

Forêts tropicales

TP : Surveillance de la déforestation en Amazonie par Télédétection

Ghaith Amin

Grain n°3501





Plan



- Objectif
- Introduction
- Zone d'étude
- Méthode
- Résultat attendu
- Installation et utilisation de l'OTB
- Étapes
 - 1- Téléchargement des images satellite
 - 2- Prétraitement des images Sentinel-2
 - 3- Calcul des indices de texture (Haralick)
 - 4- Calcul des indices spectraux
 - 5- Apprentissage automatique
 - 6- Cartographie de la déforestation



Objectif



L'objectif de ce TP est de découvrir l'utilisation des images satellites du programme COPERNICUS dans le contexte des applications forestières, et de maîtriser les outils nécessaires pour mettre en place une stratégie efficace de cartographie et de surveillance de la déforestation en Amazonie.

Introduction

- La déforestation est le processus de conversion des forêts en terres non forestières, souvent lié à des activités humaines.
- Les causes de la déforestation sont variées, notamment l'expansion agricole, l'exploitation forestière commerciale, le développement urbain, et la conversion de terres forestières pour d'autres usages économiques.



Source : www.europarl.europa.eu

Introduction

- La déforestation est considérée comme un défi majeur pour plusieurs raisons importantes :
 - 1- La déforestation entraîne la perte d'habitats naturels, mettant en danger de nombreuses espèces végétales et animales.
 - 2- La déforestation contribue à l'augmentation des émissions de CO₂ dans l'atmosphère , contribuant ainsi au changement climatique.



Source : www.monarbre-matribu.com



Introduction



- La cartographie de la déforestation à l'aide de la télédétection se base sur la détection des changements structurels de la forêt causés par l'abattage d'arbres.
- Dans ce TP, nous proposons une méthode pour surveiller la déforestation sur une période de 5 années.
- Cette méthode repose uniquement sur l'utilisation d'images satellites gratuites et de logiciels open source tels que OTB et QGIS.

Zone d'étude

- La zone d'étude se trouve dans l'ouest du Brésil, en Amazonie, entre les villes de Porto Velho et Rio Branco, où une importante activité de déforestation est observée.



La zone d'étude près de Porto Velho, dans l'ouest du Brésil



Méthode



- Il existe diverses méthodes de détection de la déforestation, telles que la détection de changement par imagerie satellite radar (ex : série temporelle de Sentinel-1) et la classification supervisée à partir d'images optiques (ex : plusieurs images optiques de Sentinel-2).

- Dans ce TP, une méthode de détection supervisée sera appliquée, basée sur l'utilisation de trois images optiques Sentinel-2 pour évaluer la dégradation de la forêt amazonienne entre 2019 et 2023.



Résultat attendu



- Carte de la déforestation.
- Comparaison interannuelle.

Installation et utilisation de l'OTB

Développé en 2006 par le CNES (Centre National d'Études Spatiales)

L'OTB (Orfeo Toolbox) est un logiciel libre et open-source écrit en langage C++.

Quelles sont les fonctionnalités offertes par les applications de l'OTB ?

- **Accès aux données** : lecture des métadonnées.
- **Manipulations des images satellites** : corrections radiométriques /géométriques, découpage et concaténation de bande.
- **Extraction** : calcul d'indices de textures (Haralick) et des indices radiométriques
- **Machine Learning** : classification supervisée, non supervisée et segmentation
- **Filtrages** : suppression du bruit, traitement morphologiques.



Installation et utilisation de l'OTB



Téléchargement de l'OTB :

- Rendez-vous sur le lien suivant: <https://www.orfeo-toolbox.org/download>, puis téléchargez le paquet approprié pour votre système d'exploitation.
- Bien que ce TP soit réalisé sous Windows (Win 64 bits), vous pouvez suivre les instructions d'installation disponibles pour d'autres systèmes à l'adresse <https://www.orfeo-toolbox.org/CookBook/Installation.html>.
- Décompressez le paquet zip dans un dossier de votre choix, en veillant à ce que le chemin n'inclue pas d'espaces ou de caractères spéciaux.



Installation et utilisation de l'OTB



Les applications de l'OTB peuvent être utilisées de différentes manières :

- 1- Via des interfaces propres à l'OTB en ligne de commande (otbcli) ou graphique (otbgui).
- 2- Via la boîte à outil de traitement de QGIS
- 3- Depuis un code écrit en Python

Dans ce TP les applications OTB vont être exécutées en utilisant l'interface graphique (otbgui) et donc appelées par l'invite de commandes sous Windows (cmd).



Étapes



- 1- Téléchargement des images satellite
- 2- Prétraitement des images Sentinel-2
- 3- Calcul des indices de texture (Haralick)
- 4- Calcul des indices spectraux
- 5- Apprentissage automatique
- 6- Cartographie de la déforestation

1. Téléchargement des images satellite

Vous allez manipuler des images optiques du satellite Sentinel-2 du programme Copernicus de l'ESA (Agence spatiale européenne). Les images peuvent être téléchargées depuis le site du Pôle thématique Thiea-Land en cliquant directement sur ce lien :

<https://theia.cnes.fr/atdistrib/rocket/#/search?collection=SENTINEL2>

La page suivante s'affichera :

The screenshot shows the Theia website interface. At the top, there is a navigation bar with the Theia logo on the left and links for 'Accueil', 'RSS', 'Info', 'Contact', and a shopping cart icon. An email address 'ghaith.amin@irstea.fr' is displayed in a box on the right. Below the navigation bar, the page title is 'Sentinel-2 N2A et N3A'. On the left side, there is a satellite map of the Alps region, showing various national parks and cities like Grenoble, Torino, and Monaco. On the right side, there is a search section titled 'Rechercher parmi 384739 produits'. This section contains several search filters: 'DATE MIN' (2020-09-20), 'DATE MAX' (2020-10-20), 'SATELLITE', 'INSTRUMENT', 'NIVEAU DE TRAITEMENT', 'TYPE DE PRODUIT', 'CAPTEUR', 'ORGANISME' (with example 'THEIA'), 'TUILE (EX: "T31TQ")' (with example 'T31TFM'), and 'NUMÉRO D'ORBITE' (with example '7212'). The search filters for 'DATE MIN' and 'DATE MAX' are highlighted with a red box.

1. Téléchargement des images satellite

Choisissez la date qui vous intéresse, puis dessinez une zone d'intérêt. Ensuite, lancez la recherche en laissant tous les autres paramètres par défaut.

Theia

Home RSS Info Contact

Sentinel-2 L2A and L3A

Click once to put a point on map. Click twice to close the polygon.

DATE MIN: 2023-07-01 DATE MAX: 2023-07-31

PLATFORM: -----

INSTRUMENT: -----

PRODUCT TYPE: -----

ORGANISATION: e.g. THEIA

TILE (EX: "T31TQ"): T20LKC

ORBIT NUMBER: e.g. 7212

RELATIVE ORBIT NUMBER: e.g. 7212

VERSION: e.g. 1-4

KEYWORDS: e.g. Toulouse

Stop draw Reset filters Update search

from 0 to 6

QUICKLOOK LOCATION DATE PLATFORM INSTRUMENT PRODUCTTYPE RESOLUTION ORBITNUMBER RELATIVEORBITNUMBER PROCESSINGLEVEL S

Attention : Pour pouvoir télécharger les données, vous devez vous connecter. Si vous ne disposez pas d'un compte, je vous invite alors à en créer un. Cela prendra environ 5 minutes.

1. Téléchargement des images satellite

Téléchargez les trois images suivantes :

SENTINEL2A_20230707-144533-699_L2A_T20LKQ_D_V3-1

SENTINEL2B_20210702-144529-723_L2A_T20LKQ_D_V3-0

SENTINEL2A_20190708-144533-531_L2A_T20LKQ_D_V2-2

Attention : Si vous rencontrez un problème lors du téléchargement, vous trouverez les images dans votre répertoire, dans un sous-dossier nommé "**images_S2_zip**". Il suffit de les décompresser. Il est à noter que les images sont codées en Int16 (entiers signés de seize bits), et leur Système de Coordonnées de Référence (SCR) est UTM (EPSG:32720 - WGS 84 / UTM zone 20S– Projeté).



