

# Apport potentiel de la télédétection et de l'imagerie Spot 6/7 pour le suivi de l'artificialisation des sols

Nicolas Champion – IGN



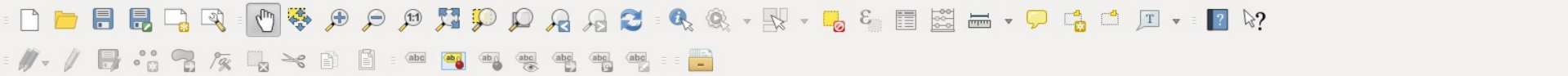
# Sommaire

- 1) **Présentation de l'imagerie Spot 6/7**
- 2) **Spot 6/7 à l'IGN**
- 3) **Suivi de l'artificialisation des sols avec l'imagerie Spot 6/7 :  
Illustration de la méthode de production envisagée**
- 4) **Conclusions**

# Présentation de l'imagerie Spot6/7

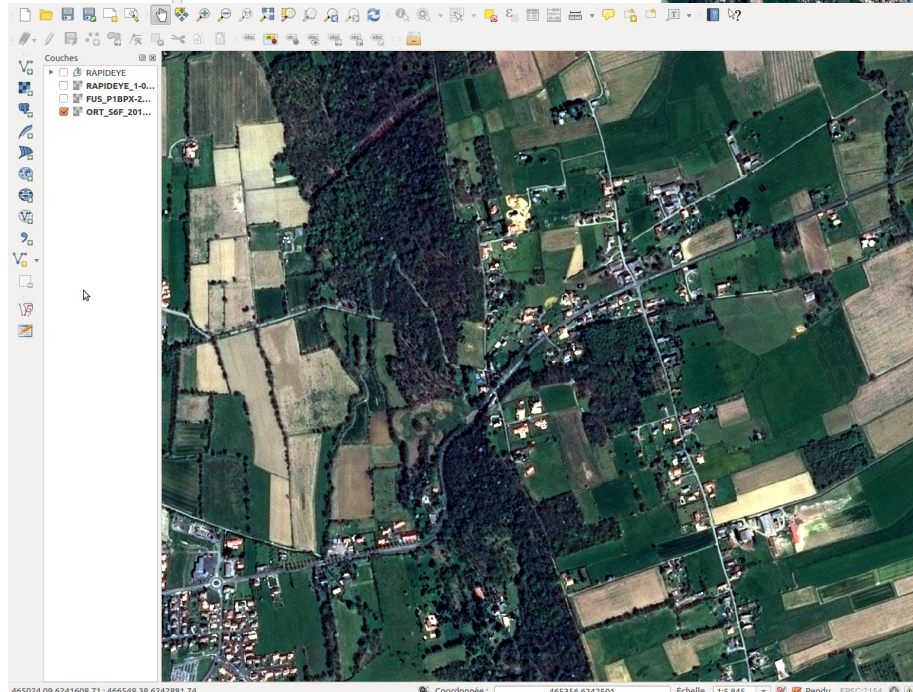
- lancé en Septembre 2012, Spot 6 est le premier d'une constellation de 2 satellites
- fournit des images couleur au pas de 1.50 m (rééchantillonnage du 2.20m natif)
- déclaré opérationnel au printemps 2013
- permet l'acquisition en simultané de couples ou triplets stéréoscopiques pour la restitution 3D
- Avec sa fauchée (60 km) et sa capacité à acquérir de très longs segments (plusieurs centaines de km), Spot6 permet de collecter de très larges couvertures
  - **permet d'envisager une couverture annuelle de la France**

# Présentation de l'imagerie Spot6/7 : Comparaison aux autres capteurs (RapidEye & Pléiades HR)



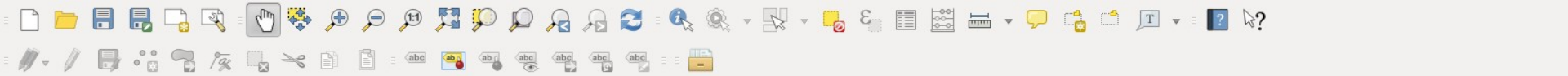
- Couches
- RAPIDEYE
  - RAPIDEYE\_1-0...
  - FUS\_P1BPX-2...
  - ORT\_S6F\_201...

# SPOT 6



Coordonnée : 465356,6242501 Echelle 1:5 045 Rendu EPSG:2154





- Couches
- RAPIDEYE
  - RAPIDEYE\_1-0...
  - FUS\_P1BPX-2...
  - ORT\_S6F\_201...

# Pléiades HR



Couches

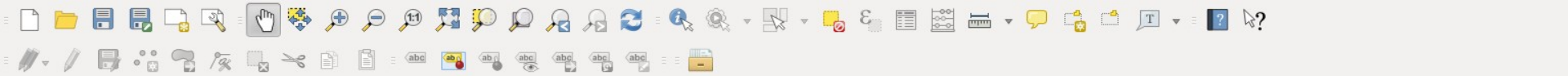
- RAPIDEYE
- RAPIDEYE\_1-0...
- FUS\_P1BPX-2...
- ORT\_S6F\_201...

Coordonnée: 464947,6242787

Echelle: 1:5 845

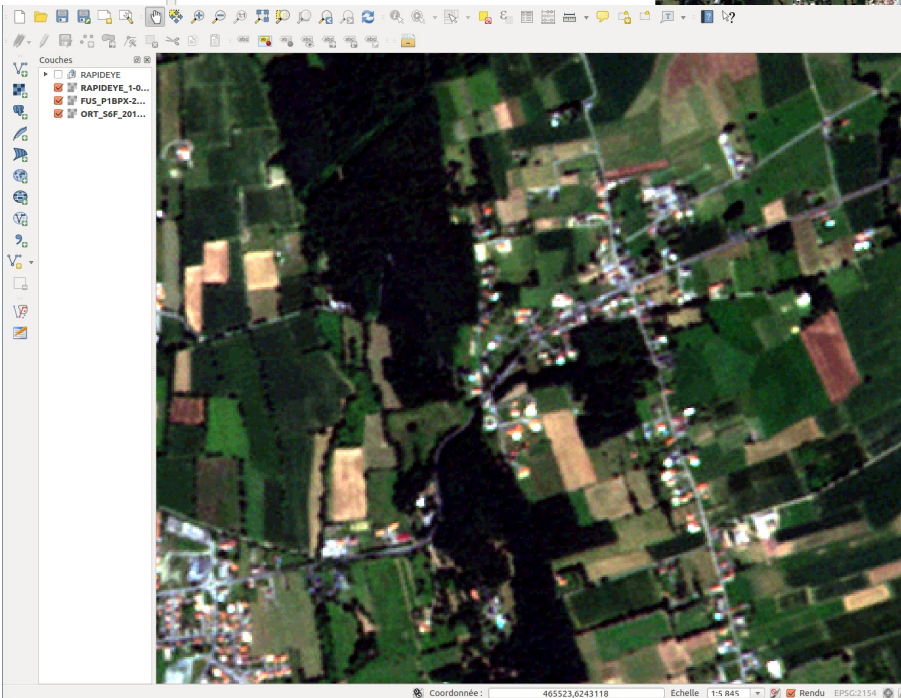
Rendu EPSG:2154





- Couches
- RAPIDEYE
  - RAPIDEYE\_1-0...
  - FUS\_P1BPX-2...
  - ORT\_S6F\_201...

# RapidEye



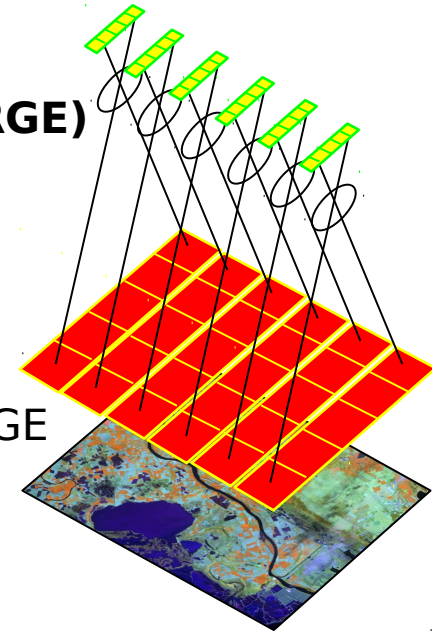
# Les travaux réalisés & planifiés à l'IGN autour de Spot 6/7

- 1) Mise en cohérence géométrique avec les autres BD IGN (RGE)**
- 2) Production automatique de Modèle Numérique de Terrain (MNT)**
- 3) Production d'un Modèle Numérique de Canopée (MNC)**
- 4) Amélioration de la chaîne d'orthorectification**
- 5) Constitution d'une couche "tache artificialisée" sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement**



## 1) Mise en cohérence géométrique avec les autres BD IGN (RGE)

- Localisation native meilleure que 20m
- Une spatiotriangulation reste nécessaire pour :
  - affiner les modèles de localisation
  - garantir une cohérence des données produites avec le RGE
- **L'enjeu** : automatiser le processus de spatio-triangulation

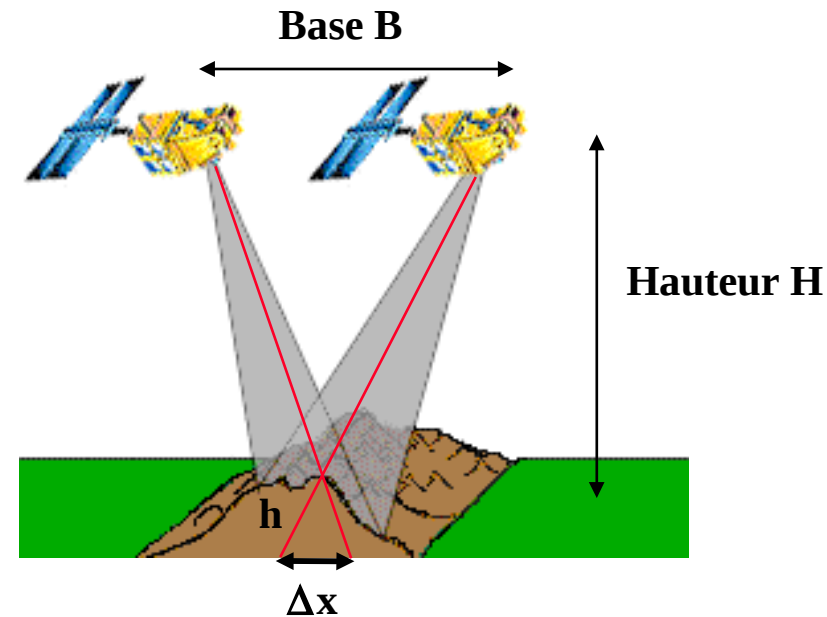


## 1) Production automatique de MNT

- notamment sur les zones où la qualité du MNT actuel est notoirement insuffisante

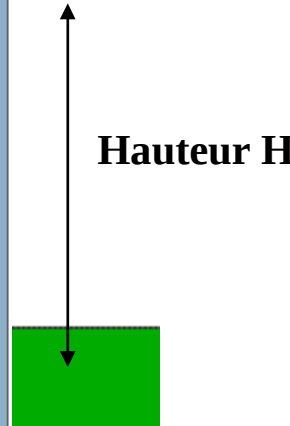
## 1) Production automatique de MNT

- notamment sur les zones où la qualité du MNT actuel est notoirement insuffisante
- Utilisation de la stéréo pour fabriquer des Modèles Numériques de Surface (avec l'outil MICMAC - <http://logiciels.ign.fr>)



