

OTB: logiciel libre de traitement d'images satellites

Traitement d'images de télédétection

M. Grizonnet¹, J. Michel¹, J. Malik², D. Hebrard³

¹CNES , TOULOUSE, FRANCE

²COMMUNICATIONS & SYSTÈMES

³CETE SUD-OUEST

Sommaire

Intro

OTB pour les nuls

Comment l'utiliser ?

Quoi de neuf ?

OTB par l'exemple

Perspectives

Sommaire

Intro

OTB pour les nuls

Comment l'utiliser ?

Quoi de neuf ?

OTB par l'exemple

Perspectives

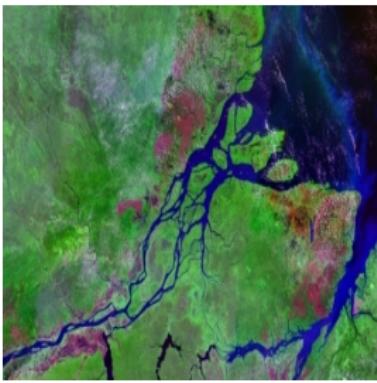
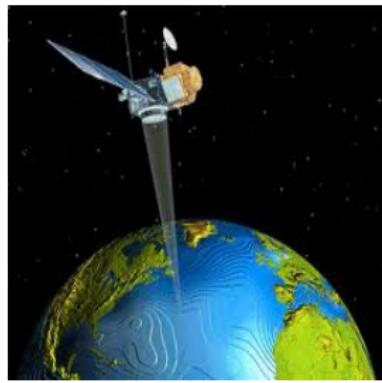
Quoi ?

Traitement d'images de télédétection

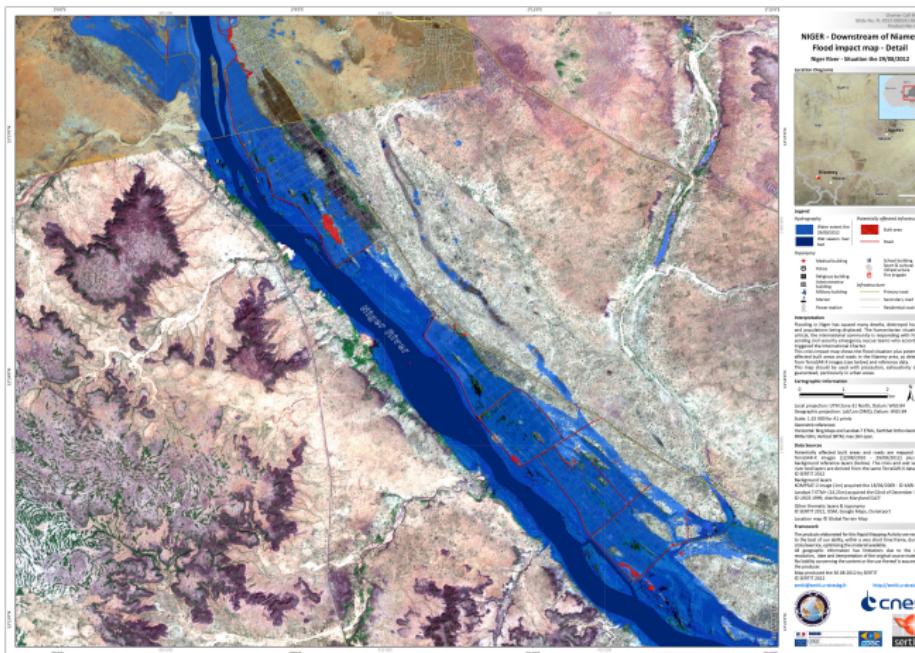
- ▶ Lire images, accéder aux méta-données
 - ▶ Implémenter et distribuer des algorithmes d'extraction d'information pour la Très Haute Résolution Optique → Reproductibilité
- être capable **extraire le plus d'informations des données, algorithmes, ...**



Illustrations



Illustrations



Qu'est-ce que l'ORFEO ToolBox (OTB) ?

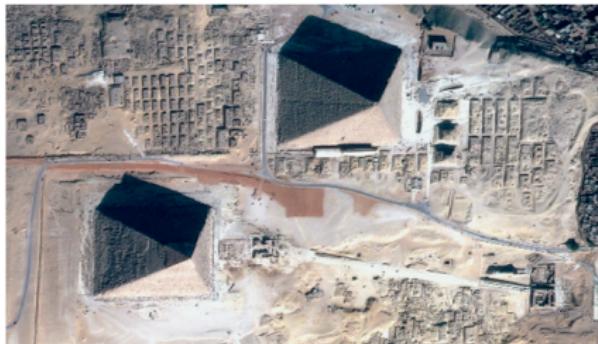
**Développée dans le cadre du programme préparatoire
ORFEO - Image Très Haute Résolution (THR)**

But

Faciliter le développement et la validation de nouveaux algorithmes (détection, classification, pré-traitement, extraction...)