2. Prétraitement des images Sentinel-2



- L'objectif de cette partie est de réaliser, à partir des fichiers (S2) originaux qui contiennent toutes les bandes, un stack à résolution unique de 10 mètres sur une zone d'intérêt.
- Vous disposez de trois images acquises par le satellite Sentinel-2 pendant le mois de juillet des années 2019, 2021 et 2023.
- La mission Sentinel-2 de l'ESA offre des images multispectrales particulièrement adaptées pour la surveillance des forêts avec une fréquence de 5 jours.

2. Prétraitement des images Sentinel-2

- Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques spatiales et spectrales du Sentinel-2

Bandes spectrales	Résolution spectrale (en nm)	Résolution spatiale (en m)
Bande 1 – coastal aerosol	433 - 453	60
Bande 2 - Blue	458 - 523	10
Bande 3 - Green	543 - 578	10
Bande 4 - Red	650 - 680	10
Bande 5 - Red edge	698 - 713	20
Bande 6 - Red edge	733 - 748	20
Bande 7 - Red edge	773 - 793	20
Bande 8 - NIR	785 - 899	10
Bande 8A - NIR narrow	855 - 875	20
Bande 9 - water vapour	935 - 955	60
Bande 10 - SWIR cirrus	1360 - 1390	60
Bande 11 - SWIR1	1565 - 1655	20
Bande 12 – SWIR2	2100 - 2280	20

Caractéristiques du capteur, Multi-Spectral Instrument (MSI), de satellite Sentinel-2 (S2)

2. Prétraitement des images Sentinel-2

2.1 Sélection les bandes importantes

Accédez au dossier "**images_S2_zip**", puis décompresser les trois images Sentinel-2. Ensuite, supprimez toutes les bandes dans les dossiers d'images que vous venez de décompresser, à l'exception des 7 bandes se terminant par (**FRE_B2, FRE_B3, FRE_B4, FRE_B5, FRE_B8, FRE_B11 et FRE_B12**).

2.2 Rééchantillonnage (Resample)

Rééchantillonnez, pour chaque dossier des trois images, les bandes **B5, B11** et **B12** d'une résolution spatiale de 20 m à 10 m à l'aide de l'application **otbgui_Superimpose**.

2. Prétraitement des images Sentinel-2

- Cette étape est pour but de créer une image homogène avec une grille des pixels adaptée d'une bande à celle d'une autre et de les rendre superposables afin de bien effectuer les démarches de détection.

```
Invite de commandes
Microsoft Windows [version 10.0.19041.630]
(c) 2020 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\Users\GHAIT>cd C:\OTB-7.2\OTB-7.2.0-Win64
C:\OTB-7.2\OTB-7.2.0-Win64>otbenv
C:\OTB-7.2\OTB-7.2.0-Win64>otbgui_Superimpose
```

Ouvrez une invite de commandes **cmd**

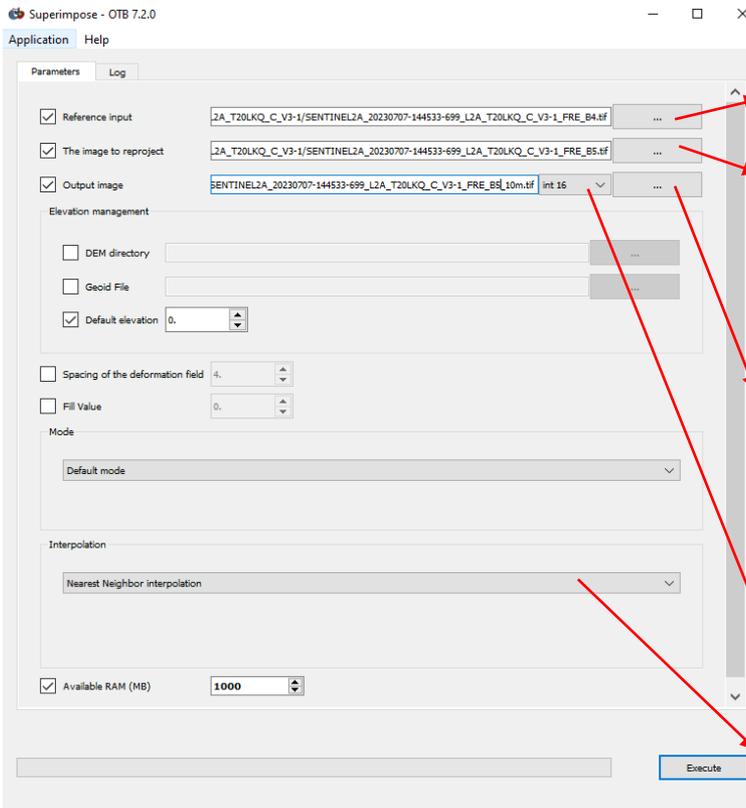
Placez-vous dans le répertoire de l'OTB

Initialisez l'environnement pour l'utilisation de l'OTB en lançant le script **otbenv.bat**

Pour exécuter une application de l'OTB
Écrivez le nom de l'application puis appuyez sur **Entrée**.

2. Prétraitement des images Sentinel-2

- Après avoir lancé l'application, l'interface graphique ci-dessous s'affichera. Définissez les paramètres délimités en rouge et laissez les autres par défaut.
- Faites attention et vérifiez le dossier et le nom du fichier en sortie, ainsi que le codage des pixels.
- Dans QGIS, ouvrez la bande de référence (`_FRE_B4.tif`) ainsi que celle rééchantillonnée (`_FRE_B5_10m.tif`), puis vérifiez la taille du pixel.



The screenshot shows the 'Parameters' dialog of the Superimpose - OTB 7.2.0 application. Red boxes and arrows highlight the following settings:

- Reference input:** `L2A_T20LKQ_C_V3-1/SENTINEL2A_20230707-144533-699_L2A_T20LKQ_C_V3-1_FRE_B4.tif`
- The image to reproject:** `L2A_T20LKQ_C_V3-1/SENTINEL2A_20230707-144533-699_L2A_T20LKQ_C_V3-1_FRE_B5.tif`
- Output image:** `SENTINEL2A_20230707-144533-699_L2A_T20LKQ_C_V3-1_FRE_B5_10m.tif` with a dropdown set to `int 16`.
- Interpolation:** `Nearest Neighbor interpolation`.

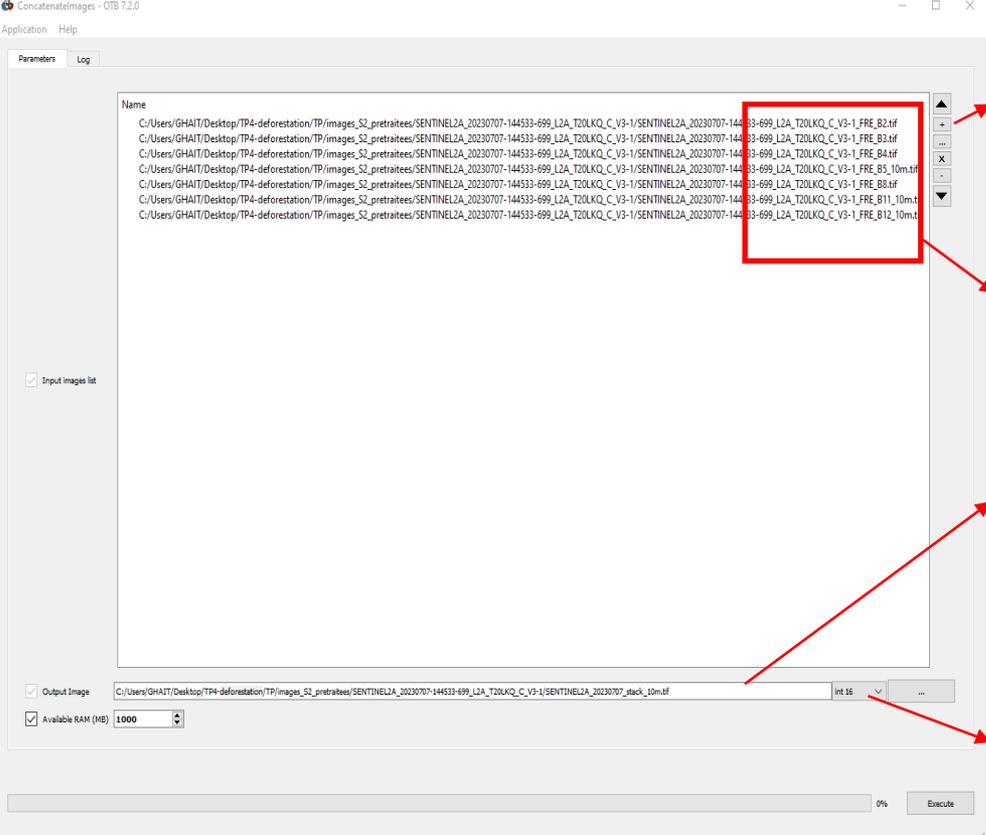
Annotations on the right side of the image provide further instructions:

- Image de référence à 10 m de résolution ex : **FRE_B4.tif**
- Bande à rééchantillonner de résolution 20 m à 10m **FRE_B5.tif, FRE_B11.tif, et FRE_B12.tif**
- Chemin pour sauvegarder la bande rééchantillonnée en sortie, laissez le même nom et rajoutez à la fin (`_10m.tif`)
EX : **SENTINEL2A_20230707-144533-699_L2A_T20LKQ_C_V3-1_FRE_B5_10m.tif**
- Choisissez **int16** comme type de codage pour l'image en sortie
- Choisissez comme type d'interpolation : plus proche voisin (**Nearest Neighbor**)

2. Prétraitement des images Sentinel-2

2.3 Concaténation (Stack)

Concaténez, pour chaque image des trois, toutes les bandes de résolution de 10 m, y compris celles rééchantillonnées dans l'étape précédente, utiliser l'application `otbgui_ConcatenateImages`



The screenshot shows the 'ConcatenateImages - OTB 7.2.0' application window. The 'Parameters' tab is active, showing a list of input image names in the 'Input images list' section. The 'Output Image' field is set to 'C:/Users/GHAI/Desktop/TP4-deforestation/TP/images_S2_pretraitees/SENTINEL2A_20230707-144533-699_L2A_T20LKQ_C_V3-1/SENTINEL2A_20230707_stack_10m.tif'. The 'Available RAM (MB)' is set to 1000. The 'Execute' button is visible at the bottom right.

(+) Pour rajouter la liste d'images à concaténer

Respecter l'ordre de bandes, en mettant en premier **B2, B3, B4, B5_10m, B8, B11_10m** puis **B12_10m**

Image concaténée en sortie, nommez-la **SENTINEL2A_20230707_stack_10m.tif**

Choisissez **int16** comme type de codage pour l'image en sortie

2. Prétraitement des images Sentinel-2

Exercice 1 : effectuer le même traitement sur les images S2 de 2019 et 2021.

Résultat attendu à la fin de cette étape :

Trois images (stack) **SENTINEL2A_20230707_stack_10m.tif**
 SENTINEL2B_20210702_stack_10m.tif
 SENTINEL2A_20190708_stack_10m.tif

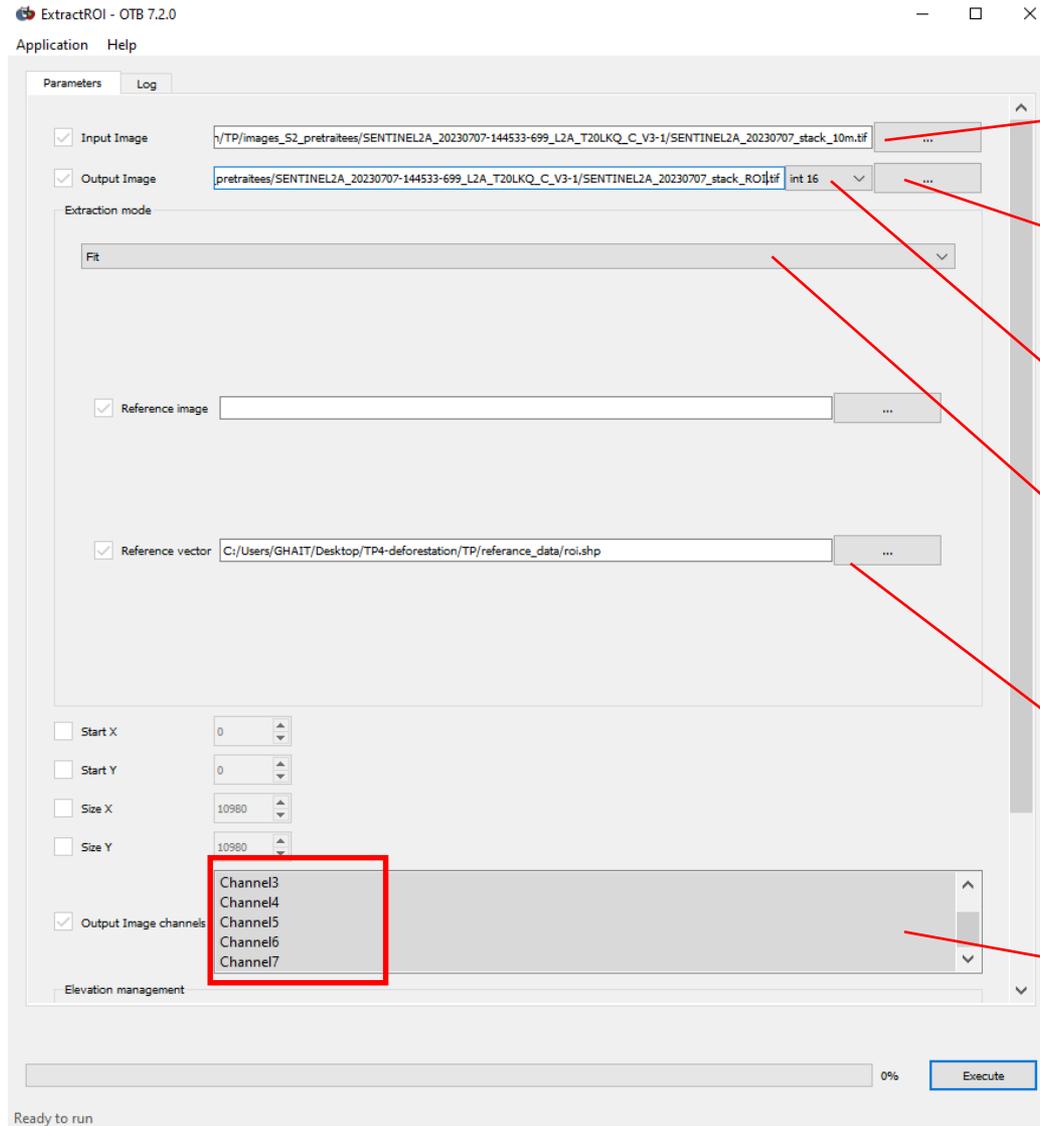
2. Prétraitement des images Sentinel-2

2.4 Extraction d'une ROI

Découpez l'image selon une zone d'intérêt (ROI), lancez l'application `otbgui_ExtractROI`

- Il est recommandé d'effectuer cette étape à chaque fois que l'on analyse un phénomène sur une zone bien plus petite que l'image d'origine.
- Cette étape permet de réduire considérablement la quantité de données à traiter lors des étapes suivantes.

2. Prétraitement des images Sentinel-2



Ajoutez l'image à découper
SENTINEL2A_20230707_stack_10m.tif

Image en sortie, nommez-la
SENTINEL2A_20230707_stack_ROI.tif

Choisissez **int16** comme type de codage
pour l'image en sortie

Choisissez le mode **Fit**

Ajoutez le fichier shapefile qui servira
pour découper l'image stack

Dans le dossier **reference_data**, vous
trouvez un shp à utiliser : **roi.shp**

Sélectionnez toutes les bandes

2. Prétraitement des images Sentinel-2

Exercice 2 : effectuer le même traitement sur les images S2 de 2019 et 2021.