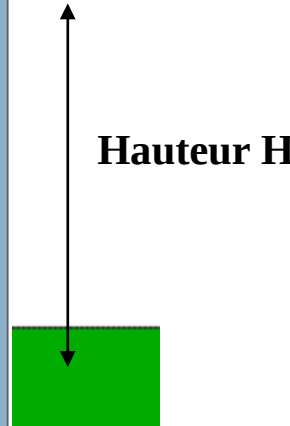
# 1) Produ

- no  
MM
- Ut  
des M  
(avec



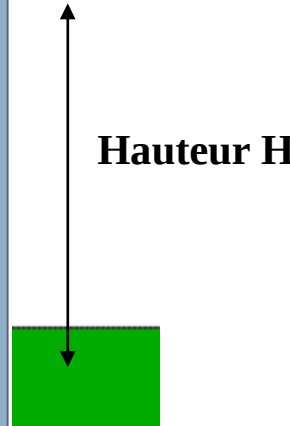
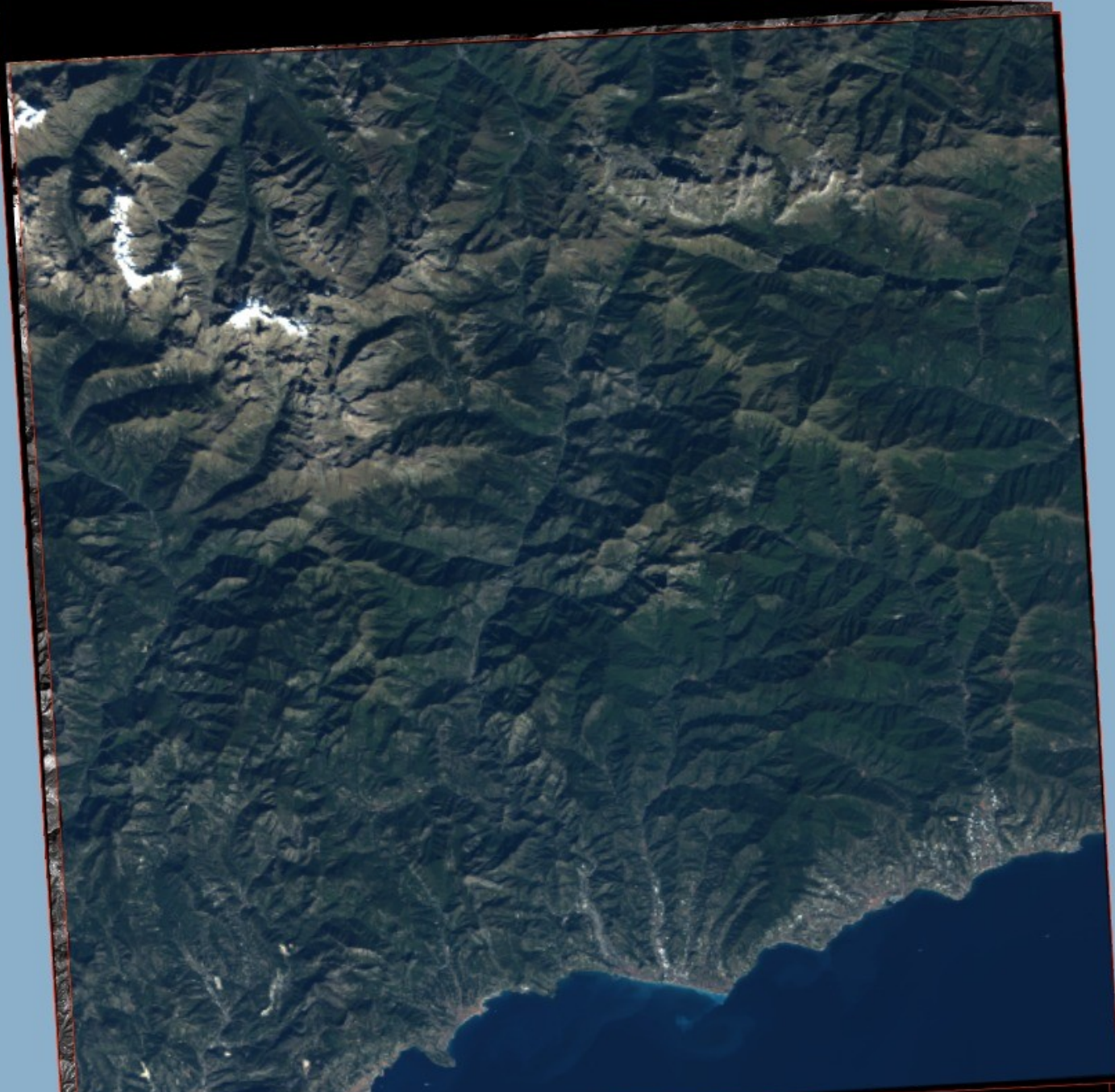
# 1) Produ

- no  
MM
- Ut  
des M  
(avec



# 1) Produ

- no  
MM
- Ut  
des M  
(avec

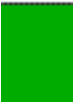


# 1) Produ

- no  
MM
- Uti  
des M  
(avec

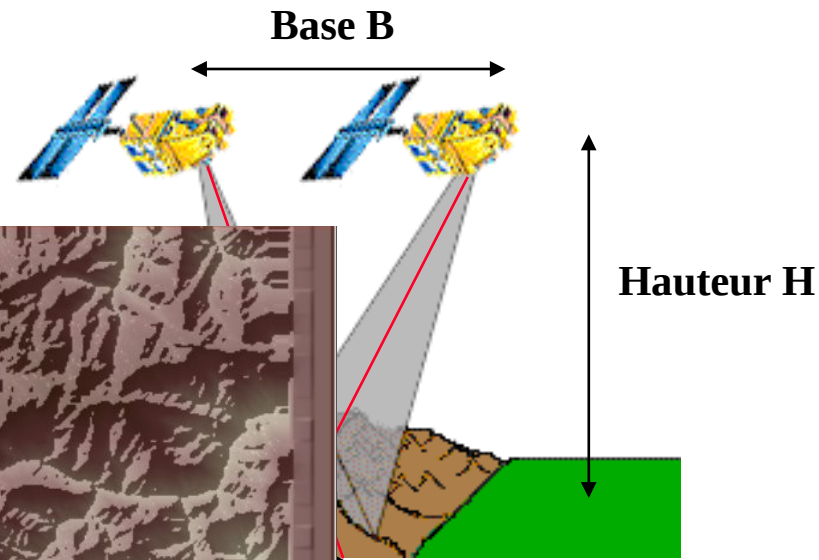
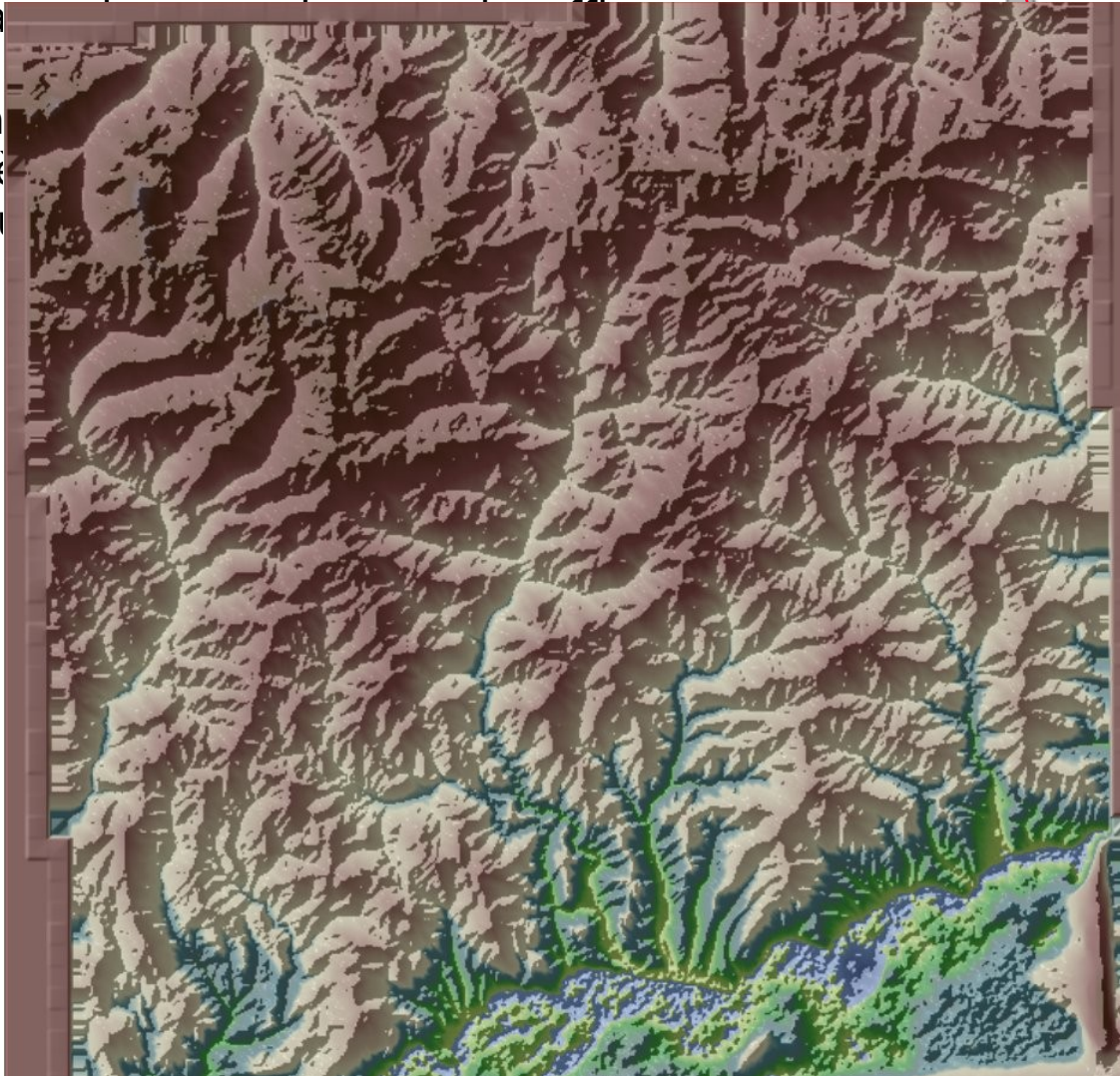


Hauteur H



## 1) Production automatique de MNT

- notamment sur les zones où la qualité du MNT a
- Utilisa  
des Modè  
(avec l'ou





## 1) Production automatique de MNT

- notamment sur les zones où la qualité du MNT actuel est notoirement insuffisante
- Utilisation de la stéréo pour fabriquer des Modèles Numériques de Surface (avec l'outil MICMAC - <http://logiciels.ign.fr>)
- Dérivation d'un MNT à partir du MNS avec un outil maison<sup>1</sup>

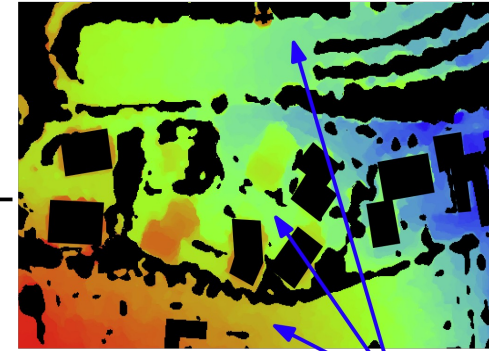
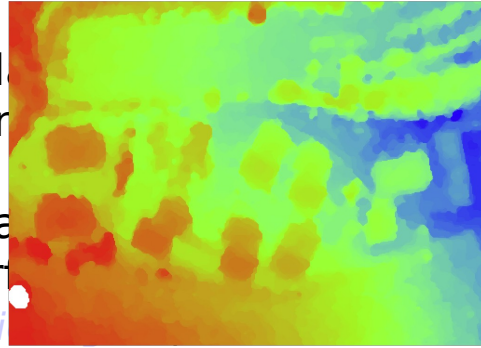
## 1) Production automatique de MNT