- ▶ Librairie C++ : beaucoup algorithmes, boîte à outils avec une interface commune
- ▶ Open source (licence CeCILL v2 - GPL like)
- ▶ Windows, Linux, Unix, Mac OS X

Fin de l'histoire (Happy end) : 2011 - Lancement de Pléiades 1A



Crédits : Pléiades 1A - CNES 2012

Sommaire

Intro

OTB pour les nuls

Comment l'utiliser ?

Quoi de neuf ?

OTB par l'exemple

Perspectives

Les Lundis de l'Histoire (1)

Au commencement (2006)

- ▶ Débute en 2006 au CNES, finance plusieurs développeurs à plein temps
Contractants : société C-S SI (Toulouse)
- ▶ Cibler sur la THR optique mais avec des applications vers d'autres capteurs
(moyenne résolution, radar, hyperspectrale...)
- ▶ Budget de 4 ans, plus de 1,000,000€ prolongé jusqu'en 2014

Interface graphique (2008)

- ▶ Nombreuses interactions avec utilisateurs finaux → Besoin d'applications pour non développeurs
- ▶ Développement applications avec interface graphique depuis 2008
- ▶ Sessions de formations en France, Belgique, Madagascar, Paris-UNESCO, Hawaï...

Les Lundis de l'Histoire (2)

Monteverdi (2009)

- ▶ Logiciel modulaire avec interface graphique → Accès faciliter à des fonctionnalités OTB (ORFEO composer)
- ▶ Initialement développer dans le cadre de formation *Capacity Building*)
- ▶ Chaîner des traitements de manière interactive
- ▶ Demande forte pour ce type d'outils

Communauté SIG (2011)

- ▶ Investissement dans la communauté OSGeo
- ▶ OTB : fournit des briques de traitements accessibles dans un SIG
- ▶ Accès à l'OTB *via* le framework **OTB-Applications**
- ▶ 1 implémentation → utilisation dans différents contextes
- ▶ Exemple : plugins QGIS (*via* **Sextante**)
- ▶ En parallèle : continue ajouter de nouveaux algorithmes dans la librairie (3D, extraction de primitives, support de nouveaux capteurs, segmentation...)

Pourquoi l'OTB ?

Pourquoi le CNES finance l'OTB ?

- ▶ CNES n'est pas un éditeur de logiciels
- ▶ Objectif **encourager la Recherche**
- ▶ le CNES développe des satellites mais veut s'assurer que les **images sont utilisées**

Succès ?

- ▶ Communauté des utilisateurs de l'OTB a grandi et s'est diversifiée
- ▶ Présentation à IGARSS, ISPRS, OGRS, FOSS4G, FROG...
- ▶ CNES souhaite poursuivre les dév. au-delà du programme ORFEO (Juin 2014)
- ▶ **re-using is powerful**

Comment ?

Feuille de route

Ne pas ré-inventer la roue

Environnements outils Open Source pour le TI

- ▶ **ITK** : à la base de l'OTB (calcul au flot, parallélisation), nombreux algorithmes de traitements
- ▶ **Gdal** : lecture/écriture raster et vecteur (geotiff, raw, png, jpeg, shapefile, ...)
- ▶ **OpenJPEG** : lire/écrire image au format jpeg2000 (utilisé par Pléiades et Sentinel-2)
- ▶ **Ossim** : modèle de capteurs (Spot, RPC, SAR, Pléiades...) et systèmes de projections
- ▶ **6S** : correction des effets atmosphériques
- ▶ et beaucoup d'autres : libLAS (lidar), Edison (segmentation Mean Shift), libSiftFast (SIFT), Boost (graph), libSVM (Support Vector Machines), OpenCV (classificateurs)

⇒ intégration dans une interface commune

Comment ?

Feuille de route

Contribution "upstream"

Environnements outils Open Source pour le TI

- ▶ **ITK** : retour bugs, évolution, participation feuille de route ITKv4
- ▶ **Gdal** : driver openJPEG, packaging...
- ▶ **OpenJPEG** : Améliorations pour permettre la lecture des images PHR dans OpenJpeg OpenJpeg 2.0 officielle : Gdal, Mapserver, QGIS
- ▶ **Ossim** : modèle de capteurs Pléiades, SAR, packaging...
- ▶ **Sextante** : intégration des OTB applications

Philo ⇒ “Upstream First”

Que peut-on faire avec l'OTB ?

Beaucoup de choses !

- ▶ Lire, écrire, convertir, faire des extraits (formats → Gdal)
- ▶ Pré-traitements : affinage, orthorectification, calibration radiométrique, pan-sharpening (capteurs → Ossim)
- ▶ Traiter (basique) : seuillage, réduction de dimension, transformée de Fourier ou ondelettes...
- ▶ Traiter (avancé) : extraction de primitives, segmentation, classification supervisée ou non, analyse objet, 3D...
- ▶ Exporter : Google Earth, QGIS...