Résultat attendu à la fin de cette étape :

Trois images (stack) découpées

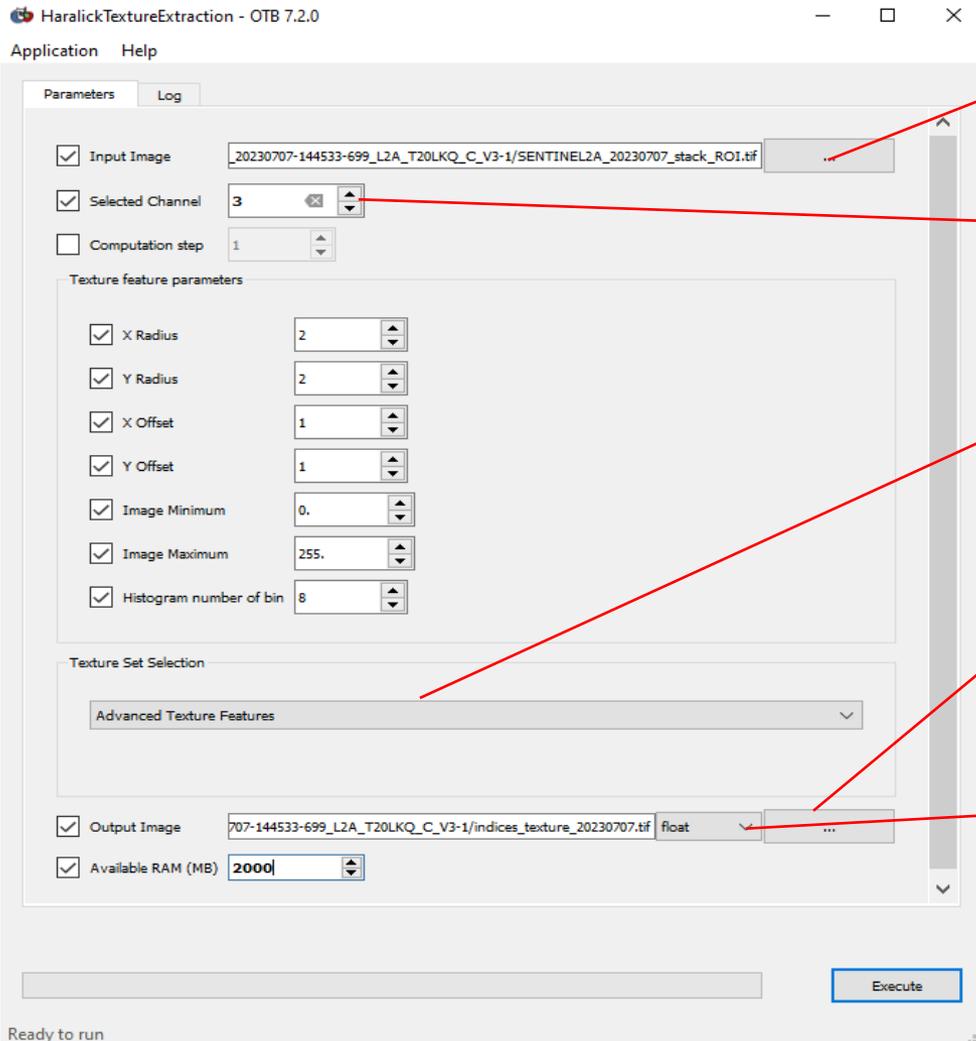
- SENTINEL2A_20230707_stack_ROI.tif
- SENTINEL2B_20210702_stack_ROI.tif
- SENTINEL2A_20190708_stack_ROI.tif

3. Calcul des indices de texture (Haralick)

- L'objectif de cette étape est de calculer des indices de texture. Ces indices offrent des détails précis sur la variabilité spatiale des caractéristiques du paysage, jouant ainsi un rôle important dans l'identification des changements structurels dans la forêt, entre deux images, liés à la déforestation.
- Dans ce TP, nous allons utiliser l'application HaralickTextureExtraction de l'OTB. Celle-ci permet d'obtenir une image multi-bandes composée de 10 bandes correspondant aux 10 indices de texture différents.

3. Calcul des indices de texture (Haralick)

- Lancez l'application `otbgui_HaralickTextureExtraction`,



Ajoutez l'image à utiliser pour calculer l'indice , ici `SENTINEL2A_20230707_stack_ROI.tif`

Sélectionnez le nombre correspondant à la bande rouge dans votre stack, ici `3`

Choisissez, **Advanced Texture Features**, pour calculer 10 caractéristiques de texture avancées

Image indices en sortie, nommez-la `indices_texture_20230707.tif`

Choisissez **float** comme type de codage pour l'image en sortie

Pour aller plus loin : https://www.orfeo-toolbox.org/CookBook/Applications/app_HaralickTextureExtraction.html

4. Calcul des indices spectraux

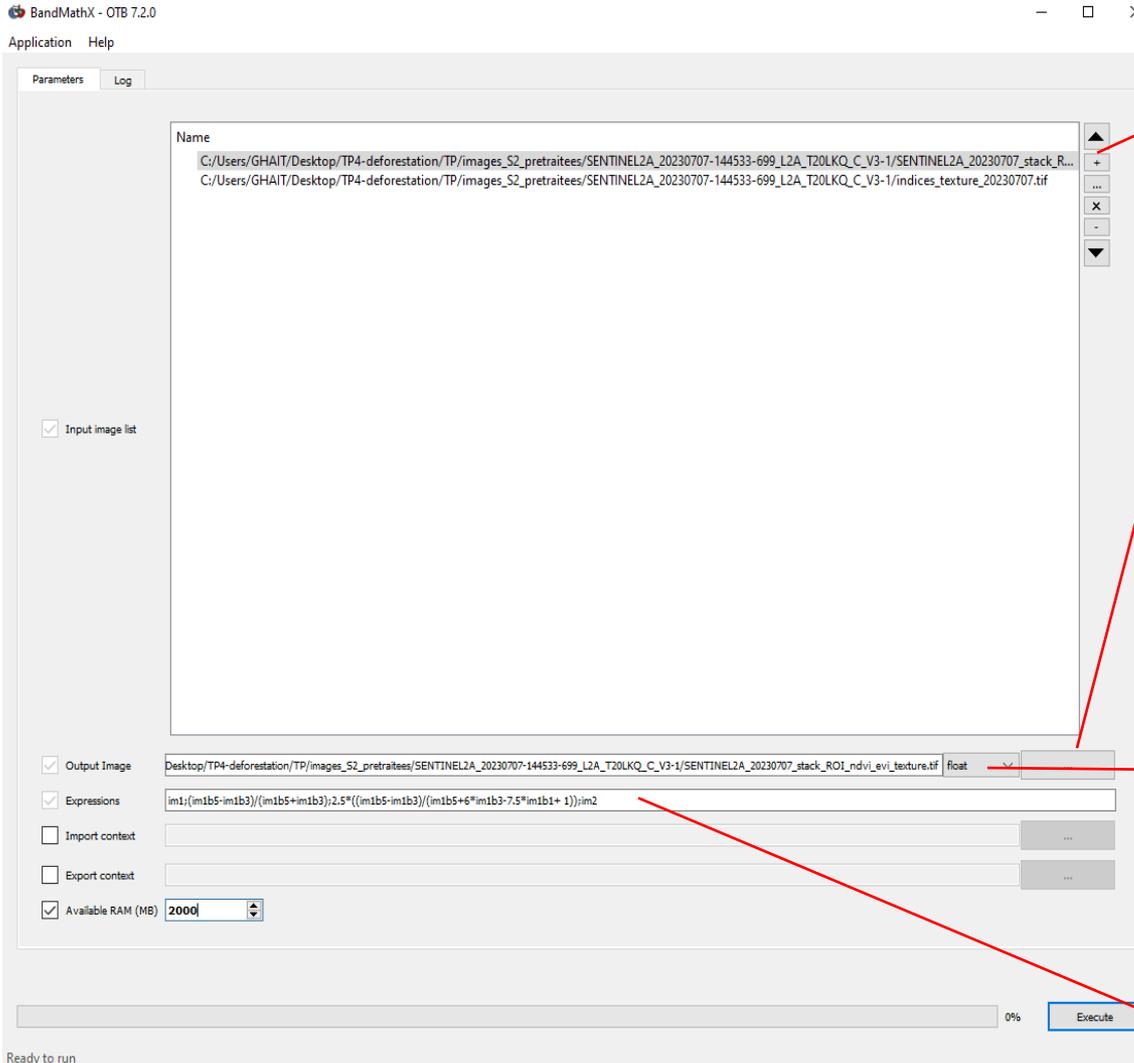
- Cette étape a pour but de calculer des indices sensibles à la densité de la végétation et à la quantité de chlorophylle. Ils permettent de détecter les changements dans la couverture végétale. Par exemple, lorsqu'une zone est déboisée, le NDVI tend à diminuer en raison de la perte de végétation.
- Dans ce TP, nous allons utiliser BandMathX, qui est une version améliorée de BandMath. Elle permet d'obtenir des fichiers multi-bandes en sortie en utilisant plusieurs expressions concaténées simultanément. Le résultat sera automatiquement empilé, donc il n'est pas nécessaire de refaire une concaténation supplémentaire avec **otbgui_ConcatenateImages**, puisque BandMathX effectue cette tâche de manière intégrée.
- Les expressions doivent être concaténées comme suit : { <exp1> ; <exp2> ; ... ; <expN> }

4. Calcul des indices spectraux

- Lancez l'application **otbgui_BandMathX** et entrez l'équation correspondante à chaque indice, attention ces formules correspondent uniquement à notre stack (à l'ordre de bandes).