- notamment sur les zones où la qualité du MNT actuel est notoirement insuffisante
- Utilisation de la stéréo pour fabriquer des Modèles Numériques de Surface (avec l'outil MICMAC - <http://logiciels.ign.fr>)
- Dérivation d'un MNT à partir du MNS avec un outil maison<sup>1</sup>

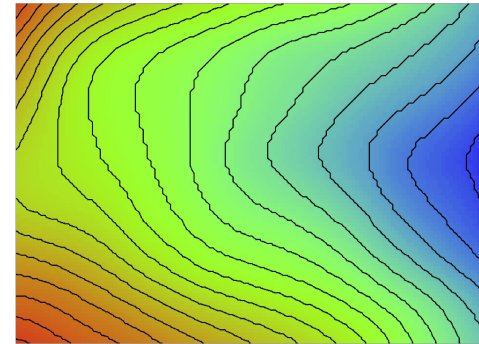


## 1) Production automatique de MNT

- notamment sur les zones où le MNT actuel est notoirement imparfait
- Utilisation de la stéréo pour faire des Modèles Numériques de Surface (avec l'outil MICMAC - <http://logiciel.micmac.fr>)
- Dérivation d'un MNT à partir du MNS avec un outil maison<sup>1</sup>



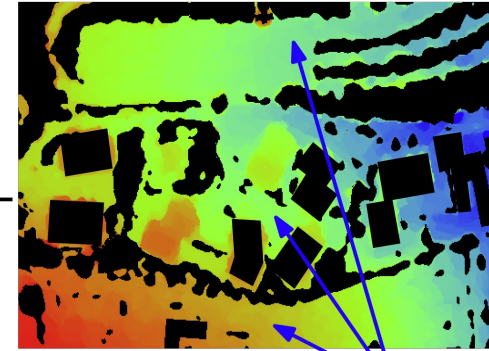
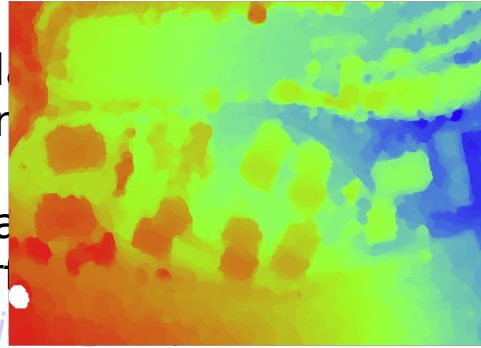
Masques: imparfaits  $\Rightarrow$   
Observations vraies (au sol)



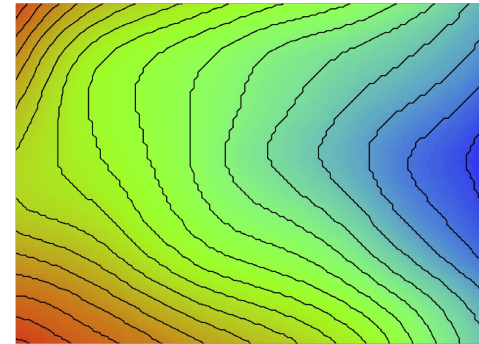
MNT

## 1) Production automatique de MNT

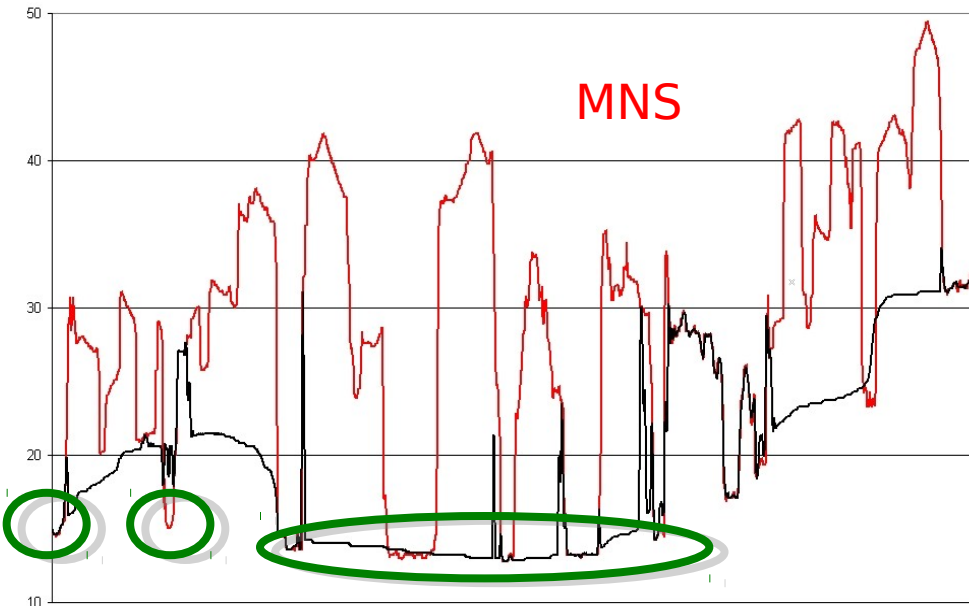
- notamment sur les zones où le MNT actuel est notoirement imparfait
- Utilisation de la stéréo pour faire des Modèles Numériques de Surface (avec l'outil MICMAC - <http://logiciel.micmac.fr>)
- Dérivation d'un MNT à partir du MNS avec un outil maison<sup>1</sup>



Masques: imparfaits  $\Rightarrow$   
Observations vraies (au sol)



MNT



**Notre techno :** une surface « souple » qui s'accroche aux points identifiés au sol (en vert) par l'algo au cours d'un processus de minimisation

## 1) Production automatique de MNT

- notamment sur les zones où la qualité du MNT actuel est notoirement insuffisante
- Utilisation de la stéréo pour fabriquer des Modèles Numériques de Surface (avec l'outil MICMAC - <http://logiciels.ign.fr>)
- Dérivation d'un MNT à partir du MNS avec un outil maison<sup>1</sup>

## 1) Production automatique de MNT

- notamment sur les zones où la qualité du MNT actuel est notoirement insuffisante
- Utilisation de la stéréo pour fabriquer des Modèles Numériques de Surface (avec l'outil MICMAC - <http://logiciels.ign.fr>)
- Dérivation d'un MNT à partir du MNS avec un outil maison<sup>1</sup>

→ **Limitations liées à l'extraction de la végétation haute (+ robuste que NDVI)**

### 3) Production d'un modèle Numérique de canopée (MNC)

- Suite du projet APSAT / Pinastéréo (PHR)
- Utiliser les MNS pour calculer un Modèle Numérique de Canopée (MNC) correspondant à la hauteur des arbres
- Enrichir qualitativement le produit MNC en le croisant avec le type de peuplement
- Estimer la ressource forestière (biomasse)



### 4) Evolution et amélioration de la chaîne de traitement des données Spot6

- Optimiser les outils liés à l'orthorectification des images (modélisation géométrique > rectification > égalisation > archivage)

### 5) Constitution d'une couche "tache artificialisée" sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## 1) Éléments de contexte

- Espaces naturels bien protégés en France ≠ espaces agricoles ( / à potentiel agronomique)
- Nombreuses initiatives locales (DREAL, DRAAF, DDTM, etc.)
- Démonstrateur mis en place par le CEREMA (Toulouse)
- Elaboration d'outils pour mesurer le changement de destination des espaces agricoles, par l'ONCEA (Observatoire Nationale de la consommation des espaces agricoles)
- Expérimentation menée en Languedoc Roussillon entre IRSTEA (UMPR TETIS) / INRA / DRAAF. Définition et dérivation d'une tache artificialisée (à l'échelle du 1/15000) et recouplement avec une cartographie du potentiel agronomique (à l'échelle du 1/250 000) élaborée par l'INRA
  - Utilisation d'une méthode de classification expertisée mise en place à l'IRSTEA<sup>1</sup>
  - Retours positifs de cette expérimentation
    - Volonté de mettre en place un partenariat entre l'IRSTEA (expertise) et l'IGN (capacité de production) pour transposer l'expérimentation « tache artificialisée » à l'échelle nationale

<sup>1</sup> Dupuy S., Barbe E., Balestrat M. 2012. An object-based image analysis method for monitoring land conversion by artificial sprawl use of RapidEye and IRS data. Remote sensing, 4 (2) : 404-423.



Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## 2) Contraintes liées à la mise en production

- Un gros volume de données satellitaires SPOT6 à gérer
  - Automatiser (au maximum) la chaîne de traitement
  - Optimiser les temps de calcul et/ou mettre en place une gestion de production (GPAO)
- Opérations simples à réaliser (les opérateurs ne sont pas des experts !)

## 3) La méthode de production imaginée

- se base sur l'hypothèse suivante:  
Un objet anthropisé, une fois construit, est rarement détruit
- consiste en une méthode mixte mêlant l'utilisation de :
  - données SIG compatibles avec l'actualité des images Spot6
  - de méthodes automatiques de télédétection (segmentation / classification)
  - d'outils de photo-interprétation

# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

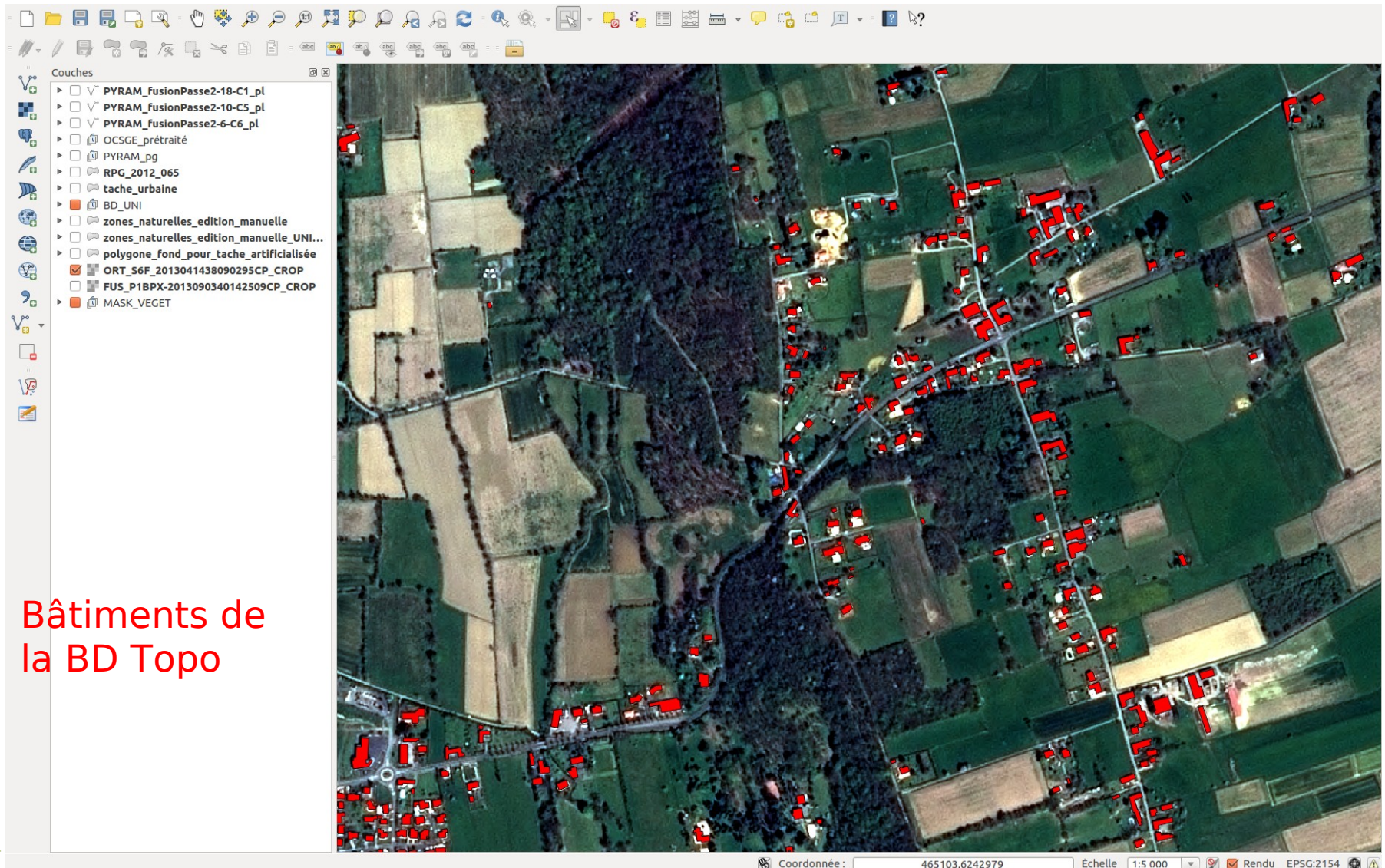
## Illustration de la chaîne de traitement envisagée