On code et on documente

- ▶ Guide du logiciel (+800 pages pdf), voir version en ligne
- ▶ CookBook version en ligne pour les non développeurs
- ▶ Doxygen : documentation pour les développeurs

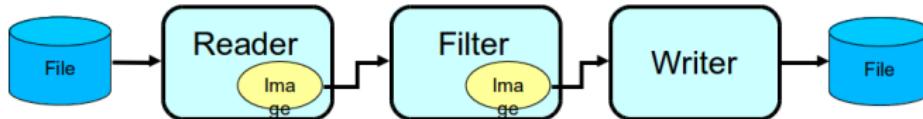
Architecture

Modulaire

- ▶ Faciliter la combinaison de blocs de traitements

Scalabilité

- ▶ Traiter scène complète aux flots transparent utilisateurs (ITK)
- ▶ Traitement parallèle - transparent utilisateur (ITK)

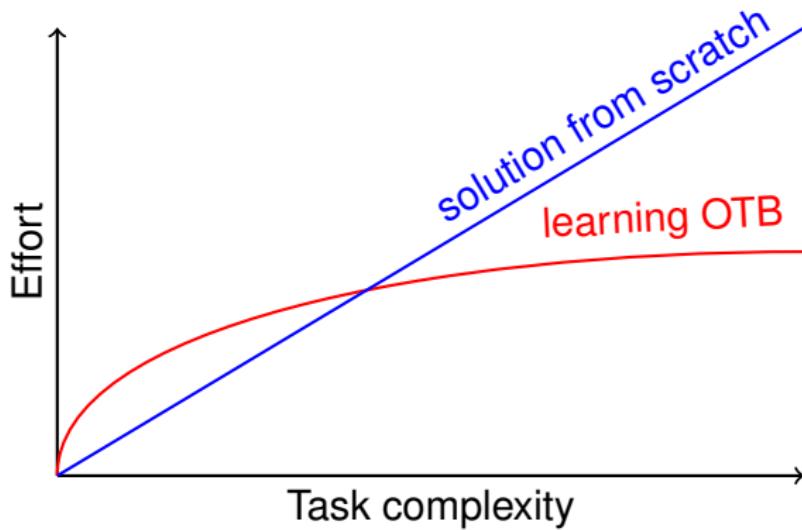


Courbe d'apprentissage pour les développeurs

Programmation C++

- ▶ Programmation générique (template)
- ▶ Patron de conception (Factory, Functors, Decorators, Smart Pointers, ...)

Courbe d'apprentissage



Trouver de l'aide

Logiciel libre : support de la communauté

- ▶ Support utilisateurs : otb-users@googlegroups.com
- ▶ Liens
 - ▶ Site web : www.orfeo-toolbox.org
 - ▶ Wiki : wiki.orfeo-toolbox.org
 - ▶ Blog : blog.orfeo-toolbox.org
 - ▶ Un coup d'oeil au code ? hg.orfeo-toolbox.org
 - ▶ Un bug ? bugs.orfeo-toolbox.org
- ▶ Documentation (disponible sur le site web)
 - ▶ Documentation API
 - ▶ Software Guide (développeurs)
 - ▶ Cookbook (non développeurs)

Sommaire

Intro

OTB pour les nuls

Comment l'utiliser ?

Quoi de neuf ?

OTB par l'exemple

Perspectives

Code

```
#include "otbImage.h"
#include "otbImageFileReader.h"
#include "otbStreamingImageFileWriter.h"
#include "itkCannyEdgeDetectionImageFilter.h"
#include "itkRescaleIntensityImageFilter.h"

int main(int argc, char * argv[])
{
    typedef double PixelType;
    typedef otb::Image<PixelType> ImageType;

    typedef unsigned char
        OutputPixelType;
    typedef otb::Image<OutputPixelType>
        OutputImageType;

    typedef otb::ImageFileReader<ImageType>
        ReaderType;
    ReaderType::Pointer reader =
        ReaderType::New();

    reader->SetFileName(argv[1]);

    typedef itk::CannyEdgeDetectionImageFilter
        <ImageType, ImageType> FilterType;
    FilterType::Pointer filter =
        FilterType::New();

    filter->SetInput(reader->GetOutput());
```

En utilisant les applications (intégrateurs)

Que sont les Applications ?

- ▶ Chaînes complètes dédiées à une tâche précise
- ▶ Basées sur l'API OTB
- ▶ ligne de commande, GUI, Python...

