

**TD. Étude de l'impact des incendies en Gironde**  
**du mardi 12 juillet au lundi 25 juillet 2022**  
**avec Orfeo ToolBox**

## Introduction

La Gironde a été en proie aux flammes pendant 13 jours. Deux importants incendies se sont déclarés à deux endroits différents, le même jour, prenant une ampleur historique.



*Figure 1. Image SDIS 33*

## Problématique

L'objectif du TD est de détecter les zones sinistrées par les incendies survenus entre le 12 et le 25 juillet 2022 en Gironde.

## Sources des images

Pour ce TD, des images Sentinel-2 issues du projet COPERNICUS, seront exploitées. La fauchée (étendue) pour ces capteurs est de 290 km avec un domaine spectral allant du visible au moyen infrarouge (400 à 2300 nm) de 13 bandes de longueur d'onde. L'association de Sentinel-2A avec Sentinel-2B, permet de produire une image tous les 5 jours dont la résolution spatiale est de 10 m pour la majorité des bandes spectrales.

Les images sont disponibles via plusieurs sources, avec différents niveaux. Les images, utilisées pour cette étude, sont de niveau 2A.

- Niveau 1C (Données ortho-rectifiées en réflectance au sommet de l'atmosphère).
- Niveau 2A (Données ortho-rectifiées en réflectance de surface après correction atmosphérique, avec un masque des nuages et de leurs ombres, ainsi qu'un masque des surfaces d'eau et de neige).

Source : <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/data-products>

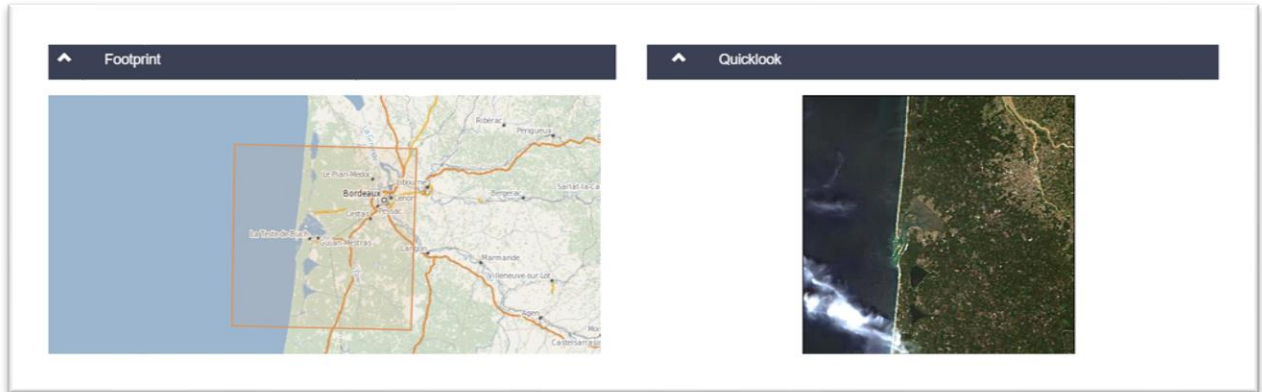
## Choix des images

Se créer un compte sur l'application de Copernicus Open Access Hub et regarder la qualité des images disponibles pour répondre à la problématique de ce TD.

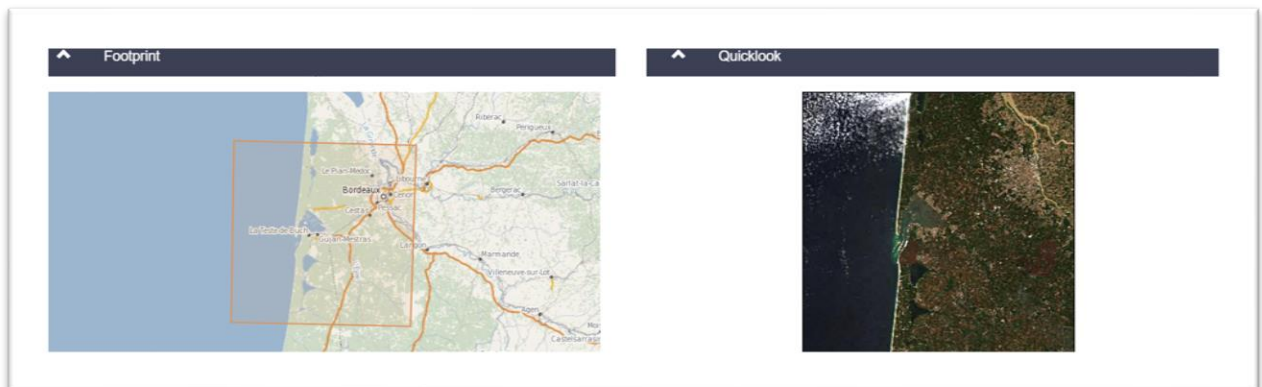
<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

2 dates et 1 image par date ont été choisies pour couvrir la zone d'étude.  
Cette zone correspond à la tuile T30TXQ.