Image Spot 6  
d'avril 2013

Coordonnée : 465000,6242439 Echelle : 1:5 000 Rendu EPSG:2154

# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## Illustration de la chaîne de traitement envisagée



The screenshot displays a GIS application window. On the left, a 'Couches' (Layers) panel lists the following layers:

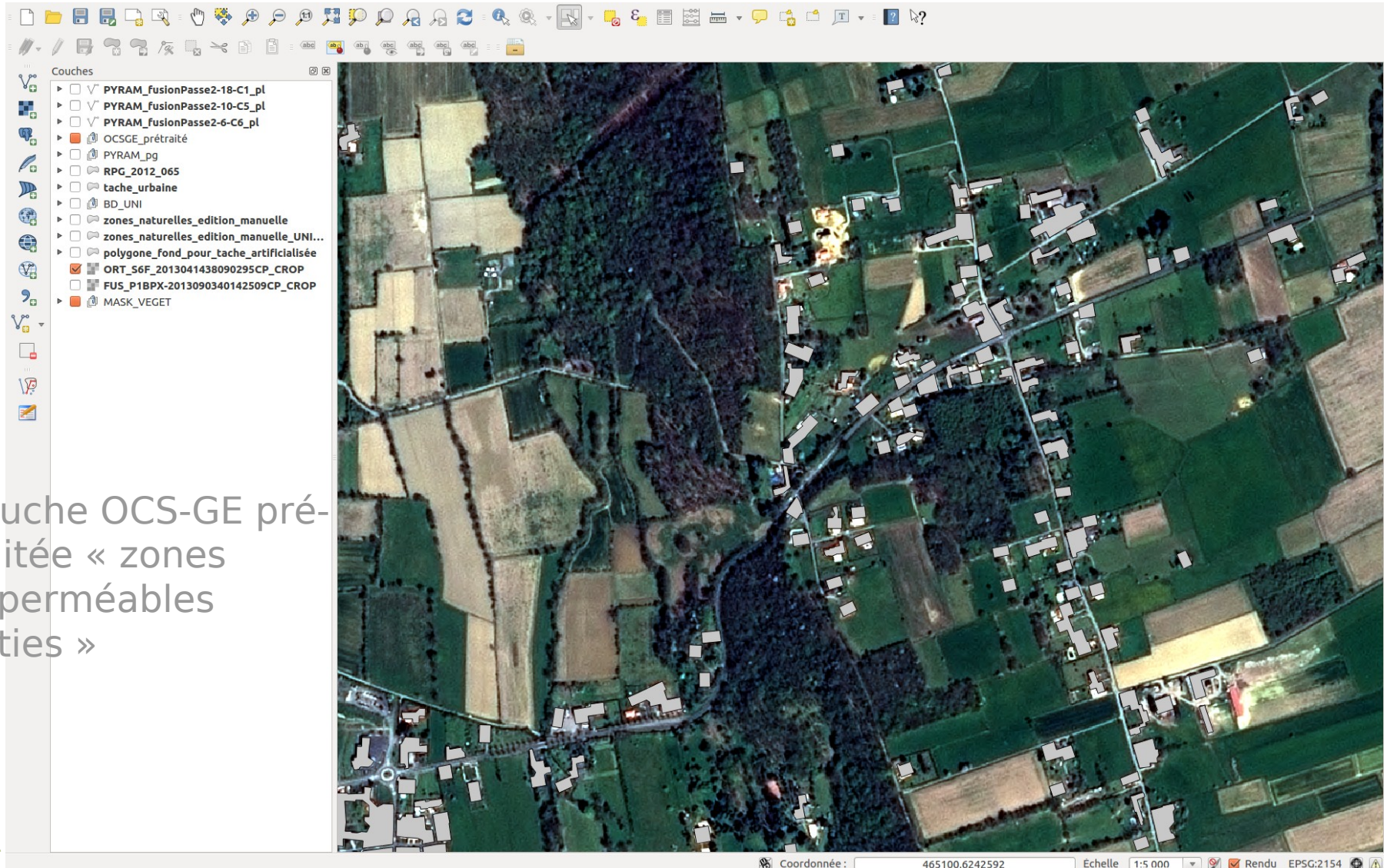
- PYRAM\_fusionPasse2-18-C1\_pl
- PYRAM\_fusionPasse2-10-C5\_pl
- PYRAM\_fusionPasse2-6-C6\_pl
- OCSGE\_prétraité
- PYRAM\_pg
- RPG\_2012\_065
- tache\_urbaine
- BD\_UNI
- zones\_naturelles\_edition\_manuelle
- zones\_naturelles\_edition\_manuelle\_UNI...
- polygone\_fond\_pour\_tache\_artificialisee
- ORT\_S6F\_2013041438090295CP\_CROP
- FUS\_P1BPX-2013090340142509CP\_CROP
- MASK\_VEGET

The main map area shows a satellite view of a rural landscape with a river and fields. Numerous buildings are highlighted with red polygons, representing the 'Bâtiments de la BD Topo' (Buildings from the Topographic Database). The status bar at the bottom indicates the coordinates (465103,6242979), scale (1:5 000), and projection (EPSG:2154).

Bâtiments de  
la BD Topo

# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## Illustration de la chaîne de traitement envisagée



Couches

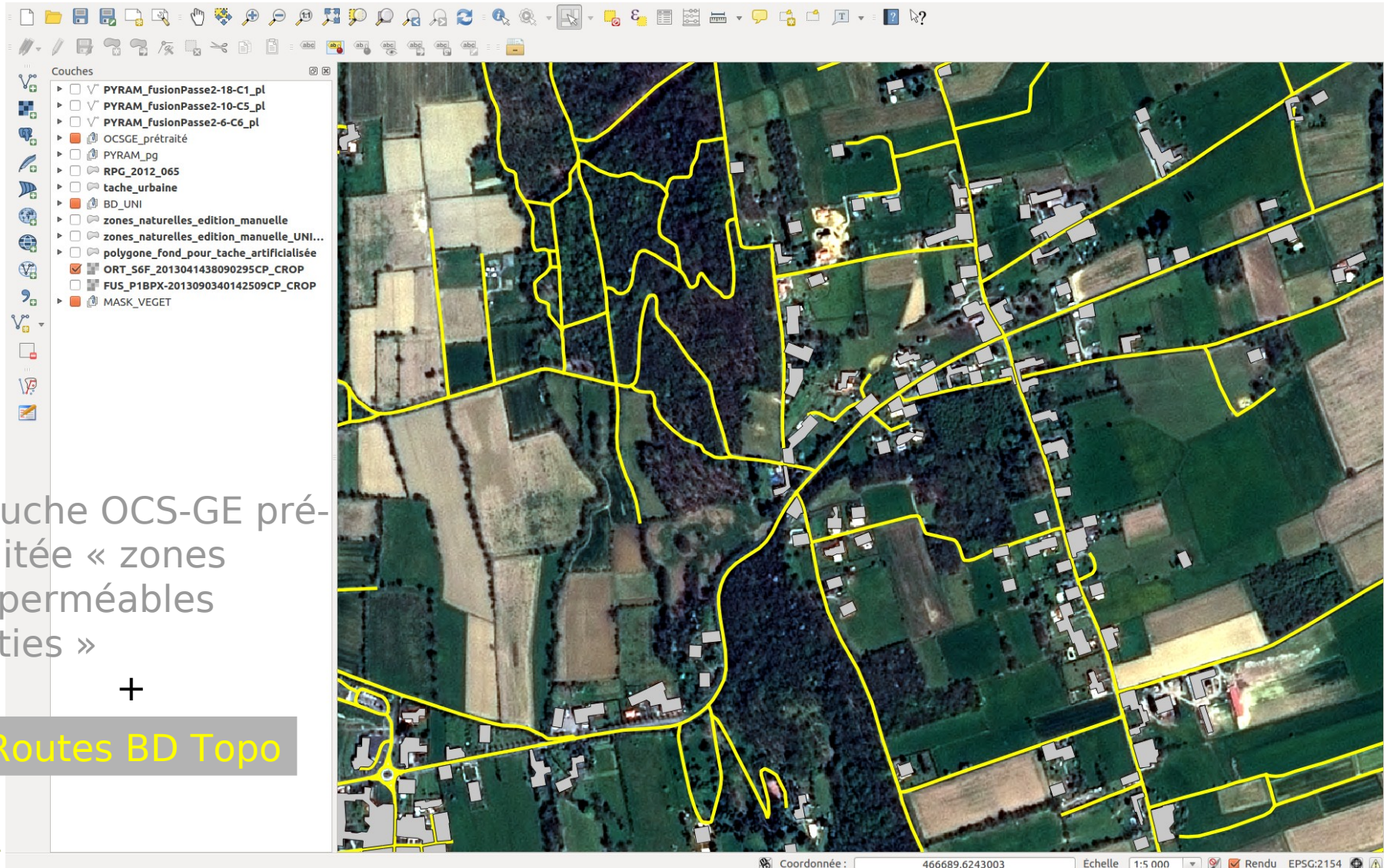
- PYRAM\_fusionPasse2-18-C1\_pl
- PYRAM\_fusionPasse2-10-C5\_pl
- PYRAM\_fusionPasse2-6-C6\_pl
- OCSGE prétraité
- PYRAM\_pg
- RPG\_2012\_065
- tache\_urbaine
- BD\_UNI
- zones\_naturelles\_edition\_manuelle
- zones\_naturelles\_edition\_manuelle\_UNI...
- polygone\_fond\_pour\_tache\_artificialisée
- ORT\_S6F\_2013041438090295CP\_CROP
- FUS\_P1BPX-2013090340142509CP\_CROP
- MASK\_VEGET