Exemples

- ▶ Orthorectification
- ▶ Segmentation
- ▶ reconstruction 3D
- ▶ Classification
- ▶ Détection de changements

Actuellement : 75 applications dans l'OTB

OTB applications depuis Python

```
#!/usr/bin/python

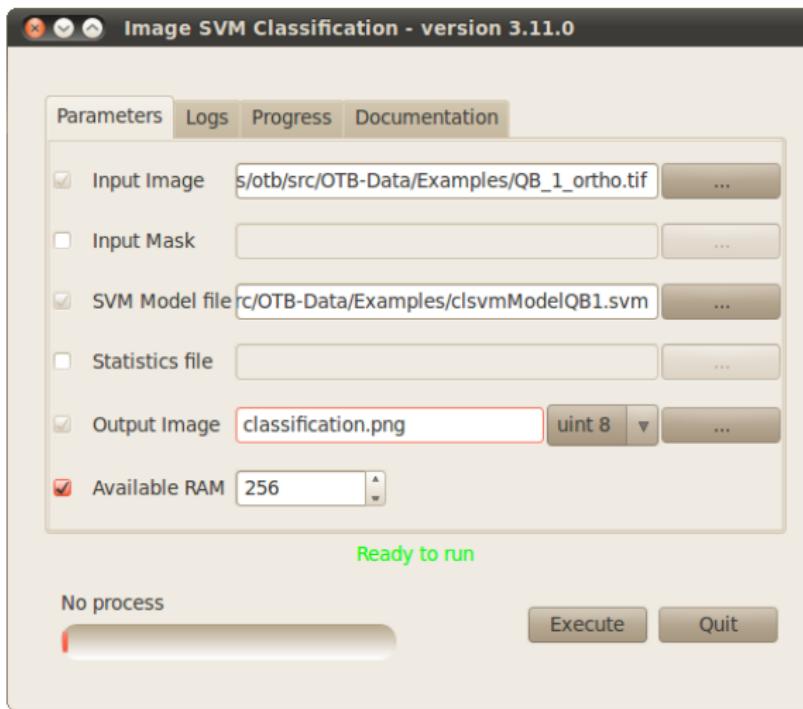
# Import the otb applications package
import otbApplication

# The following line creates an instance of the ImageSVMClassifier
# application
ImageSVMClassifier =
    otbApplication.Registry.CreateApplication("ImageSVMClassifier")

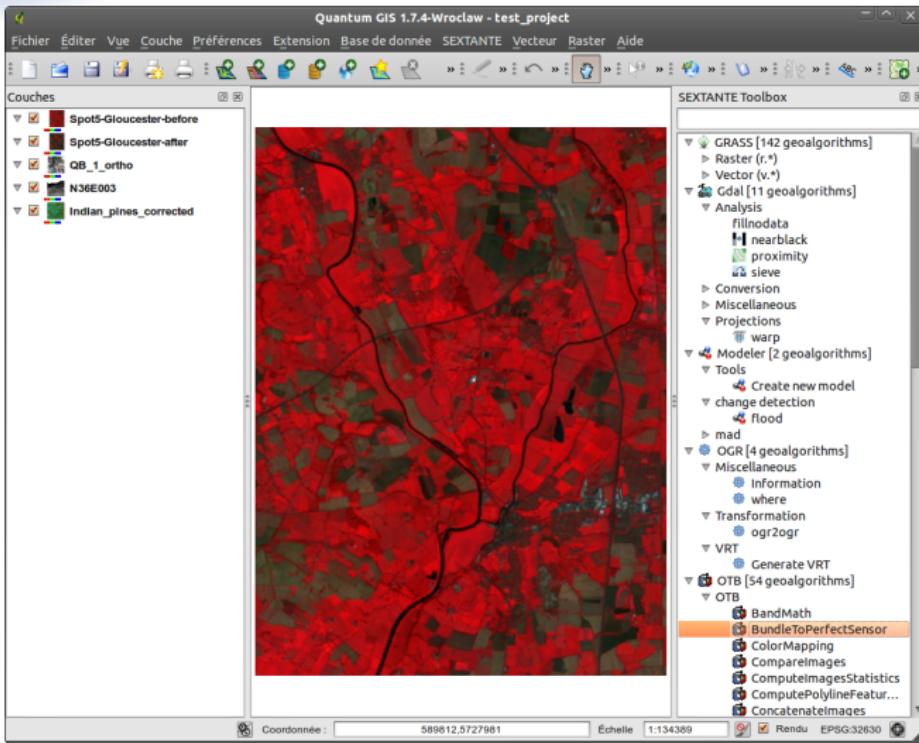
# The following lines set all the application parameters:
ImageSVMClassifier.SetParameterString("in", "QB_1_ortho.tif")
ImageSVMClassifier.SetParameterString("imstat",
    "cliImageStatisticsQB1.xml")
ImageSVMClassifier.SetParameterString("svm", "clsvmModelQB1.svm")
ImageSVMClassifier.SetParameterString("out", "classification.png")
ImageSVMClassifier.SetParameterOutputImagePixelType("out", 1)

# The following line execute the application
ImageSVMClassifier.ExecuteAndWriteOutput()
```

Les applications OTB : interface Qt



Les applications OTB : dans QGIS (via Sextante) !