- 17 juin 2022 pour étudier la zone avant l'incendie  
S2B\_MSIL2A\_20220617T105629\_N0400\_R094\_T30TXQ\_20220617T124553



- 01 aout 2022 pour étudier la zone après l'incendie  
S2A\_MSIL1C\_20220801T105631\_N0400\_R094\_T30TXQ\_20220801T144009



## Bandes spectrales

Les 2 archives (fournies en .zip) avoisinent les 1 Go. Les images SENTINEL2 disposent de 13 bandes.

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (µm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

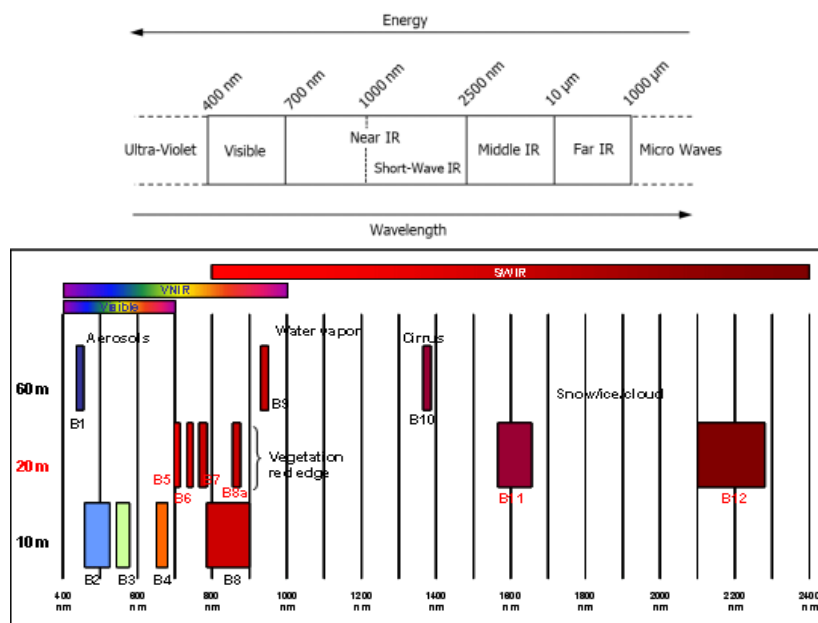


Figure 2. Les bandes spectrales des images Sentinel-2

L'objectif est de réaliser des compositions colorées mais également de calculer les indices NBR (Normalized Burn Ratio) et Differenced Normalized Burn ratio (dNBR) sur chaque image.

Pour ce faire, une organisation rigoureuse est nécessaire. Le but est de facilement trouver les données générées pour les réutiliser dans les lignes de code.

Un exemple d'organisation des dossiers est présenté ci-contre :

Par conséquent, nous travaillerons sur les bandes suivantes :

- B2 (bande bleue, lumière visible)
- B3 (bande verte, lumière visible)
- B4 (bande rouge, lumière visible)
- B8 (NIR, proche infrarouge pour NBR)
- B12 (SWIR, infrarouge à ondes courtes pour NBR)

- 0\_images\_zip
- 1\_selection\_bandes
- 2\_RGB
- 3\_NBR
- 4\_mask\_ROI\_NBR
- 5\_indice\_NBR
- 6\_indice\_dNBR
- 7\_masque\_zones\_brulees

## Indices utilisés : NBR et ΔNBR

Un des indices les plus utilisés pour définir la sévérité des incendies est le Normalized Burn Ratio (NBR). Cet indice utilise les bandes PIR et SWIR. La formule est :  $NBR = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$

La **différence entre le NBR d'images, avant et après-incendie, est utilisée pour définir la sévérité des dommages d'incendies** avec des catégories prédéfinies. Il permet également d'estimer la repousse après un certain laps de temps.

Cet indice s'appelle Differenced Normalized Burn ratio (dNBR).