Indice	Équation	Formule pour BandMathX
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)	$(\text{NIR}-\text{Red})/(\text{NIR}+\text{Red})$	$(\text{im1b5}-\text{im1b3})/(\text{im1b5}+\text{im1b3})$
EVI (Enhanced Vegetation Index)	$2.5*((\text{NIR}-\text{Red})/(\text{NIR}+6*\text{Red}-7.5*\text{Blue}+1))$	$2.5*((\text{im1b5}-\text{im1b3})/(\text{im1b5}+6*\text{im1b3}-7.5*\text{im1b1}+1))$

4. Calcul des indices spectraux



Ajoutez les deux images :
SENTINEL2A_20230707_stack_ROI.tif
indices_texture_20230707.tif

Image en sortie, nommez-la
SENTINEL2A_20230707_stack_ROI_ndvi_evi_texture.tif

Choisissez **float** comme type de codage pour l'image en sortie

Copiez ici l'expression qui correspond à votre ordre de bandes :

$im1;((im1b5-im1b3)/(im1b5+im1b3));$
 $2.5*((im1b5-im1b3)/(im1b5+6*im1b3-$
 $7.5*im1b1+1));im2$

4. Calcul des indices spectraux

Exercice 4 : effectuer le même traitement sur les images S2 de 2019 et 2021.

Résultat attendu à la fin de cette étape :

Trois images chacune est égale à la concaténation de (image prétraitée + NDVI +EVI + indices de texture)

SENTINEL2A_20230707_stack_ROI_ndvi_evi_texture.tif

SENTINEL2B_20210702_stack_ROI_ndvi_evi_texture.tif

SENTINEL2A_20190708_stack_ROI_ndvi_evi_texture.tif

5. Apprentissage automatique

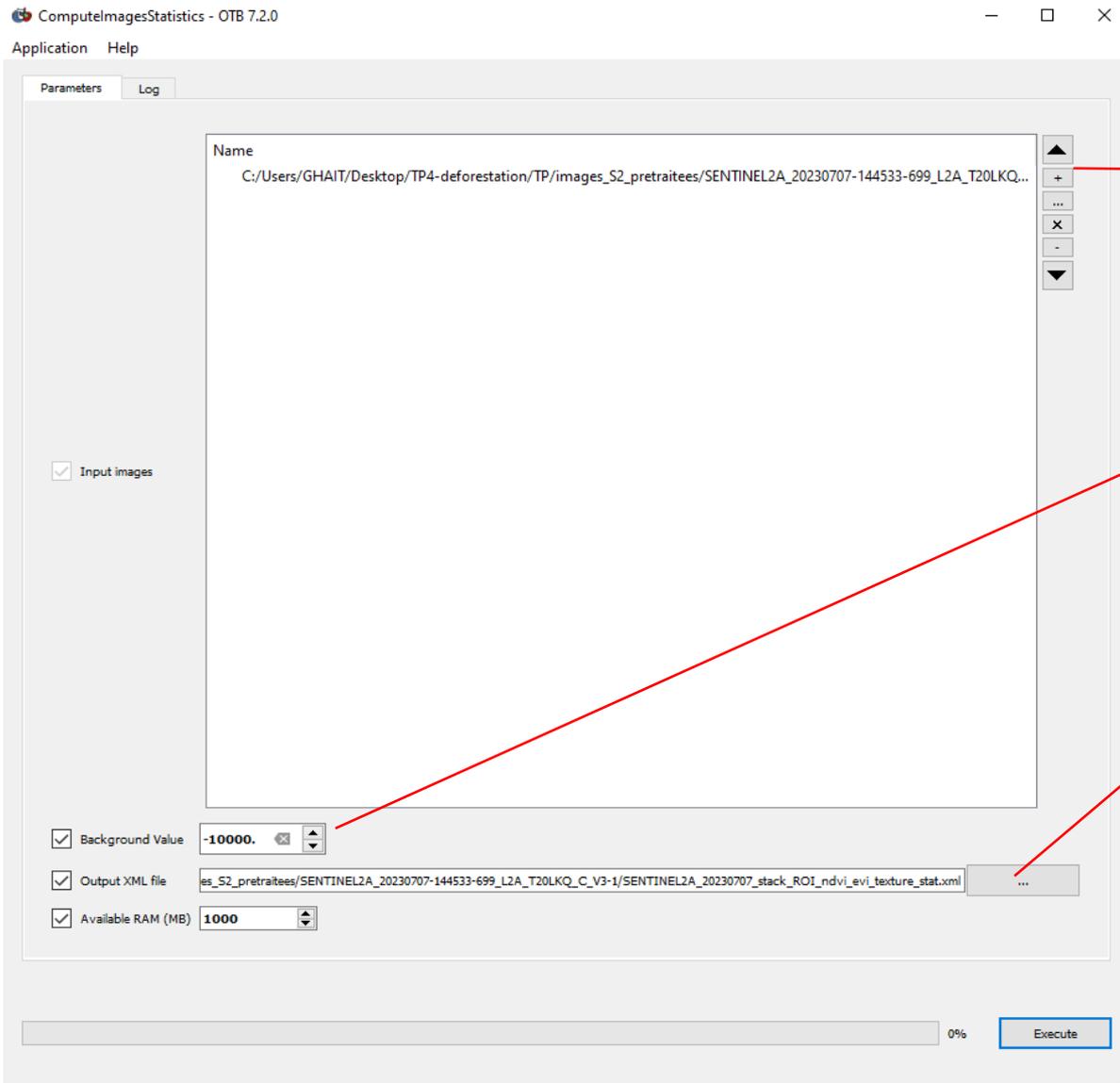
- Vous allez réaliser une classification supervisée, il s'agit d'une technique d'apprentissage automatique où un modèle est entraîné à partir d'un ensemble de données d'entraînement pré-étiquetées. Ces données d'entraînement comprennent des exemples de différentes classes ou catégories. Le modèle utilise ces exemples pour apprendre à classer de nouvelles données non étiquetées dans les mêmes classes.

5.1 Calcul des statistiques de l'image

Utilisez l'application **otbgui_ComputeImagesStatistics**.

Ces informations (moyenne et écart type par bande) seront utilisées dans l'application de l'étape suivante pour réaliser une normalisation des données en entrée dans le classifieur, une étape très importante pour certains algorithmes qui sont sensibles à la dynamique des données.

5. Apprentissage automatique



Ajoutez les images :
SENTINEL2A_20230707_stack_ROI_ndvi_evi_texture.tif

Background value à ignorer dans le calcul des statistiques, mettez **-10000**

Fichier XML en sortie
SENTINEL2A_20230707_stack_ROI_ndvi_evi_texture.xml



5. Apprentissage automatique



Exercice 5 : effectuer le même traitement sur les images S2 de 2019 et 2021.