En utilisant Monteverdi (utilisateurs finaux)

Avant 2009

- ▶ Pas de logiciel graphique “intégré” pour l’OTB
- ▶ Des applications de démonstration

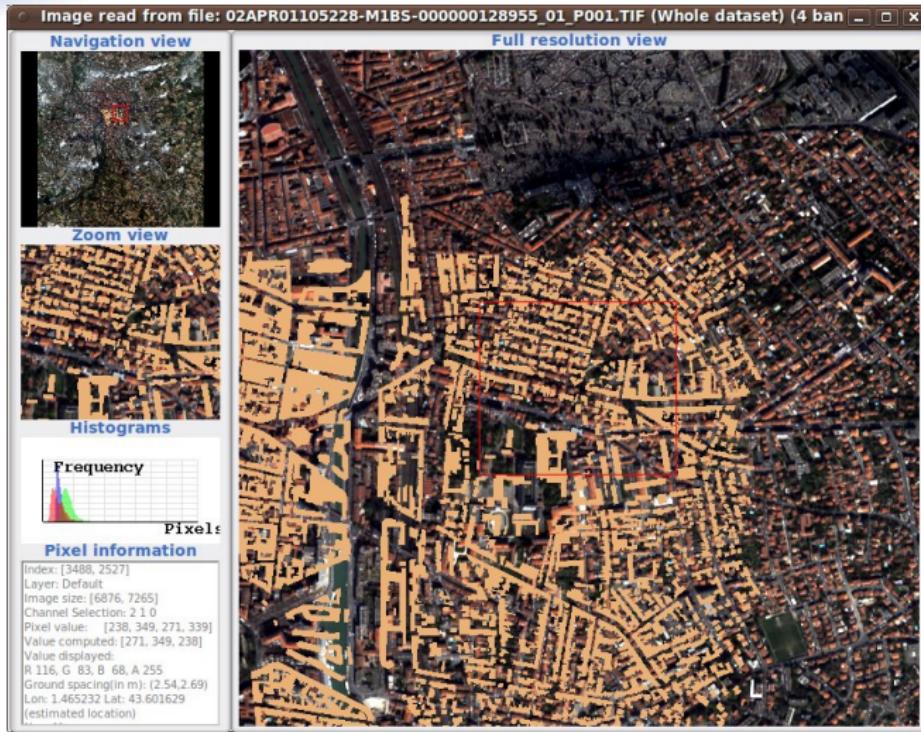
2009 - 2013 : Développement de Monteverdi

- ▶ Logiciel graphique modulaire basé OTB
- ▶ Financement DSP CNES pour “Capacity building”
- ▶ Gros succès (au delà des objectifs initiaux)
- ▶ Quelques imitations et manque d’ergonomie

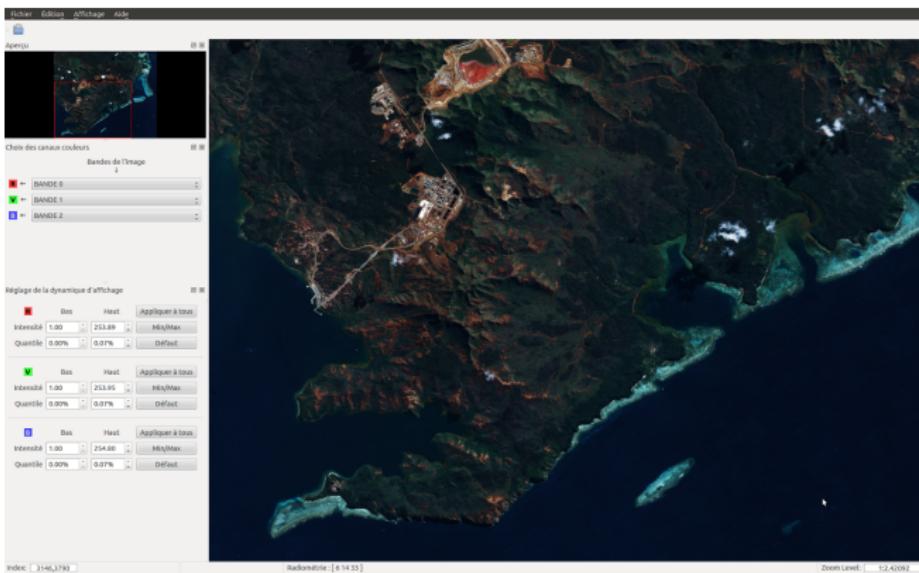
2013 : Refonte en Monteverdi 2.0 (en cours)

- ▶ Coeur : bonne visualisation + gestionnaire de collection
- ▶ Partie traitement déléguée aux **applications OTB**