La formule pour le calculer est la suivante :  $dNBR = NBR_{pre} - NBR_{post}$

### Catégories de sévérité dNBR

ΔNBR	Burn Severity
< -0.25	High post-fire regrowth
-0.25 to -0.1	Low post-fire regrowth
-0.1 to +0.1	Unburned
0.1 to 0.27	Low-severity burn
0.27 to 0.44	Moderate-low severity burn
0.44 to 0.66	Moderate-high severity burn
> 0.66	High-severity burn

[http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remote\\_sensing\\_methods:normalized\\_burn\\_ratio](http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remote_sensing_methods:normalized_burn_ratio)

## Traitements avec Orfeo Tool Box (version 8.0.1 – 27 avril 2022) en ligne de commande ou avec l'interface Monteverdi

Les bandes 2, 3, 4 et 8 sont des images de 10980 pixels par 10980 pixels.

La bande 12 est une image de 5490 x 5490 pixels.

L'image de la bande 12 est ré-échantillonnée grâce à l'outil « Superimpose », qui permet de ré-échantillonner une image en fonction des caractéristiques d'une autre image. Dans le code utilisé, c'est la bande 8 qui est utilisée.

### En ligne de commande

```
otbcli_Superimpose -inr ...B8.jp2 -inm ...B12.jp2 -out ...B12_resamp.tif uint16
```

!!\ Ranger les bandes spectrales dans des dossiers pour faciliter les traitements.

220617\_T30TXQ

!!\ Ouvrir OTB via l'invite de commande avant d'insérer les lignes de code

220801\_T30TXQ

> se placer dans le bin du dossier OTB

```
C:\Program Files\OTB-8.0.1-Win64\bin>
```

!!\ A la place de ...B8.tif, insérer le chemin d'accès à la bande spectrale B8.

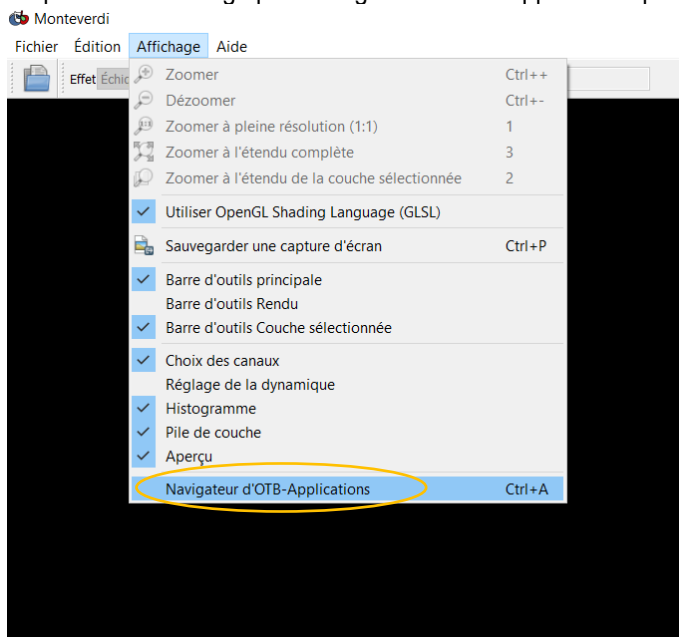
Pour le récupérer, cliquer droit sur la bande puis propriétés/sécurité et copier le lien du « Nom de l'objet ».

!!\ Ce ré échantillonnage doit être effectué pour les tuiles aux 2 dates donc 2 fois.

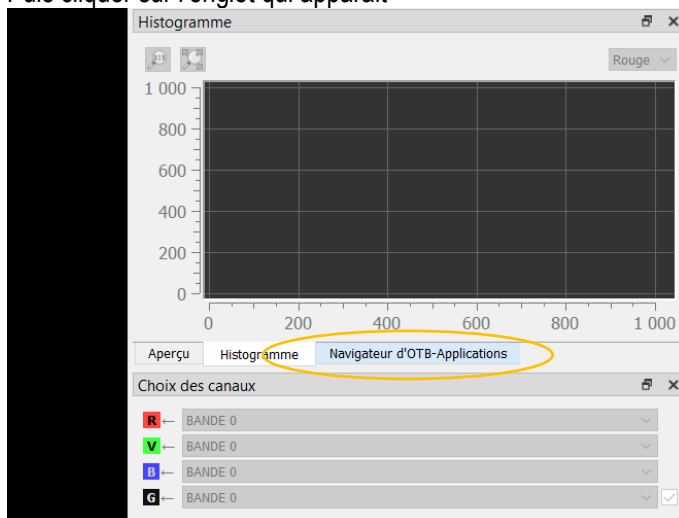
## 1. Ré échantillonnage de la bande 12

### Avec l'application Monteverdi

Cliquer dans Affichage puis Navigateur d'OTB-Applications pour avoir accès aux applications



Puis cliquer sur l'onglet qui apparait



Ensuite écrire « superimpose » dans la barre de recherche et sélectionner « Superimpose » puis remplir les champs proposés.