Couche OCS-GE pré-traitée « zones imperméables bâties »

Coordonnée : 465100,6242592 Echelle : 1:5 000 Rendu EPSG:2154

# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## Illustration de la chaîne de traitement envisagée



Couche OCS-GE pré-traitée « zones imperméables bâties »

+

Routes BD Topo

# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## Illustration de la chaîne de traitement envisagée

Couches

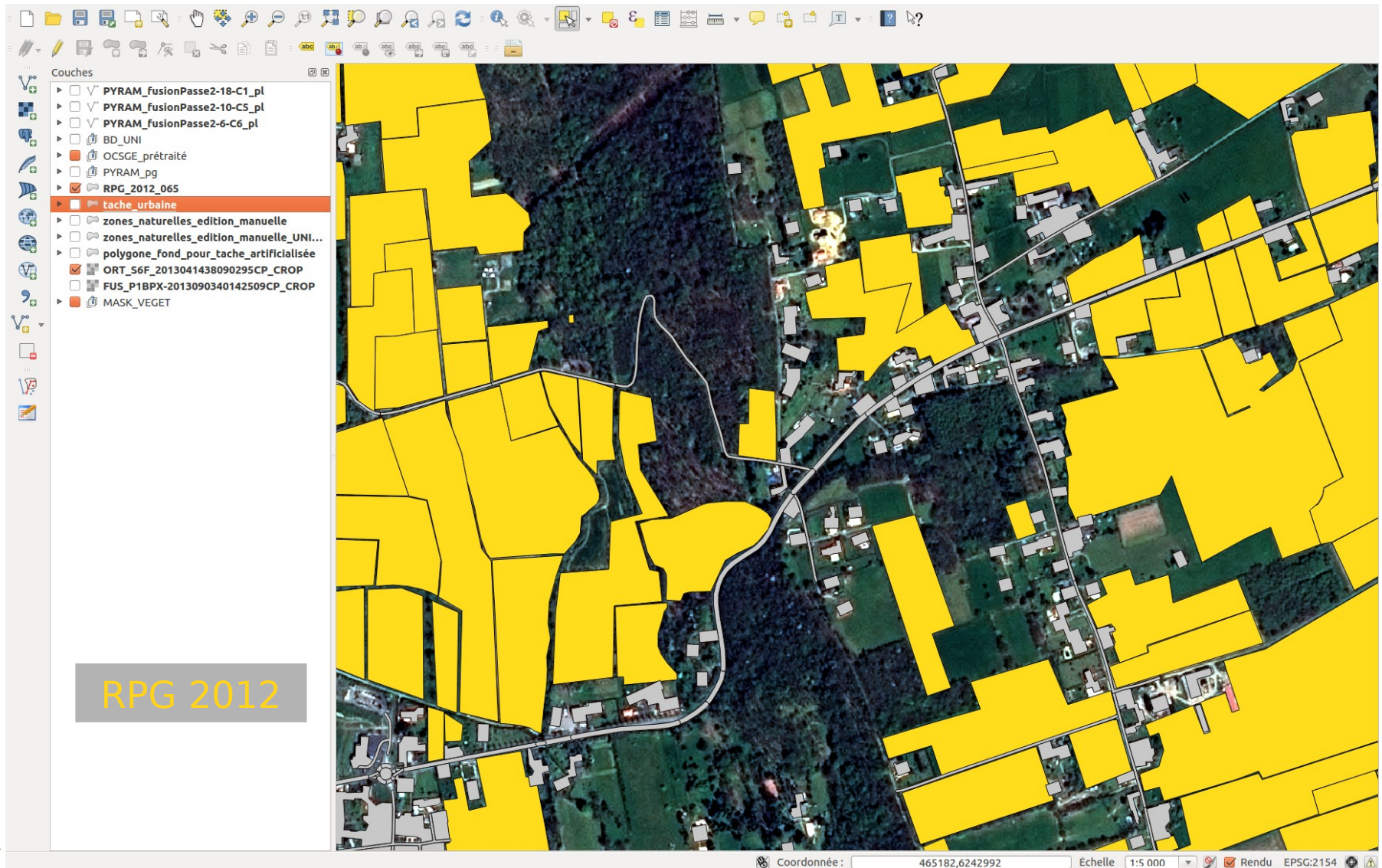
- PYRAM\_fusionPasse2-18-C1\_pl
- PYRAM\_fusionPasse2-10-C5\_pl
- PYRAM\_fusionPasse2-6-C6\_pl
- OCSGE prétraité
- PYRAM\_pg
- RPG\_2012\_065
- tache\_urbaine
- BD\_UNI
- zones\_naturelles\_edition\_manuelle
- zones\_naturelles\_edition\_manuelle\_UNI...
- polygone\_fond\_pour\_tache\_artificialisee
- ORT\_S6F\_2013041438090295CP\_CROP
- FUS\_P1BPX-2013090340142509CP\_CROP
- MASK\_VEGET

Coordonnée : 465028,6242563 Echelle : 1:5 000 Rendu EPSG:2154

Couche OCS-GE pré-traitée « zones imperméables bâties & non bâties »

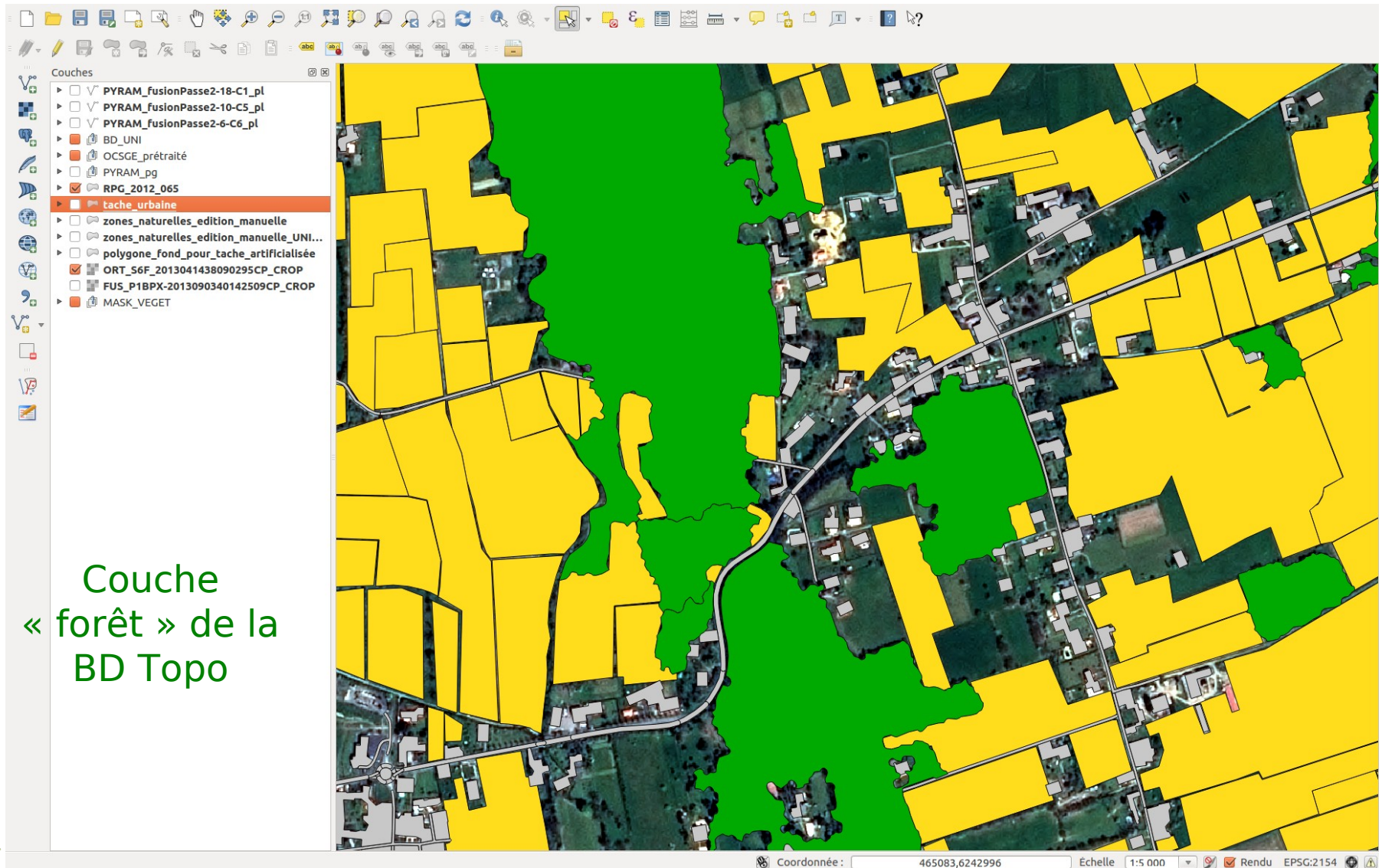
# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## Illustration de la chaîne de traitement envisagée



# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

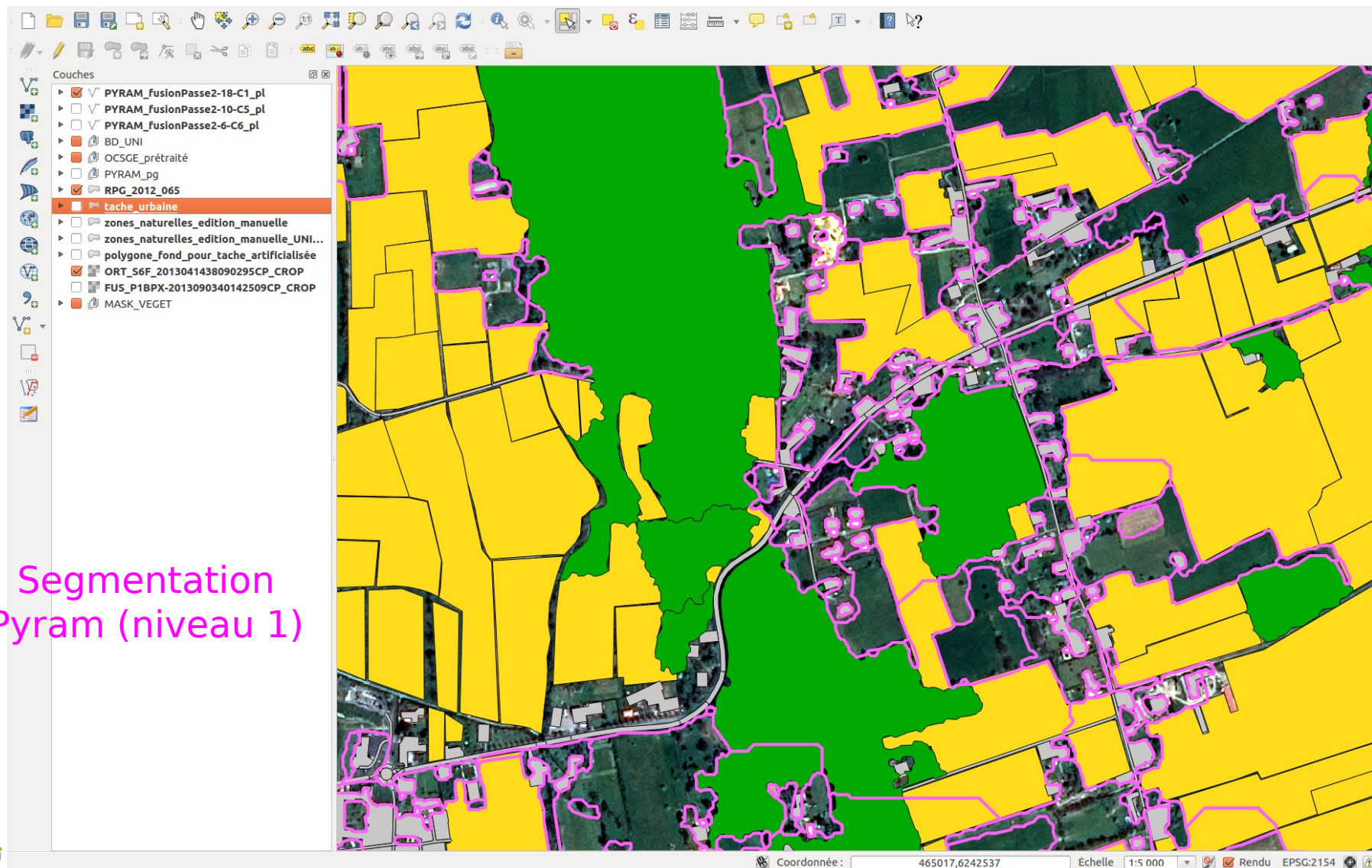
## Illustration de la chaîne de traitement envisagée