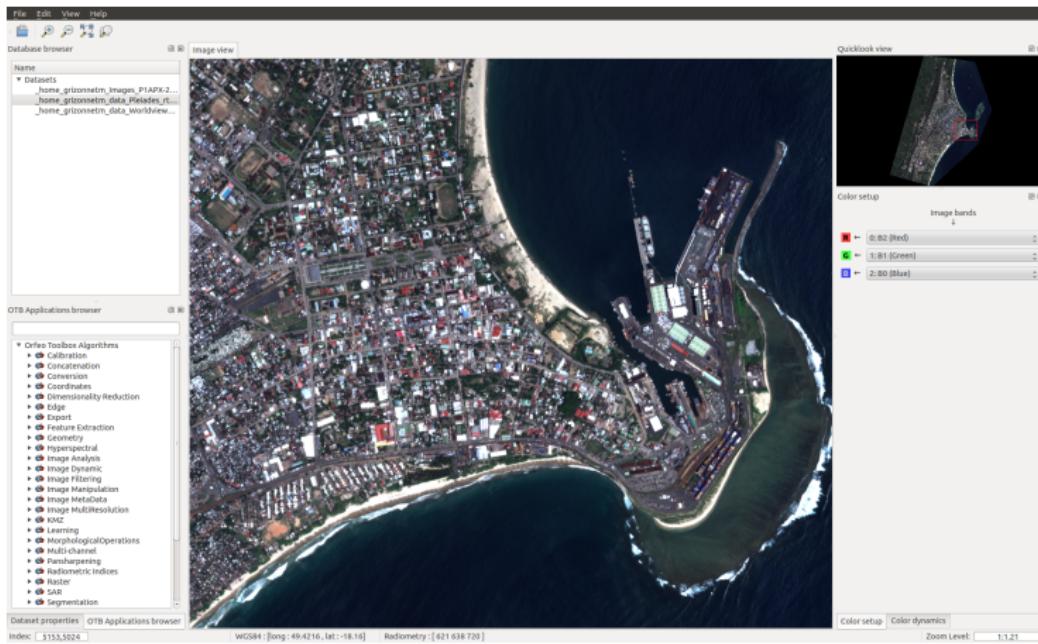
Monteverdi 1 - Fenêtre de visualisation



Monteverdi 2 - version beta 1



Monteverdi 2 - version beta 2 (à paraître en Juin)



Sommaire

Intro

OTB pour les nuls

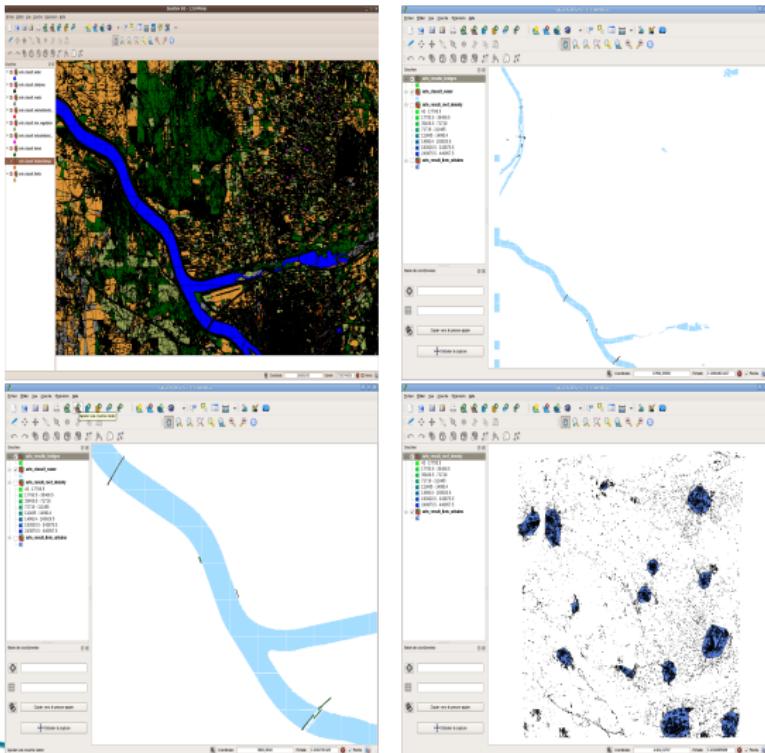
Comment l'utiliser ?

Quoi de neuf ?

OTB par l'exemple

Perspectives

Segmentation large-échelle : supprimer les effets de tuiles



FROG2013

A venir dans la prochaine version (3.18 en Juin)

- ▶ Passerelle vers OpenCV !
- ▶ Accès à de nombreuses méthodes de classification
- ▶ Intégré dans les applications OTB
- ▶ Algorithmes : Random Forest, SVM, Boost, Gradient boosting, Arbre de décision, réseau de neurones, méthode Bayésienne

Stereo reconstruction with OTB

- ▶ Stereo-rectification of optical images pair based on sensor model
- ▶ Complete spectrum of stereo correspondence algorithms has been published
- ▶ Block matching, sub-pixel estimation of disparity, median filter...
- ▶ Use SRTM as initial disparity (DEM)
- ▶ One click DEM generation

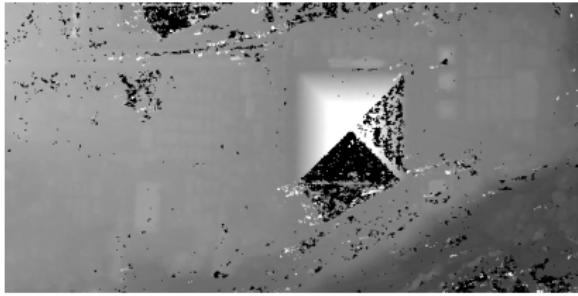


FIGURE: DEM à partir d'un couple stéréo Pléïades

FROG2013

Sommaire

Intro

OTB pour les nuls

Comment l'utiliser ?