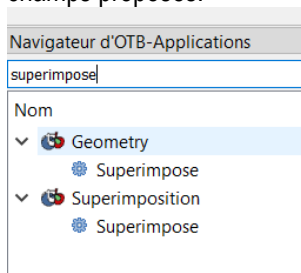




Figure 3. Ré-échantillonnage de la bande 12 de 20 à 10 m

## 2. Concaténation des images pour une composition colorée RGB

La composition colorée dans le visible permet de détecter facilement certains objets, mais également de vérifier la qualité de l'image (artéfacts, défauts).

Les données Sentinel-2 téléchargées pour les deux dates contiennent 13 bandes séparément dans un dossier. Afin d'effectuer des compositions colorées RGB, il faut concaténer les bandes 4, 3 et 2 dans une image multi-bandes. Il est nécessaire de respecter l'ordre des bandes pour la concaténation (RGB : Rouge, vert, bleu donc B4, B3, B2). Il est important de noter que ces images doivent être de même taille.

```
otbcli_ConcatenateImages -il ...B4.jp2... B3.jp2 ...B2.jp2 -out ...RGB.tif uint16
```

/!\ Par exemple, les compositions colorées RGB peuvent être nommées :

T30TXQ\_220617\_RGB.tif

T30TXQ\_220801\_RGB.tif



Figure 4. A gauche, T30TXQ\_220617\_RGB.tif et à droite, T30TXQ\_220801\_RGB.tif



### 3. Concaténation des images pour une composition colorée pour l'indice NBR

La composition colorée NBR permet une meilleure visibilité des zones incendiées. Cela consiste à concaténer les bandes 12, 8 et 4 dans une image multi-bandes.

L'ordre de la concaténation correspond à l'ordre après le « -il ». Il est important de noter que ces images doivent être de même taille d'où le ré-échantillonnage.

```
otbcli_ConcatenateImages -il ...B12_resamp.tif ...B8.tif ...B4.tif -out ...NBR.tif uint16
```

/!\ Par exemple, les compositions colorées NBR peuvent être nommées :  
T30TXQ\_220617\_NBR.tif  
T30TXQ\_220801\_NBR.tif



Figure 5. A gauche, T30TXQ\_220617\_NBR.tif et à droite, T30TXQ\_220801\_NBR.tif

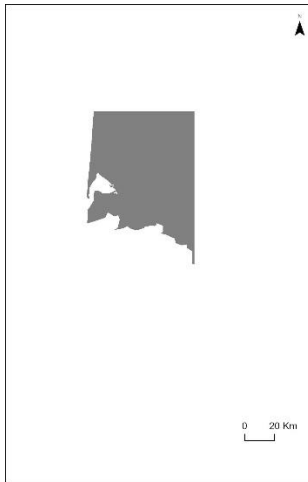
### 4. Choix d'une zone d'intérêt et masque sur cette zone

Nous utilisons le shapefile qui délimite le département de la Gironde.



Le shapefile est rastérisé :

```
otbcli_Rasterization -in gironde.shp -out ...Rasterization_ROI.tif -im ..._NBR.tif
```



Ce raster sert de masque :

```
otbcli_ManageNodata -in ...\_NBR.tif -out \\_NBR_ROI.tif uint16 -mode apply -
mode.apply.mask ...\Rasterization_ROI.tif
```