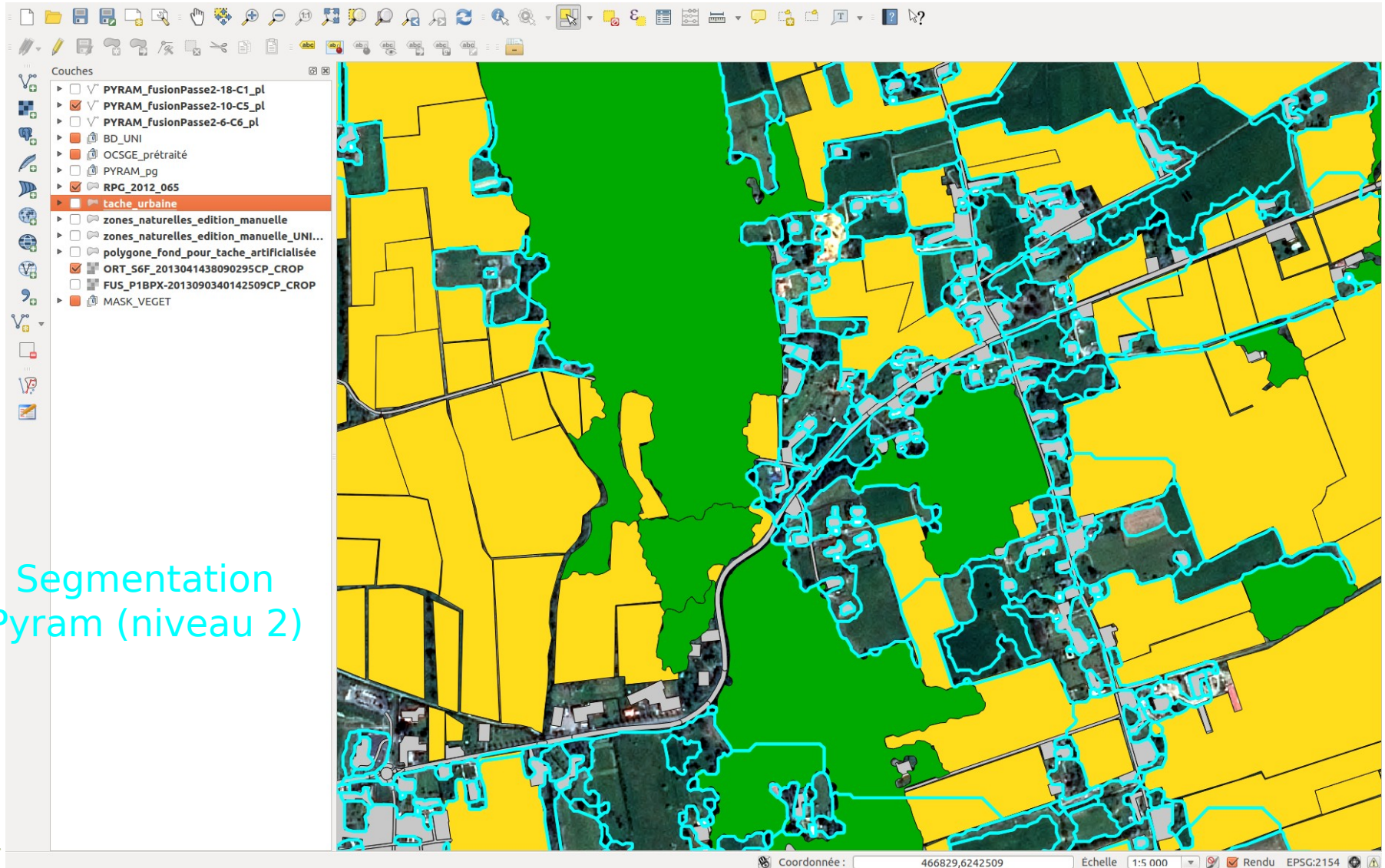
# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## Illustration de la chaîne de traitement envisagée



# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

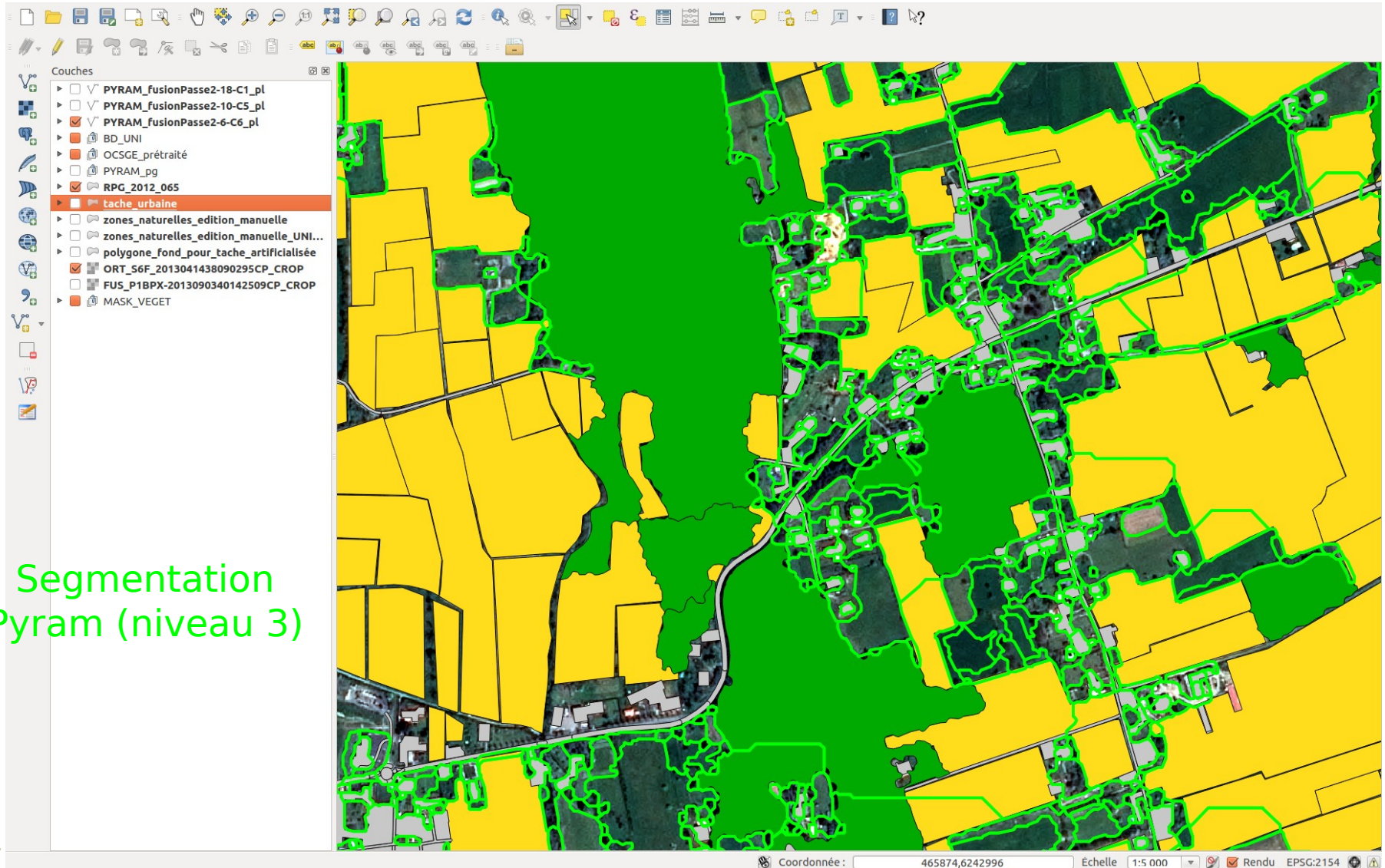
## *Illustration de la chaîne de traitement envisagée*



Segmentation  
Pyram (niveau 2)

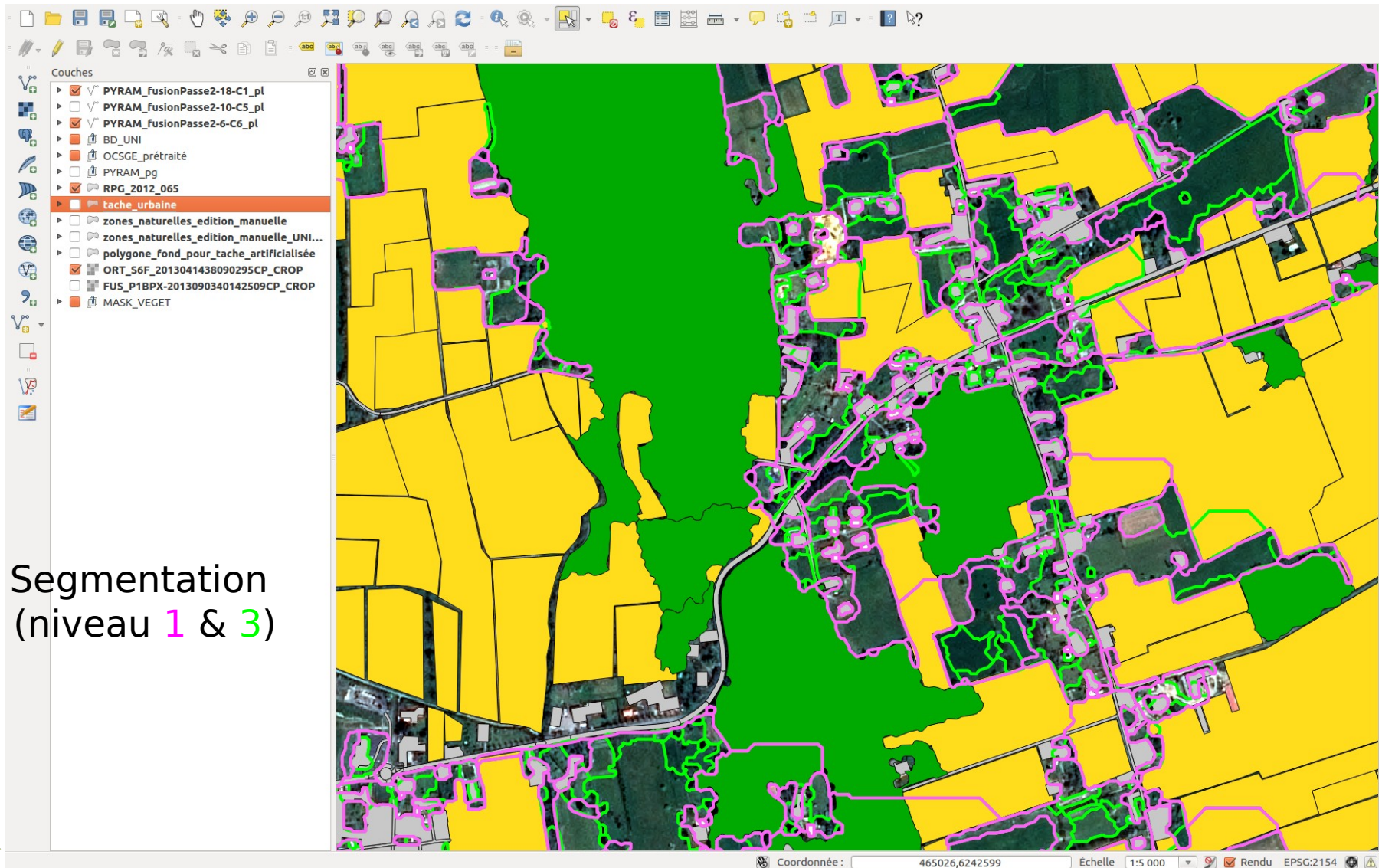
Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

