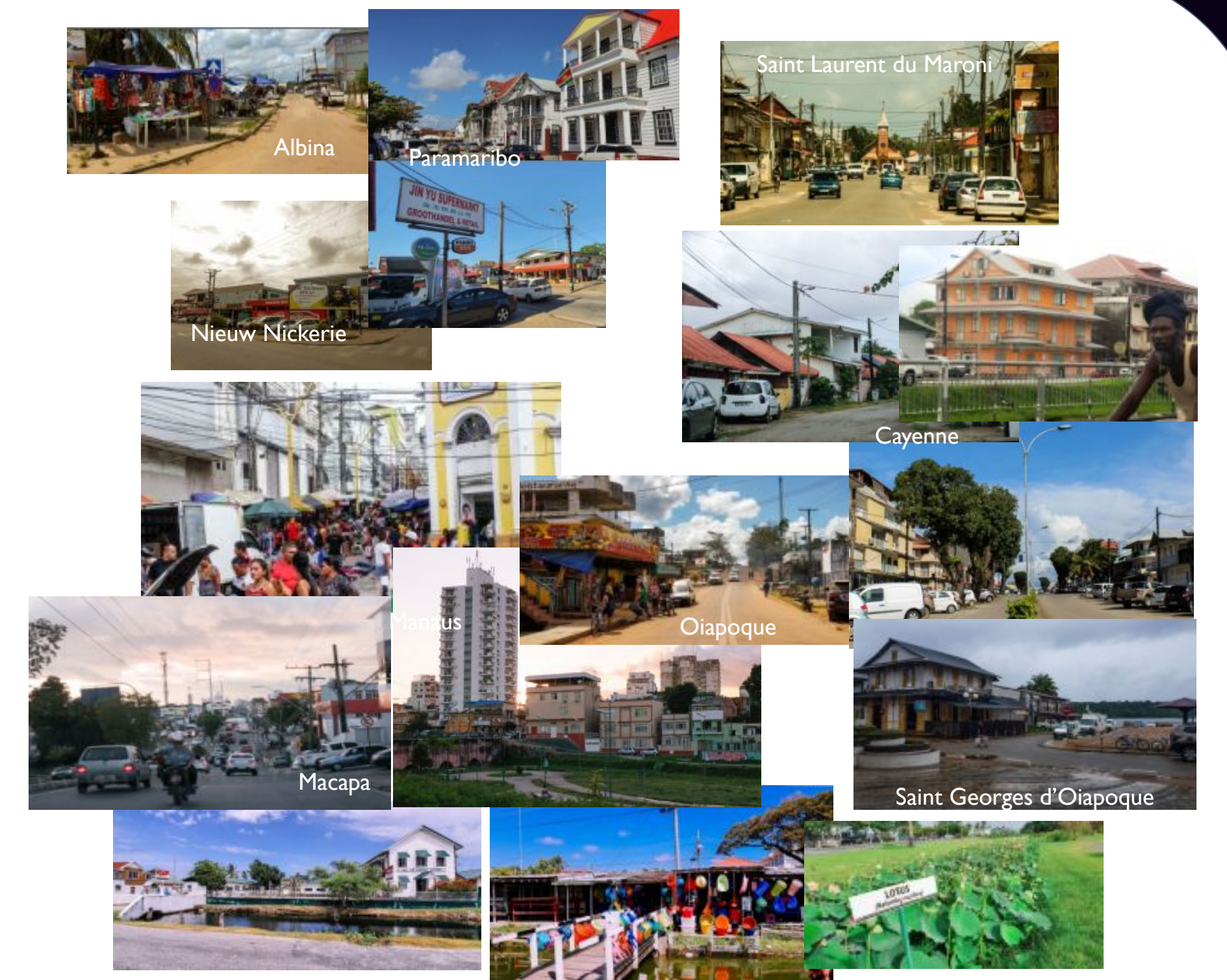
Gutemberg de Vilhena Silva (Université Fédérale de l'Amapá), Nadine Dessay (IRD), Paulo Peiter (FIOCRUZ), Thibault Catry (IRD), Rafael Dos Santos Pereira (FIOCRUZ), Laurent Demagistri (IRD), Christophe Charron (IRD), Benjamin Pillot (IRD)