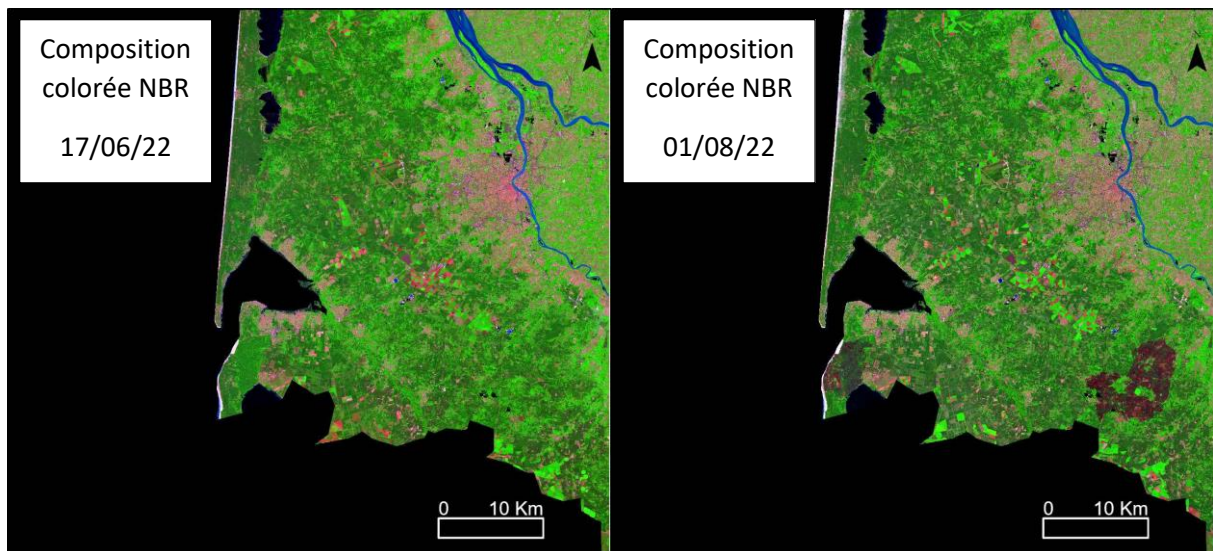


Figure 6. A gauche, 220617\_NBR\_ROI.tif et à droite, 220801\_NBR\_ROI.tif

## 5. Calcul de l'indice NBR

A partir de la composition colorée spécialement créée précédemment, un indice est calculé à l'aide de l'outil BandMath. La formule est :  $NBR = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$  sachant que la composition colorée est B12/B8/B4.

```
otbcli_BandMath -il ..._NBR_ROI.tif -exp "((im1b2-im1b1)/(im1b2+im1b1))" -out
..._NBR_ROI_indice.tif
```



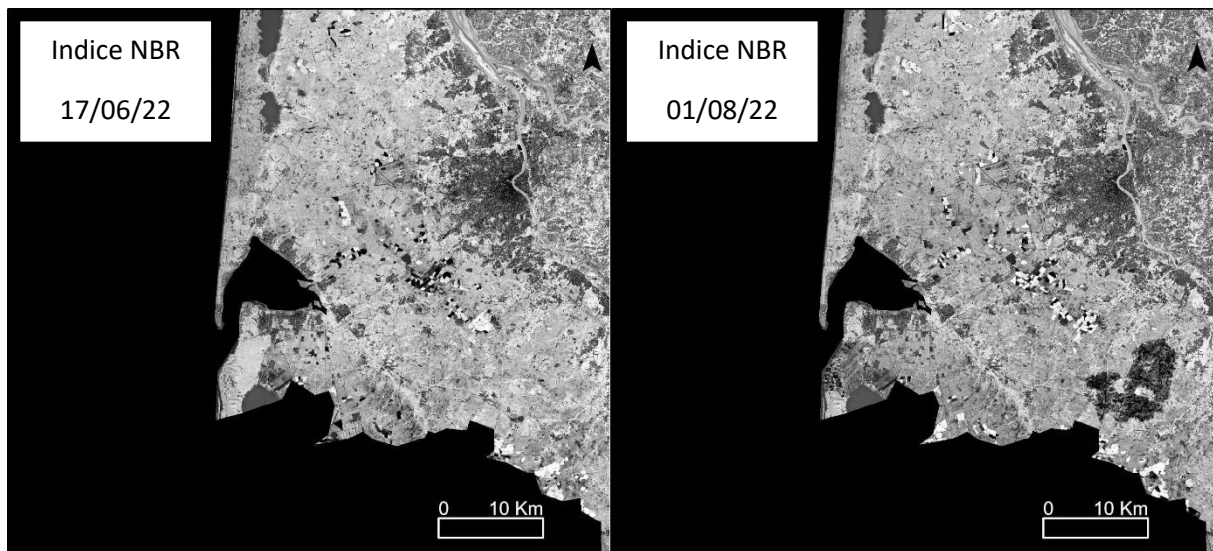


Figure 7. A gauche, 220617\_NBR\_ROI\_indice.tif et à droite, 220801\_NBR\_ROI\_indice.tif

- Comment analysez-vous ce résultat ?
- Quelles sont les valeurs pour les zones incendiées ?

## 6. Calcul de l'indice dNBR

Une fois les indices NBR calculées pour chaque date, avant et après l'incendie, les images sont comparées à l'aide du dNBR. Il s'agit de soustraire à l'image antérieure l'image postérieure :  $dNBR = NBR_{pre} - NBR_{post}$

```
otbcli_BandMath -il 2019_NBR_ROI_indice.tif 2020_NBR_ROI_indice.tif -exp "(im1b1-im2b1)" -out delta_NBR.tif
```

- Comment analysez-vous ce résultat ?
- Quelles sont les valeurs pour les zones incendiées ?