Résultat attendu à la fin de cette étape :

SENTINEL2A_20230707_stack_ROI_ndvi_evi_texture.xml

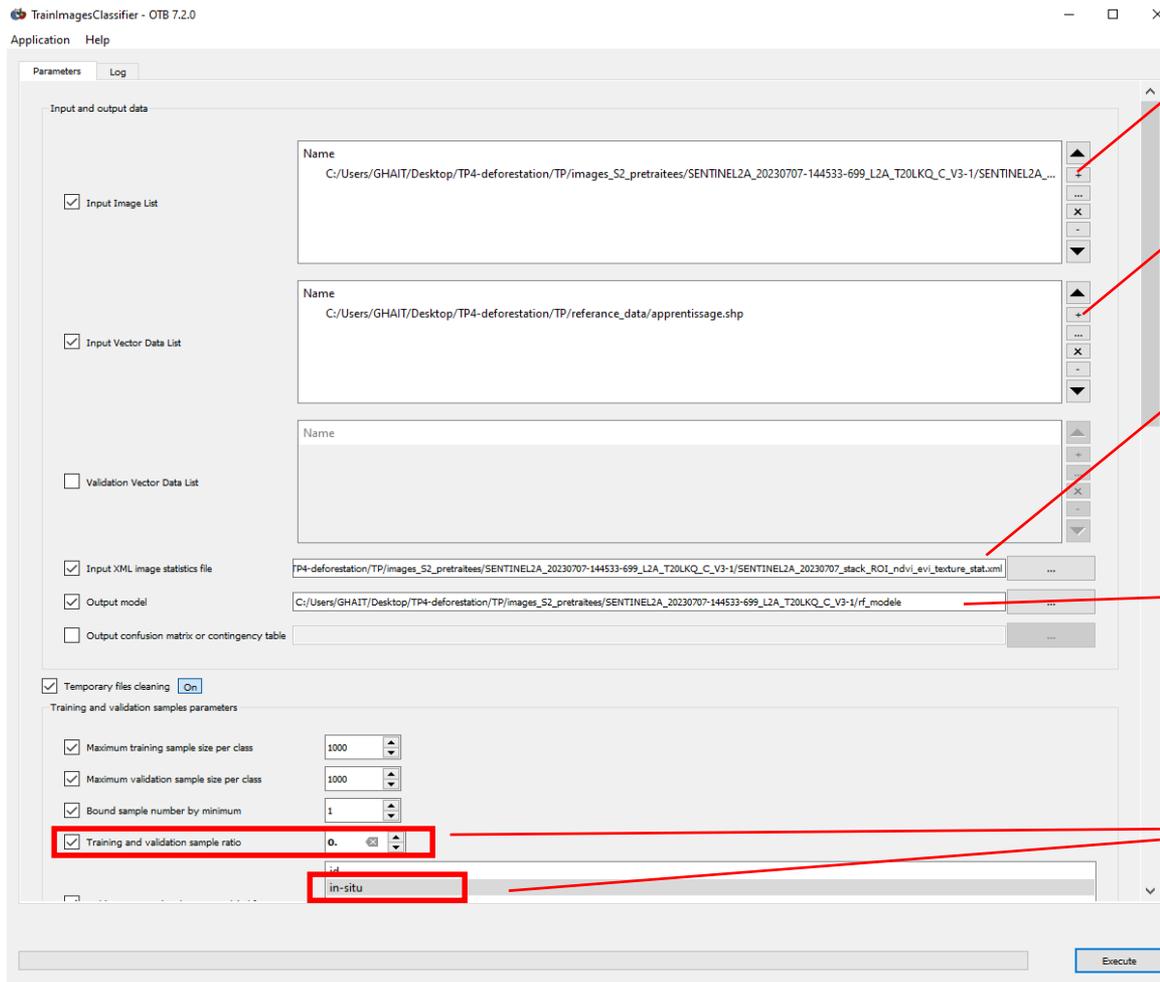
SENTINEL2B_20210702_stack_ROI_ndvi_evi_texture.xml

SENTINEL2A_20190708_stack_ROI_ndvi_evi_texture.xml

5. Apprentissage automatique

5.2 Apprentissage du modèle

Utilisez l'application `otbgui_TrainImagesClassifier`, pour réaliser l'apprentissage de modèle Random Forest.



Ajoutez l'image à classifier :
SENTINEL2A_20230707_stack_ROI_ndvi_evi_texture.tif

Jeu de donnée de l'apprentissage
apprentissage.shp

Fichier des statistiques de l'étape précédente en format XML :
SENTINEL2A_20230707_stack_ROI_ndvi_evi_texture.xml

Chemin vers l'emplacement de modèle en sortie, nommez-le
rf_modele_2023

Sélectionnez le champ dans la table d'attributs qui contient l'information pour l'apprentissage,
in-situ

Training And Validation Sample Ratio : **0**



5. Apprentissage automatique



Exercice 6 : effectuer le même traitement sur les images S2 de 2019 et 2021.

Résultat attendu à la fin de cette étape :

rf_modele_2023

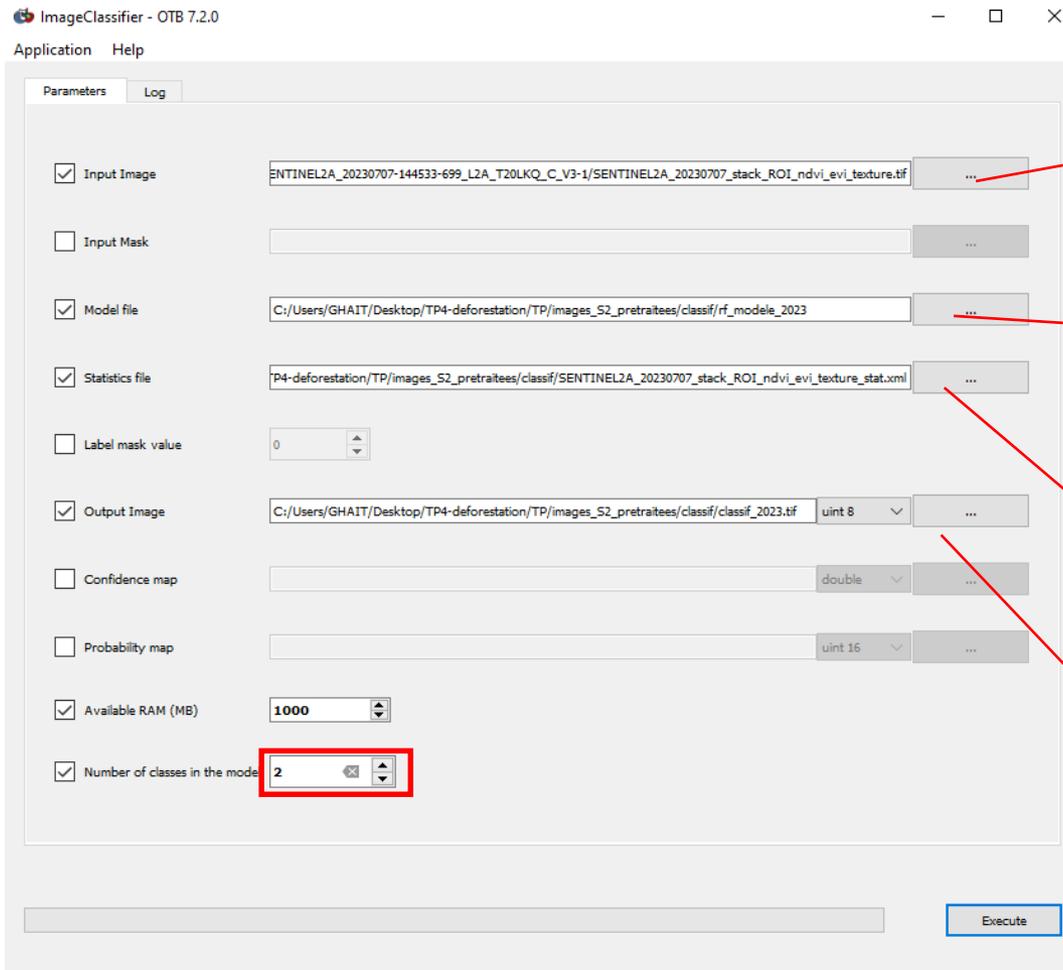
rf_modele_2021

rf_modele_2019

5. Apprentissage automatique

5.3 Classification des images

Afin d'appliquer le modèle entraîné dans l'étape précédente et pour générer une carte, utilisez l'application **otbgui_ImageClassifier**



Ajoutez l'image à classifier :
**SENTINEL2A_20230707_stack_R
OI_ndvi_evi_texture.tif**

Modèle de classification de
l'étape précédente
rf_modele_2023

Fichier des statistiques de l'étape
précédente en format XML :
**SENTINEL2A_20230707_stack_R
OI_ndvi_evi_texture.xml**

Image classifiée en sortie
classif_2023.tif



5. Apprentissage automatique



Exercice 7 : effectuer le même traitement sur les images S2 de 2019 et 2021.