Augmentation croissante de la population urbaine,
de l'artificialisation des sols,
Multiplication des quartiers informels,
Spéculation immobilière

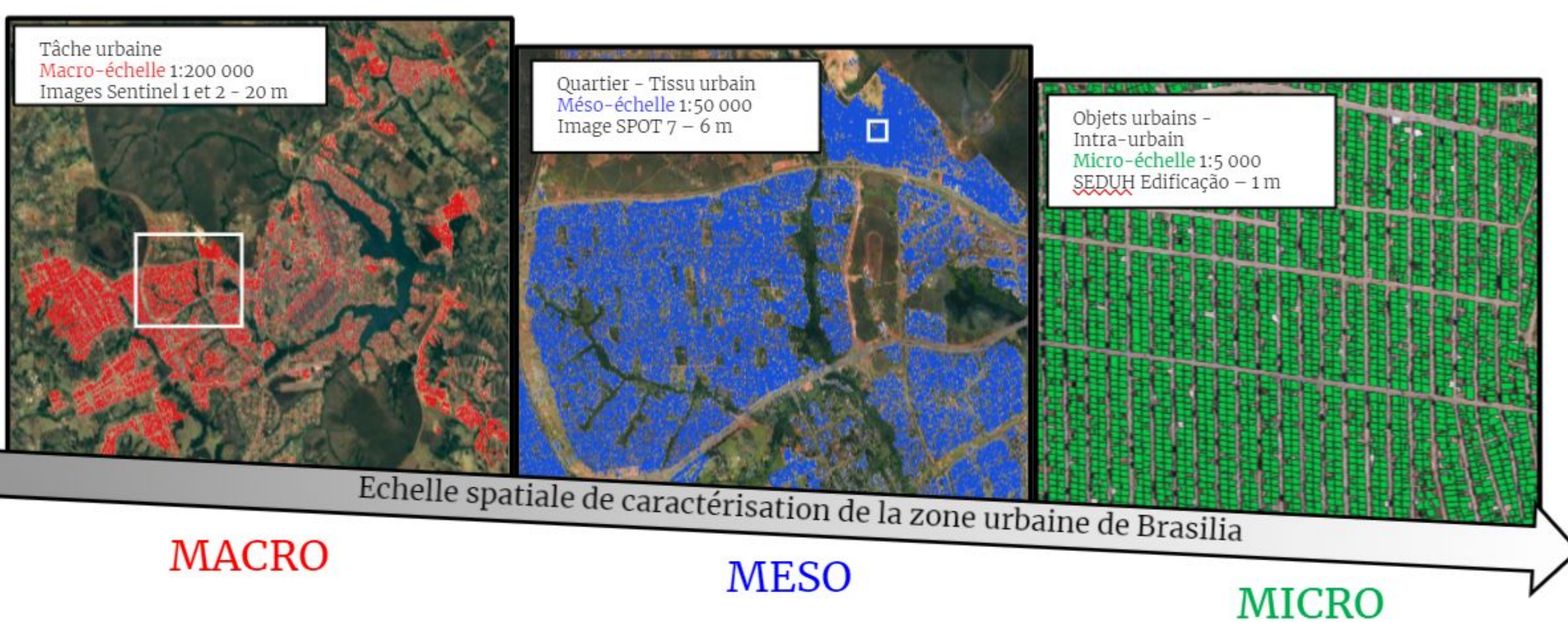
Besoin d'outils simples et génériques,
d'indicateurs standardisés pour étudier les
dynamiques spatio-temporelles des espaces
urbanisés