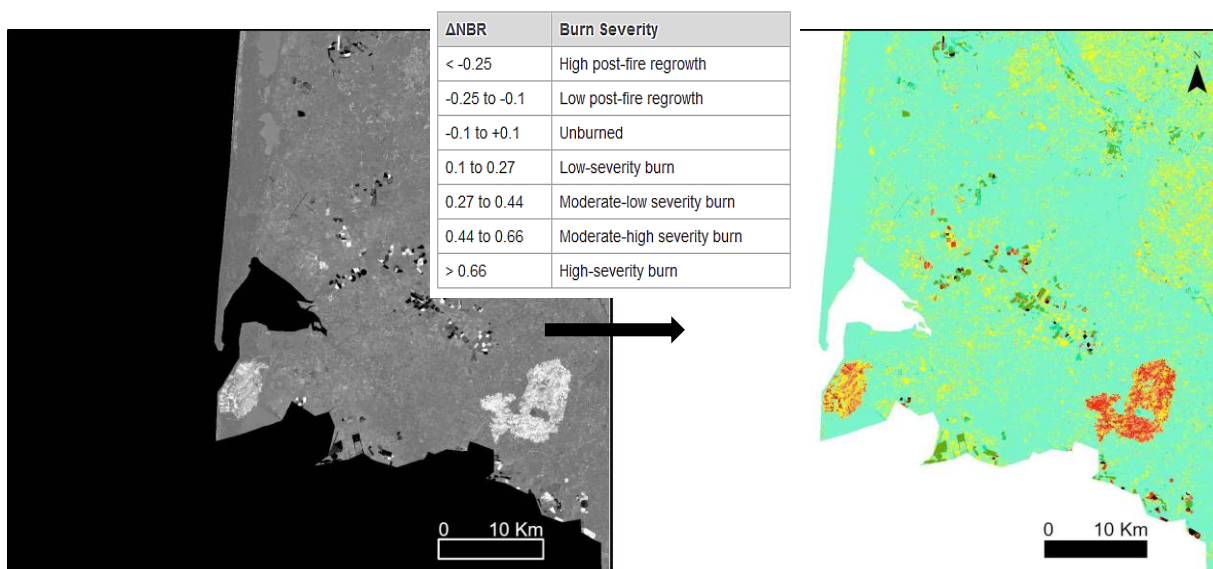
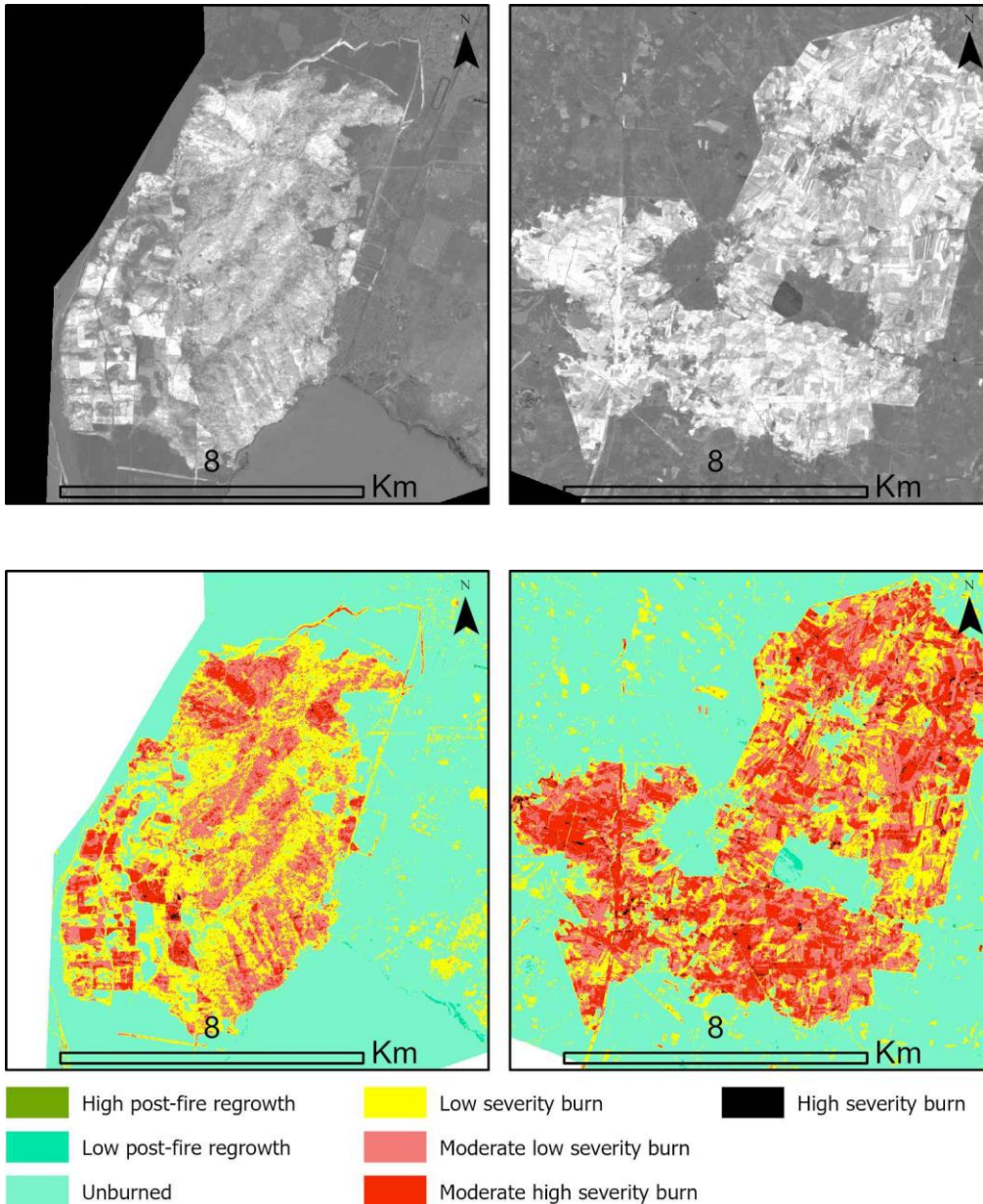