Résultat attendu à la fin de cette étape :

classif_2023.tif

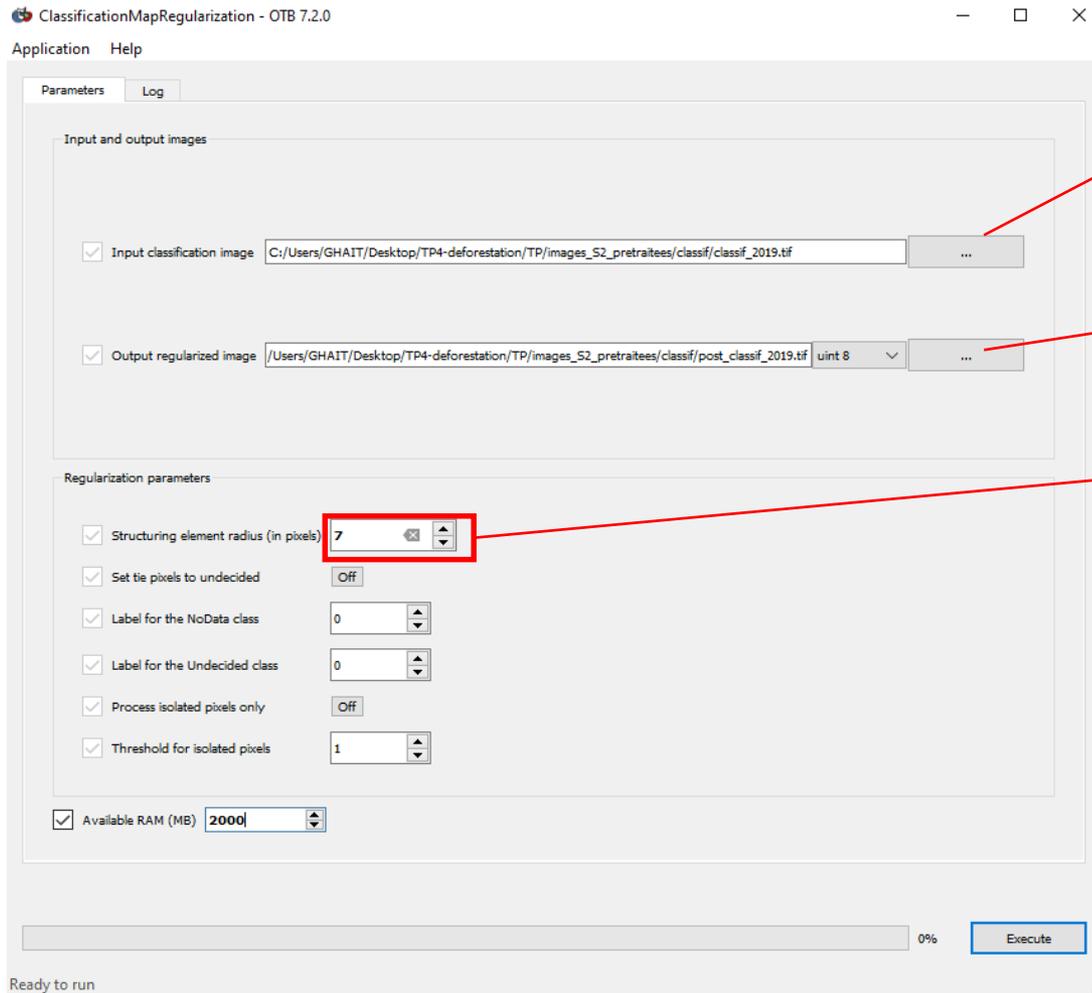
classif_2021.tif

classif_2019.tif

5. Apprentissage automatique

5.4 Régularisation de la classification

Afin d'éliminer des pixels isolés sur la carte pour l'améliorer, utilisez l'application **otbgui_ClassificationMapRegularization**



Ajoutez l'image de la classification: **classif_2023.tif**

Image en sortie, **post_classif_2023.tif**

Structuring element radius : **7**



5. Apprentissage automatique



Exercice 8 : effectuer le même traitement sur les images S2 de 2019 et 2021.

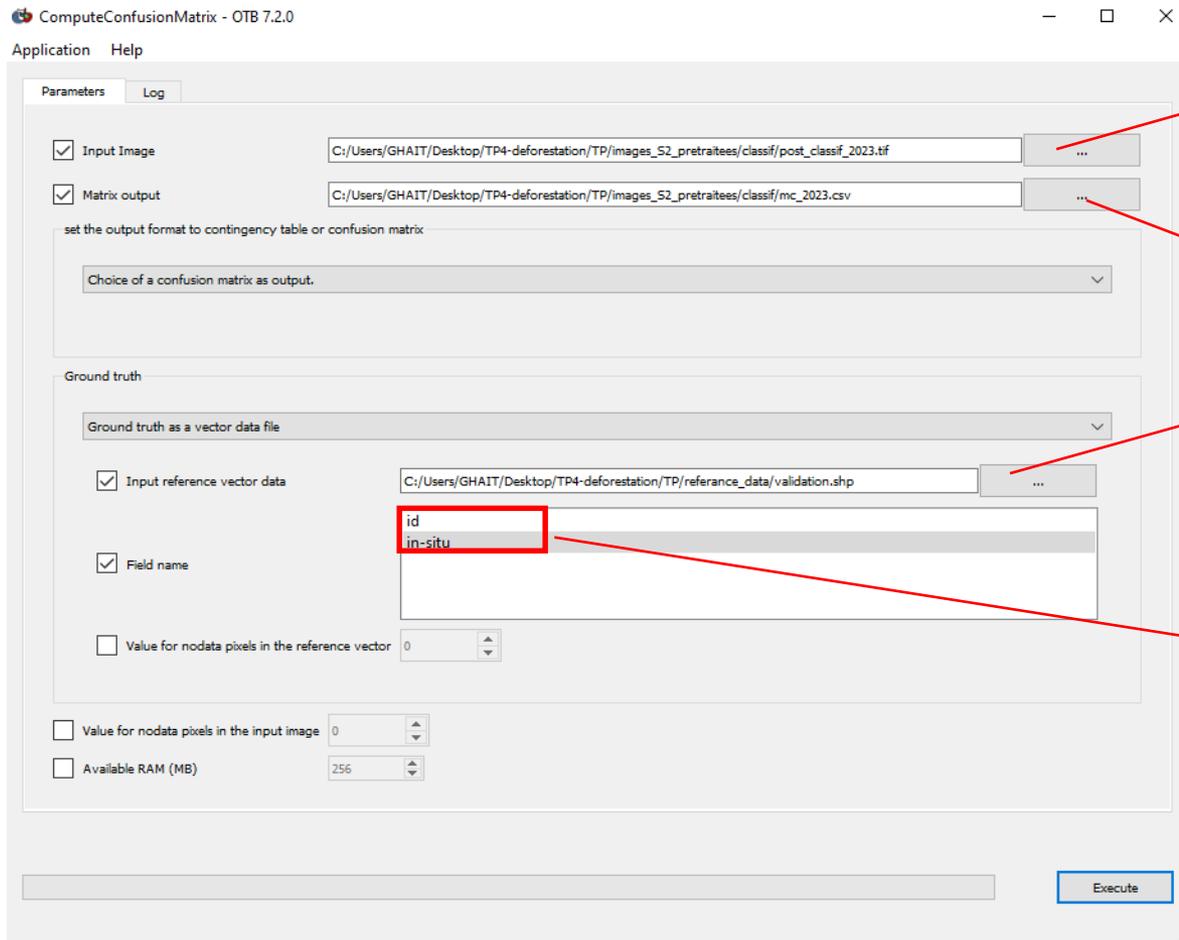
Résultat attendu à la fin de cette étape :

post_classif_2023.tif
post_classif_2021.tif
post_classif_2019.tif

5. Apprentissage automatique

5.5 Evaluation de l'classification

Pour évaluer la classification, Utilisez l'application **otbgui_ComputeConfusionMatrix**, qui permet de calculer la matrice de confusion ainsi que des indicateurs tels que la précision globale et le kappa.



Ajoutez l'image finale : **post_classif_2023.tif**

Fichier csv de la matrice en sortie
Nommez-le: **mc_2023.csv**

Fichier shapefile pour la validation **validation.shp**

Sélectionnez le champ dans la table d'attributs de **validation.shp** qui contient l'information pour l'validation , **in-situ**



5. Apprentissage automatique



Exercice 9 : effectuer le même traitement sur les images S2 de 2019 et 2021.