*Illustration de la chaîne de traitement envisagée*



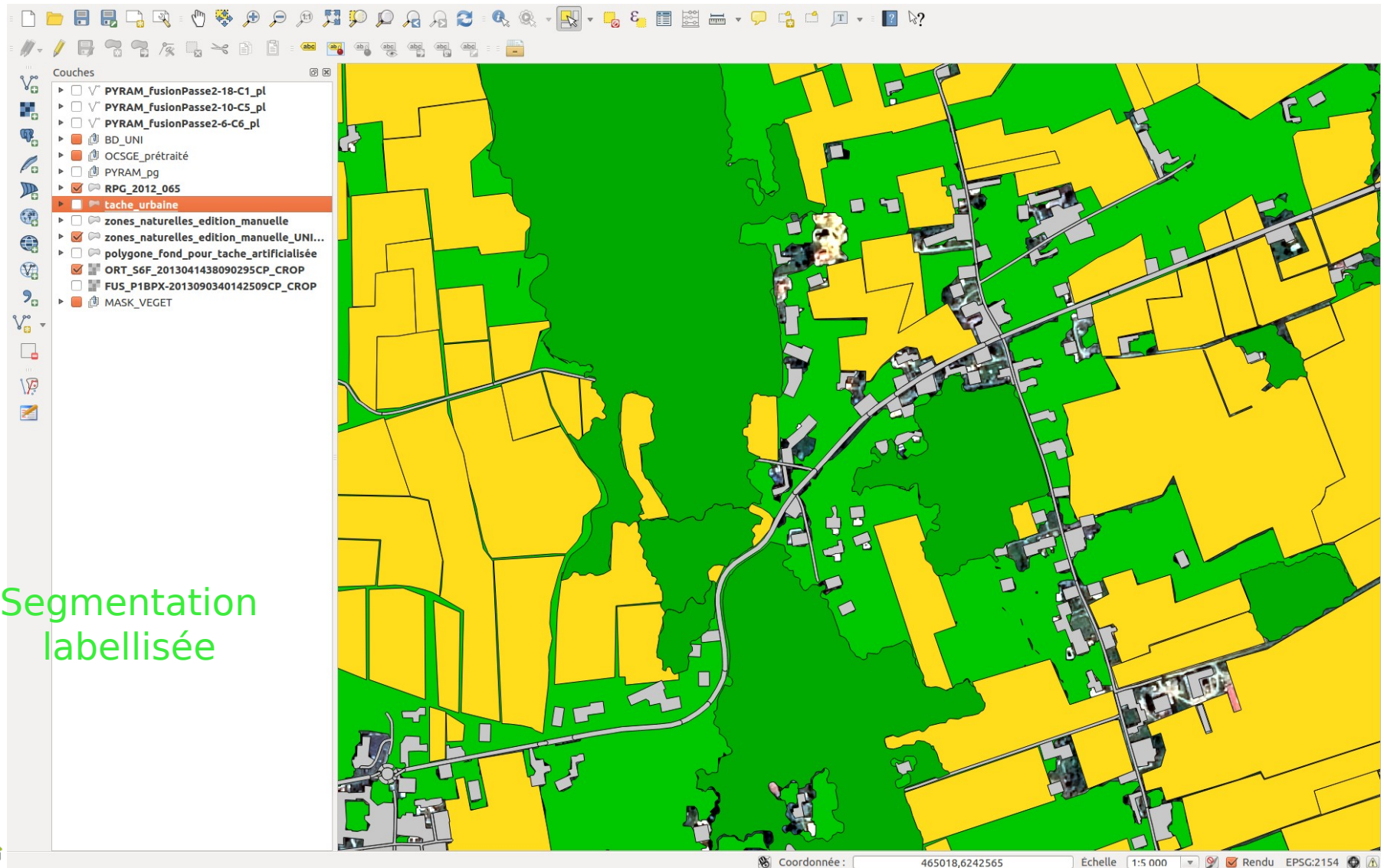
# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## Illustration de la chaîne de traitement envisagée



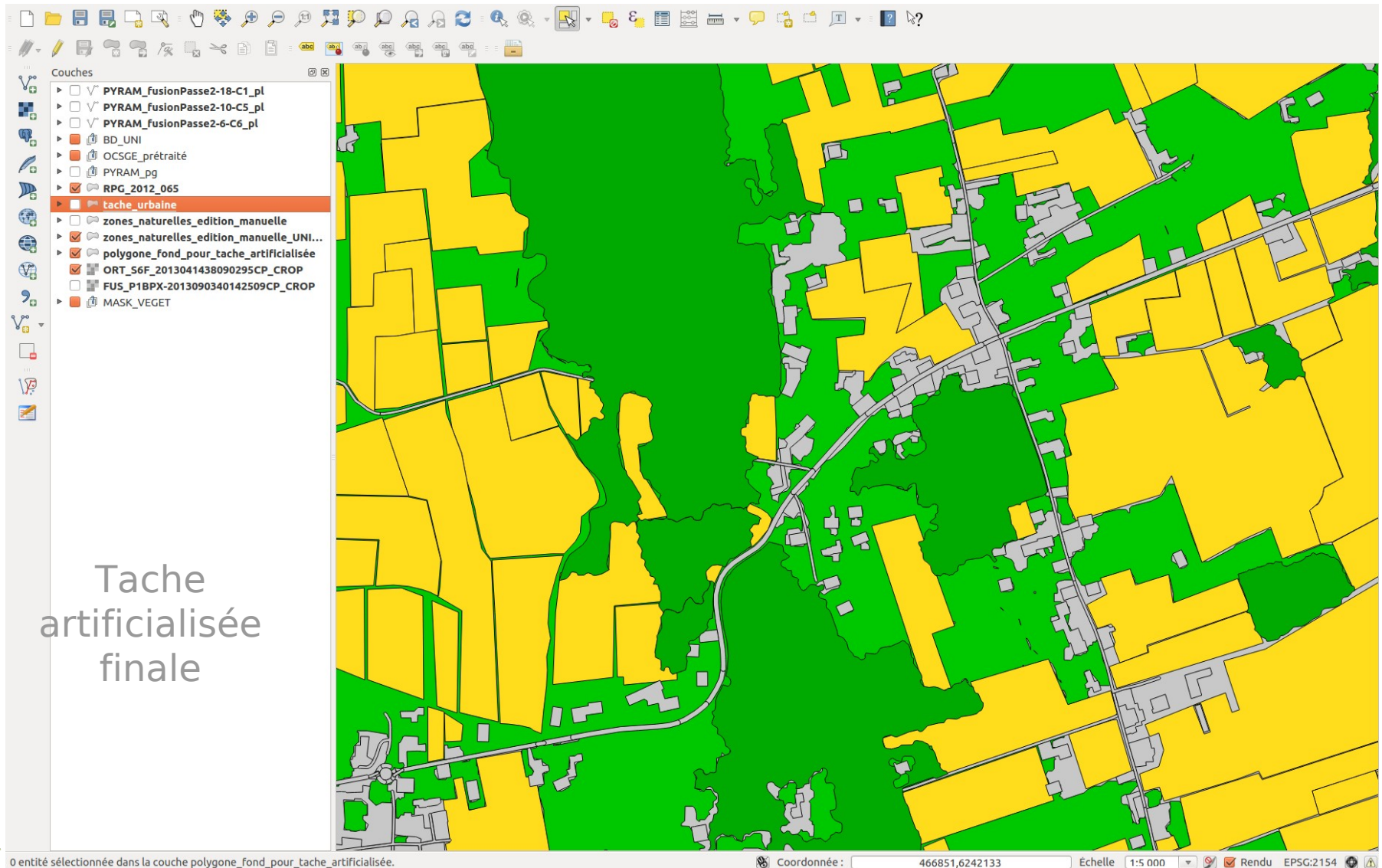
# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## Illustration de la chaîne de traitement envisagée



# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## Illustration de la chaîne de traitement envisagée



# Constitution d'une couche « tache artificialisée » sur l'ensemble du territoire métropolitain mise à jour annuellement

## Apport de la télédétection

- Qualification de certaines BD e.g. BD Forêt
- Labellisation automatique des segments issus de Pyram

→ en utilisant les résultats de classification comme celle de l'IRSTEA (UMR TETIS)<sup>1</sup>



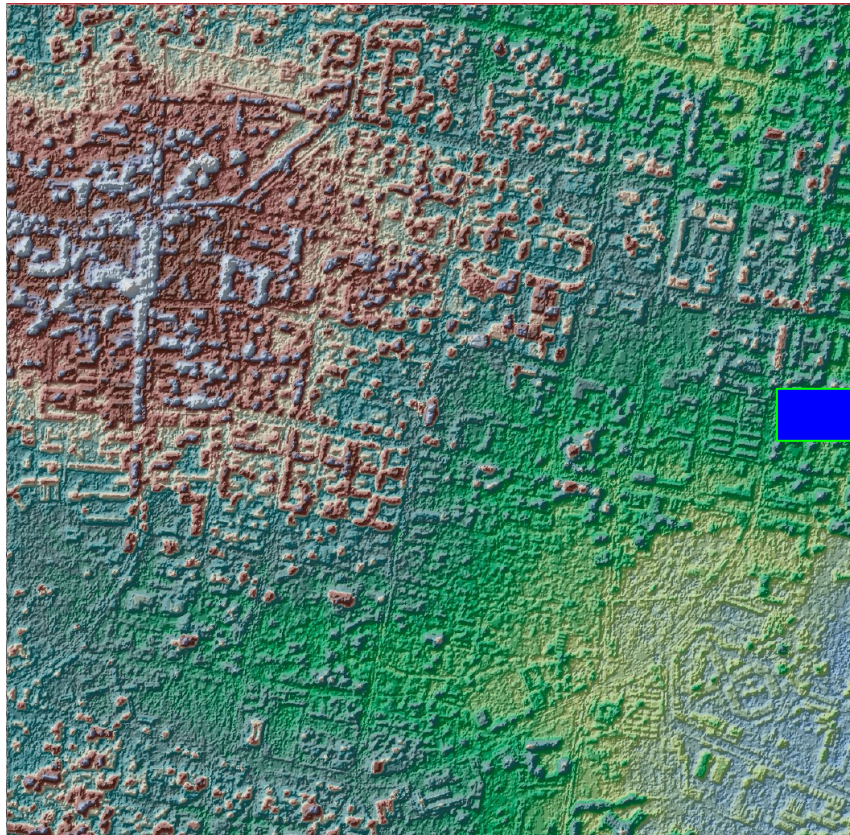
<sup>1</sup> Dupuy S., Barbe E., Balestrat M. 2012. An object-based image analysis method for monitoring land conversion by artificial sprawl use of RapidEye and IRS data. Remote sensing, 4 (2) : 404-423.