Figure 8. A gauche, delta\_NBR.tif et à droite, une visualisation de l'image classée sous ArcGis Pro



## 7. Création du masque des zones brûlées

Pour extraire les zones brûlées, seules les valeurs supérieures ou égales à +0,10 sont conservées. Il est donc nécessaire de créer un masque qui prend la valeur 1 si le pixel est supérieur ou égal au seuil ou la valeur 0 si inférieur.

```
otbcli_BandMath -il delta_NBR.tif -exp "(im1b1>0.1)*1+(im1b1<=0.1)*0" -out
delta_NBR_mask.tif uint16
```

## Lignes de code à écrire avec ses propres chemins pour copier-coller dans l'invite de commande

### 1. Ré échantillonnage de la bande 12

```
otbcli_Superimpose -inr
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220617_T30TXQ\T30TXQ_20220617T105629_B08_10m.jp2 -inm
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220617_T30TXQ\T30TXQ_20220617T105629_B12_20m.jp2 -out
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220617_T30TXQ\T30TXQ_20220617_B12_resampl.tif uint16
```

```
otbcli_Superimpose -inr
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220801_T30TXQ\T30TXQ_20220801T105631_B08_10m.jp2 -inm
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220801_T30TXQ\T30TXQ_20220801T105631_B12_20m.jp2 -out
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220801_T30TXQ\T30TXQ_20220801_B12_resampl.tif uint16
```

### 2. Concaténation des images pour une composition colorée RGB

```
otbcli_ConcatenateImages -il
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220617_T30TXQ\T30TXQ_20220617T105629_B04_10m.jp2
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220617_T30TXQ\T30TXQ_20220617T105629_B03_10m.jp2
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220617_T30TXQ\T30TXQ_20220617T105629_B02_10m.jp2 -out
D:\TD_OTB\images\2_RGB\T30TXQ_220617_RGB.tif uint16
```

```
otbcli_ConcatenateImages -il
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220801_T30TXQ\T30TXQ_20220801T105631_B04_10m.jp2
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220801_T30TXQ\T30TXQ_20220801T105631_B03_10m.jp2
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220801_T30TXQ\T30TXQ_20220801T105631_B02_10m.jp2 -out
D:\TD_OTB\images\2_RGB\T30TXQ_220801_RGB.tif uint16
```

### 3. Concaténation des images pour une composition colorée NBR

```
otbcli_ConcatenateImages -il
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220617_T30TXQ\T30TXQ_20220617_B12_resampl.tif
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220617_T30TXQ\T30TXQ_20220617T105629_B08_10m.jp2
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220617_T30TXQ\T30TXQ_20220617T105629_B04_10m.jp2 -out
D:\TD_OTB\images\3_NBR\T30TXQ_220617_NBR.tif uint16
```

```
otbcli_ConcatenateImages -il
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220801_T30TXQ\T30TXQ_20220801_B12_resampl.tif
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220801_T30TXQ\T30TXQ_20220801T105631_B08_10m.jp2
D:\TD_OTB\images\1_selection_bandes\220801_T30TXQ\T30TXQ_20220801T105631_B04_10m.jp2 -out
D:\TD_OTB\images\3_NBR\T30TXQ_220801_NBR.tif uint16
```