Quoi de neuf ?

OTB par l'exemple

Perspectives

Quelques exemples d'utilisation

- ▶ OTB choisie par le CETE (MEEDDTL) pour la télédétection
- ▶ OTB utilisée comme moteur de traitement du site web RTU
- ▶ OTB choisi comme composant de segment sol (Venus, S2)
- ▶ OTB utilisée par le projet GNORASI (www.gnorasi.gr)

Recette Thématique Utilisateurs Pléiades



Exemple d'étude : caractérisation fine de la densité urbaine

Collaboration CNES OTB RTU - commanditaire : CERTU
DGALN – MEDDE

- ▶ **Besoin institutionnel** : acteurs dans le cadre des politiques publiques de l'habitat : lutte contre l'étalement urbain et préservation des espaces naturels et agricoles et résorption de la crise du logement
- ▶ Stratégie : densification des coeurs de ville, repérage du foncier mutable (dent creuse)
- ▶ besoin de données fiables et récentes et indicateurs de densité

Stratégie en terme de données et outils :

- ▶ Données **libres** ou financées pour les institutions (RTU, Géosud, PTSC, RGE IGN...)

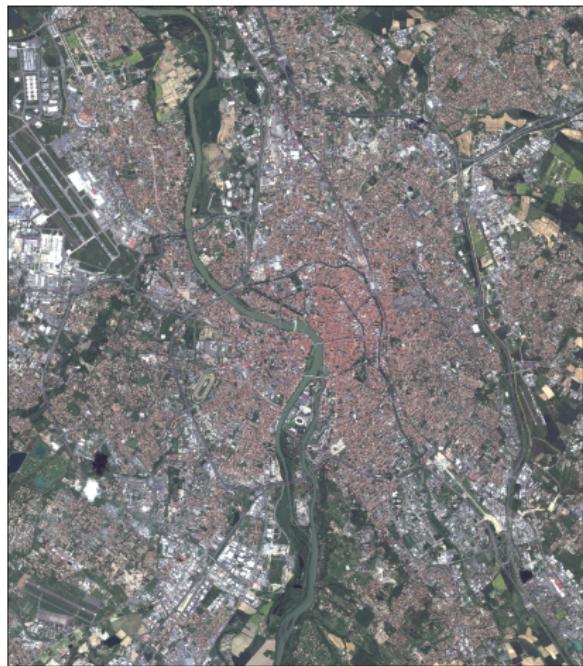
Réalisation de l'étude : PCI-AST CETE SO MEDDE

Outils **libre** : OTB, QGIS, Python...



Caractérisation fine de la densité urbaine

- ▶ Acquisition d'une image satellite THRS et d'un MNE issue d'un couple stéréo
- ▶ Images de la zone issues du satellite Pléiades THRS (Très Haute Résolution Spatiale < 1m) - ORFEO-RTU-CNES



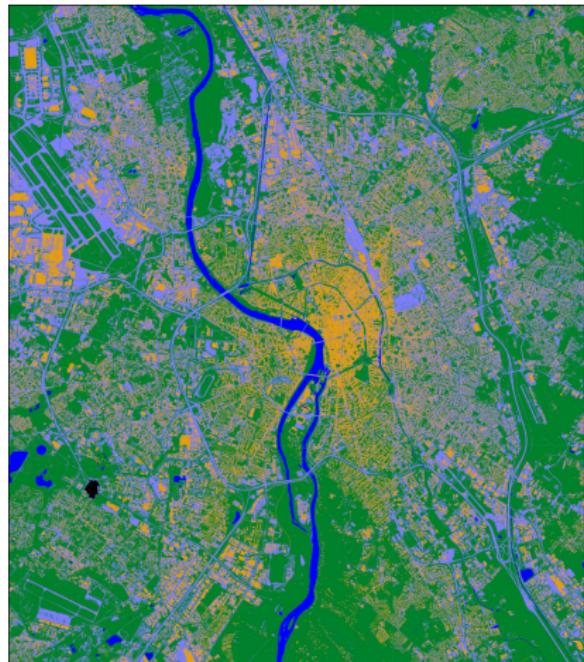
Réalisation de l'étude : PCI-AST CETE SO MEDDE

Caractérisation fine de la densité urbaine

- ▶ Extraction des données et création d'une carte d'occupation du sol 4 macro classes

Chaîne de traitement OTB :

- ▶ Algo OTB SVM par apprentissage
- ▶ Fusion des micro classes en macro classes OTB (band math)
- ▶ Filtre moyenne
- ▶ Extraction des surfaces bâties