Résultat attendu à la fin de cette étape :

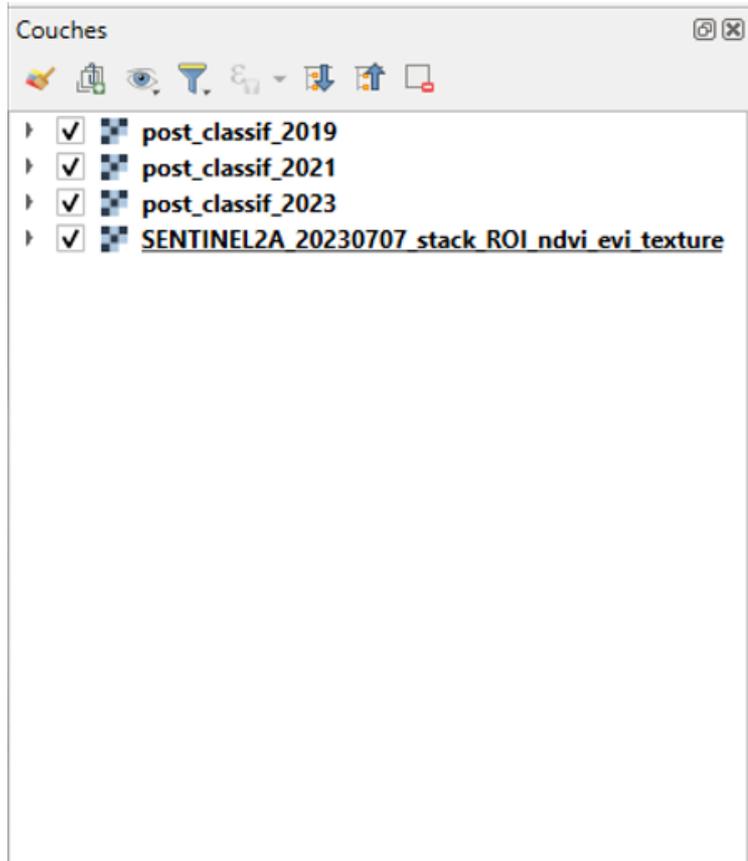
mc_2023.csv

mc_2021.csv

mc_2019.csv

6. Cartographie de la déforestation

- Cette dernière étape a pour but de créer une carte de l'évolution de la déforestation en forêt amazonienne au fil des années.



- Ouvrez dans Qgis les trois fichiers .tif que vous venez de créer dans l'étape précédente:
- Assurez-vous qu'ils sont affichés dans l'ordre chronologique (du plus ancien au plus récent).
 - post_classif_2019.tif
 - post_classif_2021.tif
 - post_classif_2023.tif
 - SENTINEL2A_20230707_stack_R
OI_ndvi_evi_texture.tif

6. Cartographie de la déforestation

Propriétés de la couche — post_classif_2023 — Symbologie

▼ Rendu des bandes raster

Type de rendu : Pseudo-couleur à bande unique

Bande : Bande 1 (Gray)

Min : 1 Max : 2

► Paramètres de valeurs Min/Max

Interpolation : Linéaire

PaLETTE de couleurs : [palette]

Suffixe de l'étiquette d'unité : []

Précision des étiquettes : 0

Valeur	Couleur	Étiquette
1	[checkered pattern]	1
2	[yellow]	2

Mode : Intervalle égal

Classes : 2

Classer [] [] [] [] []

Écarter les valeurs en dehors de la plage

► Rendu de couche

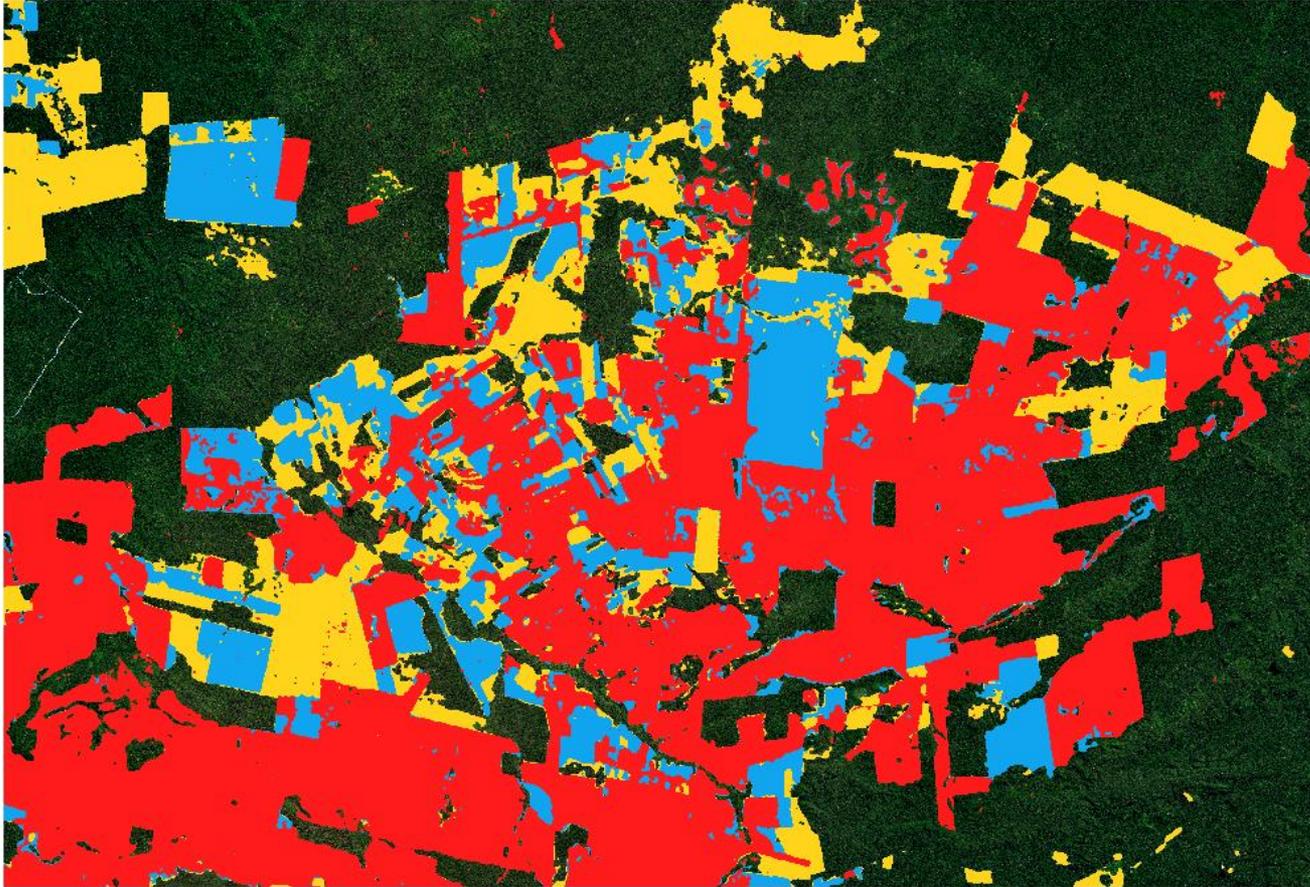
▼ Ré-échantillonnage

Zoom avant : Plus Proche Voisin arrière : Plus Proche Voisin Suréchantillonnage : 2,00 Ré-échantillonnage anticipé :

Style [] OK Annuler Appliquer Aide

- Sélectionnez l'onglet Symbologie dans le panneau de gauche et choisissez les paramètres suivants :
 - Type de rendu : Pseudo-couleur à bande unique
 - Mode : Intervalle égal
 - Classes : 2
 - Min / Max : 1 / 2
- Choisissez la couleur de votre choix pour la classe 2 et réglez la classe 1 en mode transparent.

6. Cartographie de la déforestation



La déforestation
Rouge = 2019
Bleu = 2021
Jaune = 2023



Fin des Travaux Pratiques



- Pour aller plus loin, n'hésitez pas à consulter la documentation de l'OTB
<https://www.orfeo-toolbox.org/CookBook/>

Auteurs - Crédits

- Présenté par Ghaith Amin (CESBIO, MEOSS)
- Montage réalisé par AgroParisTech
- Publié en 2023, sous Licence Creative Commons CC BY SA



L'UMR TETIS (AgroParisTech-Cirad-CNRS-Inrae) a élaboré ce module de formation

« COPERNICUS et Forêts »

L'ensemble de la formation est réalisé dans le cadre d'un marché d'AgroParisTech avec le CNES (n° 5700008044)



Ce travail a bénéficié d'un soutien financier de l'Union Européenne dans le cadre du FPA « Caroline Herschel ».