### 4. Choix d'une zone d'intérêt et masque sur cette zone

```
otbcli_Rasterization -in D:\TD_OTB\shapefile\gironde.shp -out
D:\TD_OTB\images\4_mask_ROI_NBR\Rasterization_ROI.tif uint16 -im
D:\TD_OTB\images\3_NBR\T30TXQ_220617_NBR.tif
```

```
otbcli_ManageNoData -in D:\TD_OTB\images\3_NBR\T30TXQ_220617_NBR.tif -out
D:\TD_OTB\images\4_mask_ROI_NBR\220617_NBR_ROI.tif uint16 -mode apply -mode.apply.mask
D:\TD_OTB\images\4_mask_ROI_NBR\Rasterization_ROI.tif
```

```
otbcli_ManageNoData -in D:\TD_OTB\images\3_NBR\T30TXQ_220801_NBR.tif -out
D:\TD_OTB\images\4_mask_ROI_NBR\220801_NBR_ROI.tif uint16 -mode apply -mode.apply.mask
D:\TD_OTB\images\4_mask_ROI_NBR\Rasterization_ROI.tif
```

## 5. Calcul de l'indice NBR

```
otbcli_BandMath -il D:\TD_OTB\images\4_mask_ROI_NBR\220617_NBR_ROI.tif -exp "((im1b2-im1b1)/(im1b2+im1b1))" -out D:\TD_OTB\images\5_indice_NBR\220617_NBR_ROI_indice.tif
```

```
otbcli_BandMath -il D:\TD_OTB\images\4_mask_ROI_NBR\220801_NBR_ROI.tif -exp "((im1b2-im1b1)/(im1b2+im1b1))" -out D:\TD_OTB\images\5_indice_NBR\220801_NBR_ROI_indice.tif
```

Le résultat est une image où les zones brûlées tendent vers le noir. Les valeurs sont comprises entre 1 et -1 ; les zones, dont les valeurs sont inférieures à -0,10, sont considérées comme incendiées. Plus la valeur est négative, plus l'incendie a été intense.

## 6. Calcul de l'indice dNBR

```
otbcli_BandMath -il D:\TD_OTB\images\5_indice_NBR\220617_NBR_ROI_indice.tif  
D:\TD_OTB\images\5_indice_NBR\220801_NBR_ROI_indice.tif -exp "(im1b1-im2b1)" -out  
D:\TD_OTB\images\6_indice_dNBR\delta_NBR.tif
```

## 7. Création du masque des zones brûlées

```
otbcli_BandMath -il D:\TD_OTB\images\6_indice_dNBR\delta_NBR.tif -exp  
"(im1b1>0.1)*1+(im1b1<=0.1)*0" -out  
D:\TD_OTB\images\7_masque_zones_brulees\delta_NBR_mask.tif uint16
```

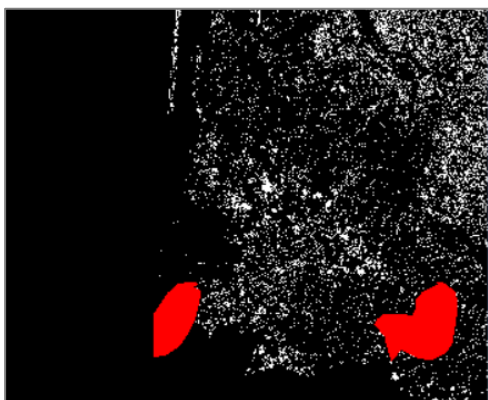
Histogramme

Valeur du pixel	Nb de pixels dont le dNBR > 0,1
1	8 645 116

1 pixel équivaut à 10 m<sup>2</sup>

## Conclusion

La sécheresse de cette période crée une incertitude plus importante sur les zones brûlées de faible gravité, car des zones très desséchées apparaissent en jaune. Il convient de créer un ROI sur ArgGis ou Qgis sur les deux zones d'intérêt et de calculer les statistiques dans ce ROI pour connaître précisément les zones brûlées par les incendies et non le soleil.



1 888 095 pixels dont la valeur > 0.1 dans ce ROI soit 18 880 950 m<sup>2</sup>

Figure 8. ROI des zones brûlées

**~ 2000 hectares de surface ont brûlé, en Gironde, suite aux incendies du mardi 12 juillet au lundi 25 juillet 2022.**