ZONE d'INTERET D'ADEUSA

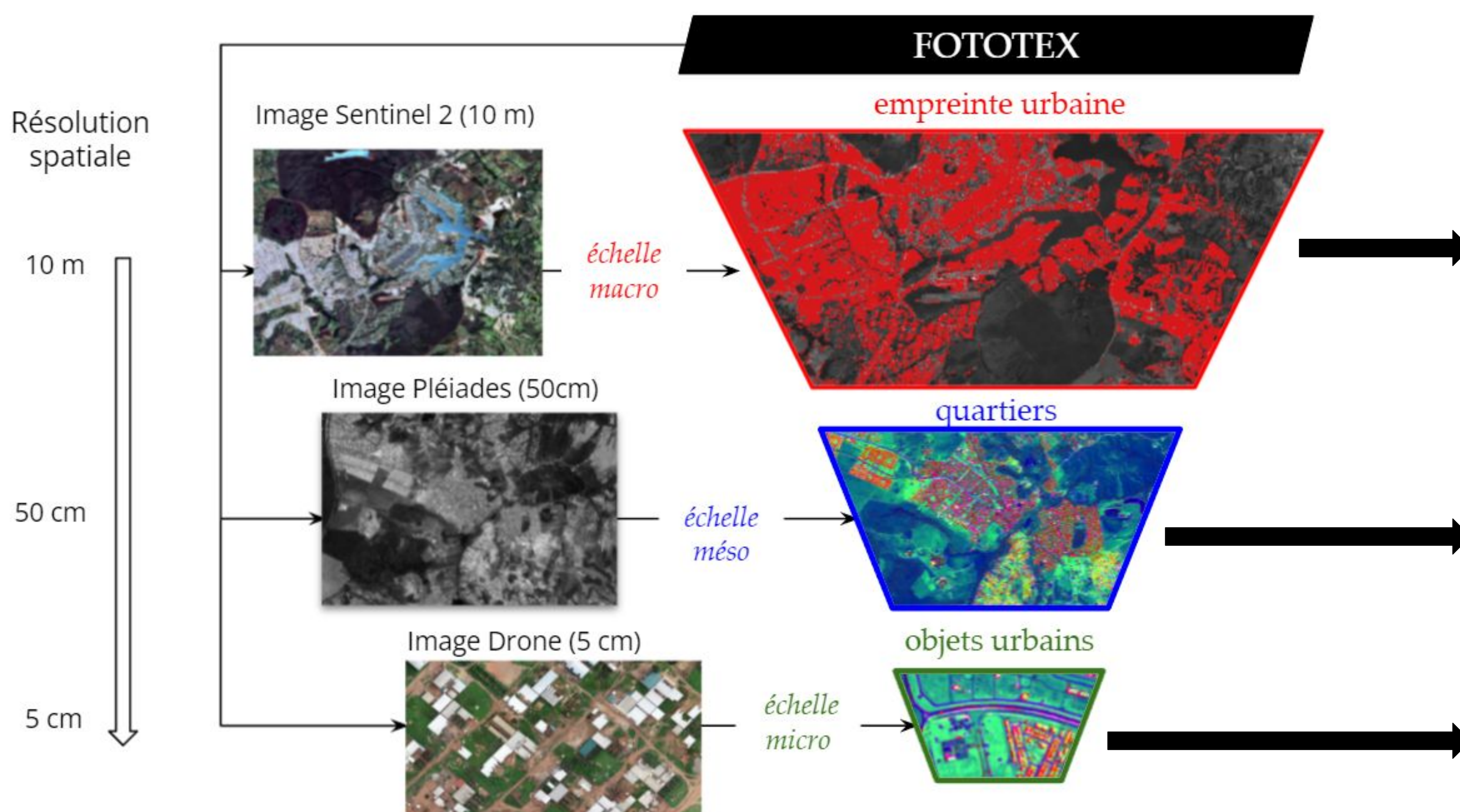


PAYSAGES URBAINS du PLATEAU GUYANAIS
(Photos G. de Vilhena Silva)



Qu'apportent les images satellites pour étudier les espaces urbanisés?

Quelles images ? → Quelle information ? → Quelle application ?



A haute résolution spatiale (10 m) avec les séries temporelles Sentinel, cartographie de l'évolution de l'empreinte de la ville au cours temps, identification des nouveaux quartiers et des directions de croissance de la ville...

A très haute résolution spatiale (50 cm), cartographie des types de quartiers, avec notamment l'identification de l'habitat informel.

A très très haute résolution spatiale (5 cm), cartographie des objets urbains (bâtiments, végétation).