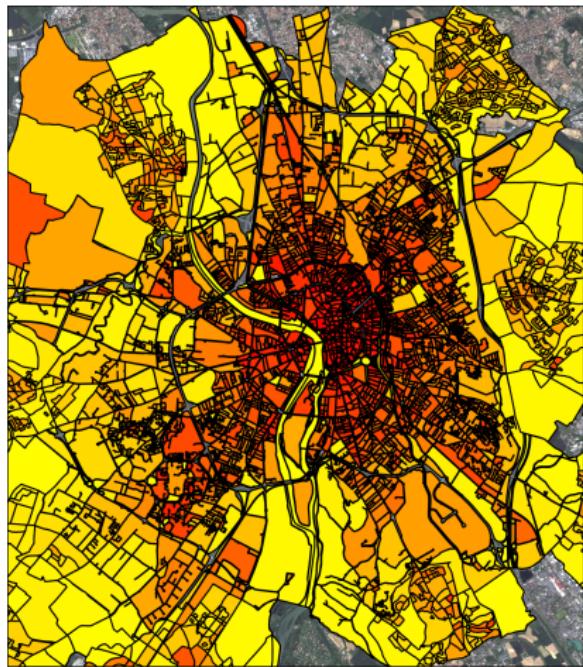
Réalisation de l'étude : PCI-AST CETE SO MEDDE

Caractérisation fine de la densité urbaine

- ▶ Création d'un indicateur de densité
- ▶ Densité volumique (croisement surface bâtie / hauteur des bâtiments M NH=M NE-M NT)

Traitement QGIS :

- ▶ calcul des volumes par polygone (îlot INSEE)



Réalisation de l'étude : PCI-AST CETE SO MEDDE

Exemple d'étude : caractérisation fine de la densité urbaine

Bilan et perspectives

- ▶ Collaboration productive CNES MEDDE(convention)
- ▶ MEDDE CETE-SO → CNES :retours sur utilisation OTB et formulation des besoins
- ▶ CNES → MEDDE-CETE SO :enrichissement de la librairie, appui technique...

Au MEDDE CETE SO

- ▶ Bon accueil de l'étude
- ▶ Demandes des services MEDDE se font de plus en plus nombreuses sur l'utilisation des outils
- ▶ Volonté de diffusion dans les services (produits, formation, webservice PEPS)

Sommaire

Intro

OTB pour les nuls

Comment l'utiliser ?

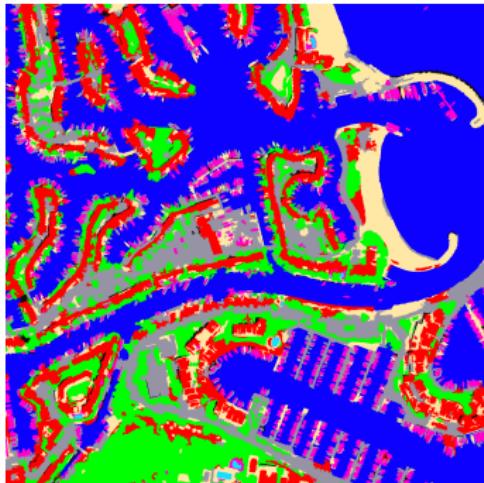
Quoi de neuf ?

OTB par l'exemple

Perspectives

Et maintenant ?

- ▶ OTB va continuer au delà du programme ORFEO (VHR, SAR, MX,HX...)
- ▶ Open software → Open Data maintenant ?



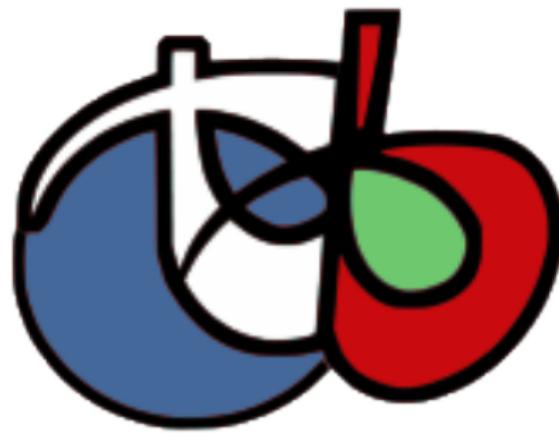
Size does matter...

- ▶ Données de télédétection de plus en plus accessible...
- ▶ ... Mais besoin croissant d'outils performants pour les manipuler
- ▶ SMOS : 11 To de données par an
- ▶ **Sentinel-2** (13 bandes spectrales 10m/60m res.) :acquisition systématique de toutes les Terres tous les 5 jours !
- ▶ « *Et puis est venue l'idée la plus grandiose de toutes. En fait, nous avons réalisé une carte du pays, à l'échelle d'un mile pour un mile !* »



L. Carroll, Sylvie and Bruno concluded (1893)

Questions ?



ORFEO ToolBox is not a black box

(OTB slideshow)