Merci pour votre attention !

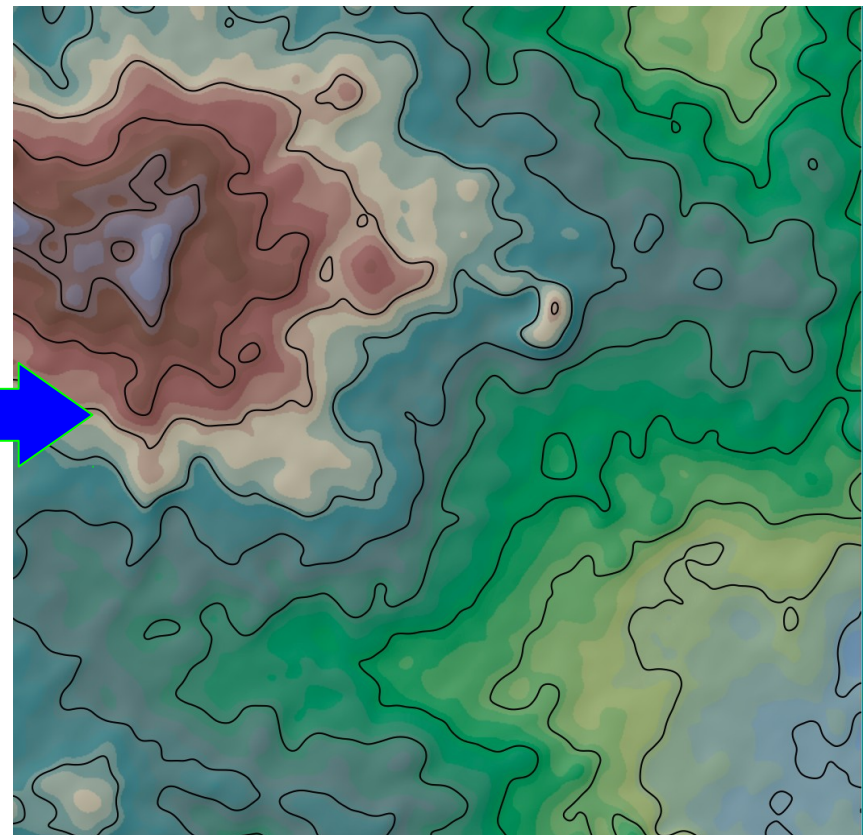
Nicolas.Champion@ign.fr





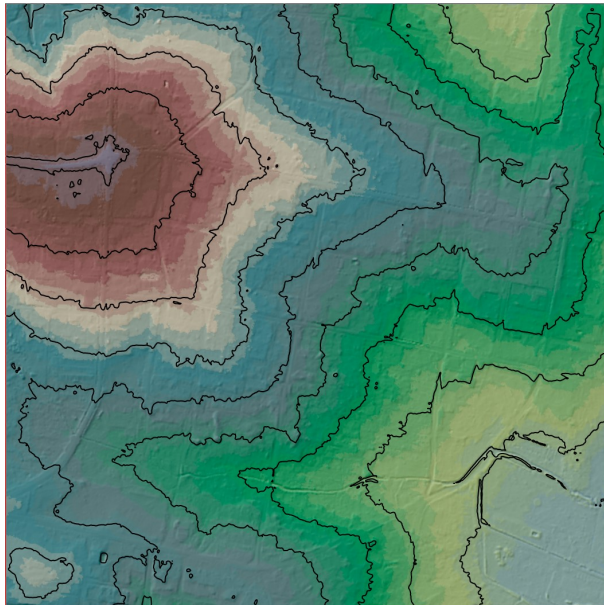
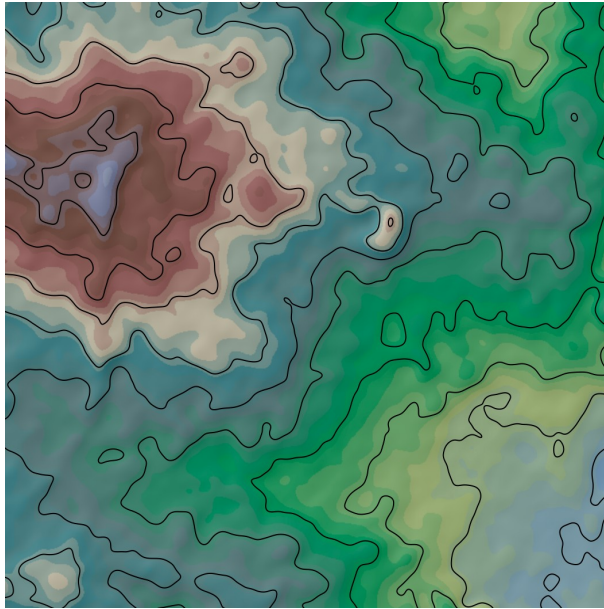


**MNS PHR**

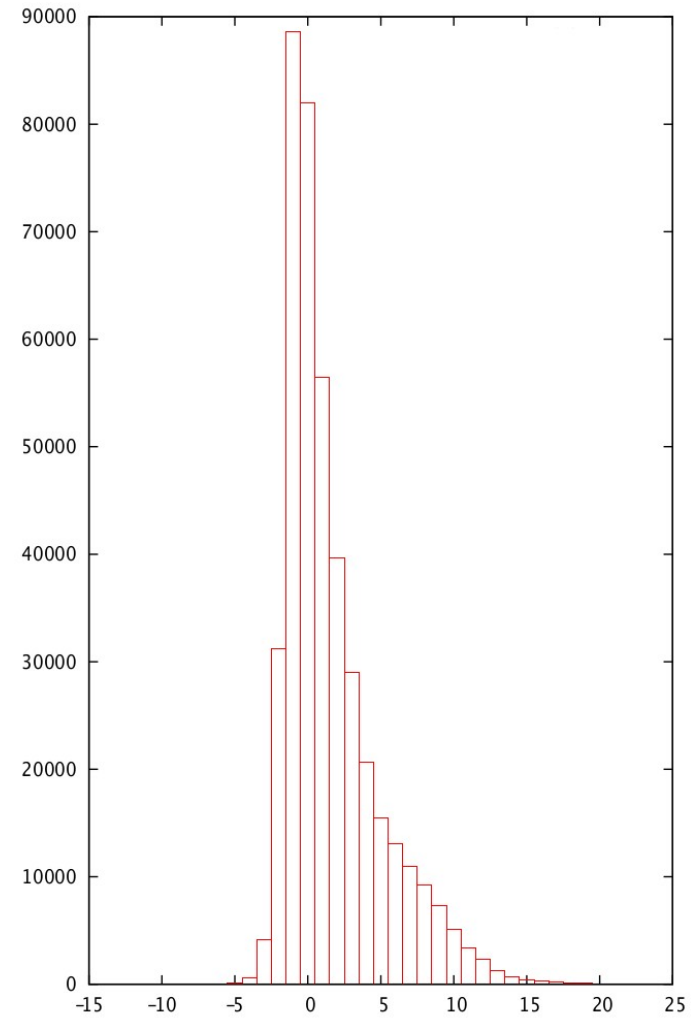


**MNT**

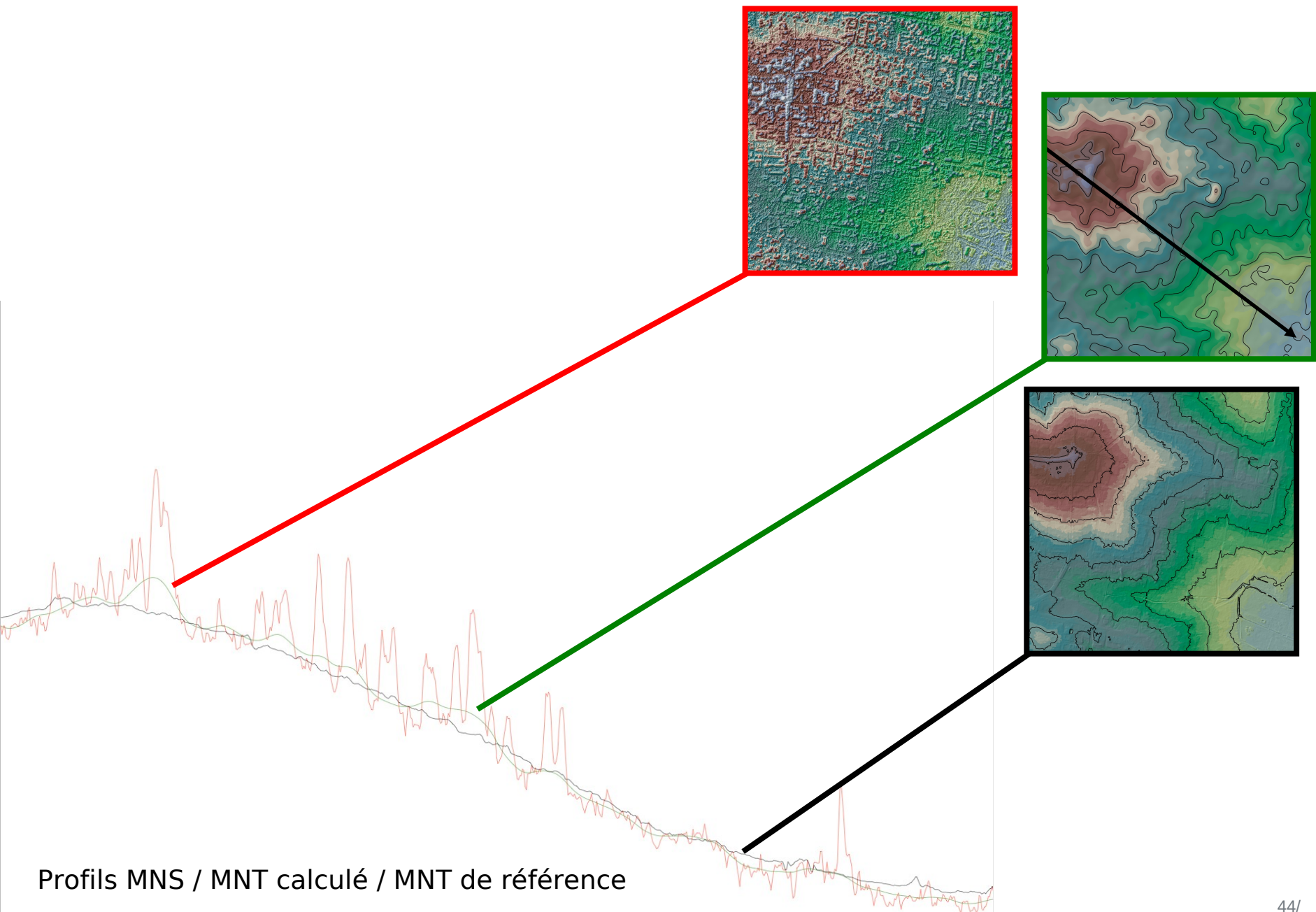
**MNT**



**MNT de référence**



Analyse statistique des différences  
entre le MNT calculé et le MNT de  
référence



Profils MNS / MNT calculé / MNT de référence