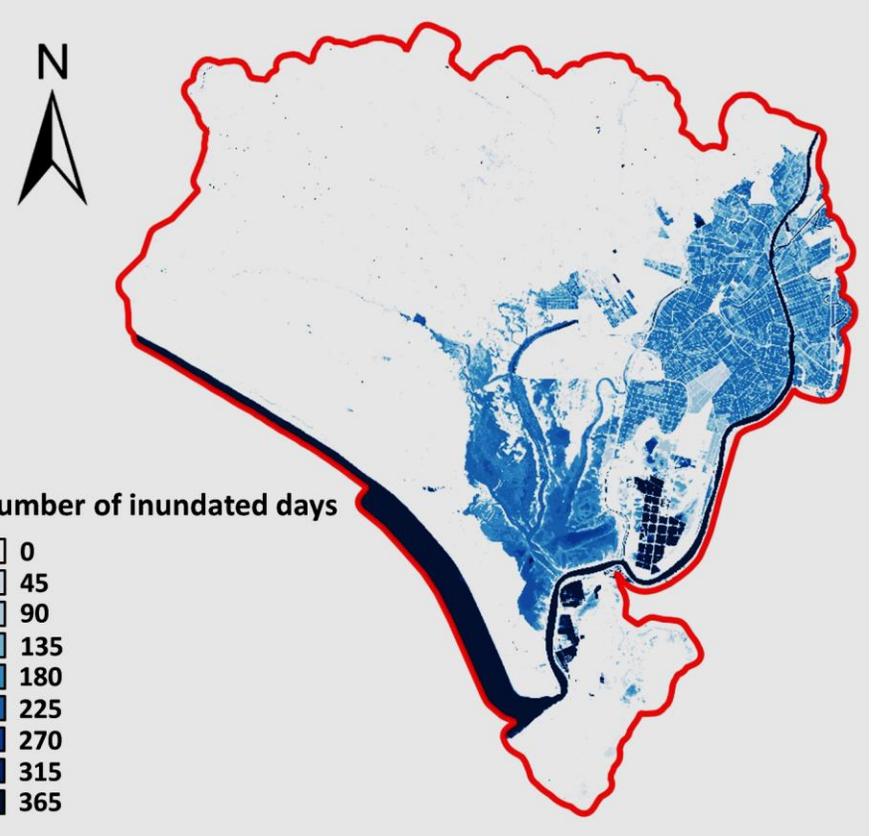


**AE-1.4 : Etudier les images satellites**



Contains modified Copernicus Sentinel data (2016/17) processed by CERTH/CSIC



## AE-1.4: Etudier les images satellites

- On dispose désormais d'une scène découpée en pixels et pour chacun de ces pixels d'une somme de mesures physiques
- Une première utilisation de ces données a conduit à l'élaboration d'une représentation (image numérique) appréhendable par le cerveau humain
- En Sciences de la Vie, de l'Environnement ou de la Terre, l'identification des pixels est une tâche essentielle, elle consiste à établir la nature des objets survolés par le satellite ce qui permettra ensuite une exploration spatiale ou temporelle (à condition de disposer de plusieurs images) d'un objet d'intérêt



## AE-1.4 : Identifier les pixels

- Le première stratégie d'identification des pixels est d'utiliser la retranscription des données sous forme d'une image type photographique.
- Ceci permet une photo-interprétation. L'utilisateur de la donnée est finalement en situation d'observation comme s'il se trouvait à la position du satellite utilisant son œil comme capteur ( avec cependant une acuité visuelle nettement améliorée et une champ d'observation beaucoup plus étendue)
- L'identification des pixels s'appuiera sur la couleur, la disposition, la forme des objets et les connaissances préalables sur la zone.
- Celle-ci est largement tributaire de la résolution d'image, et peut conduire à des erreurs, des confusions ou à des ambiguïtés

Copyright: CNES 2014,  
Distribution Airbus DS

Ville de Bosanski, en  
Bosnie après les  
inondations le 25  
mai 2014.  
Satellite Pléiades



Ville de Bosanski, en Bosnie après les inondations le 25 mai 2014.  
Satellite Pléiades

Une rivière !



???????

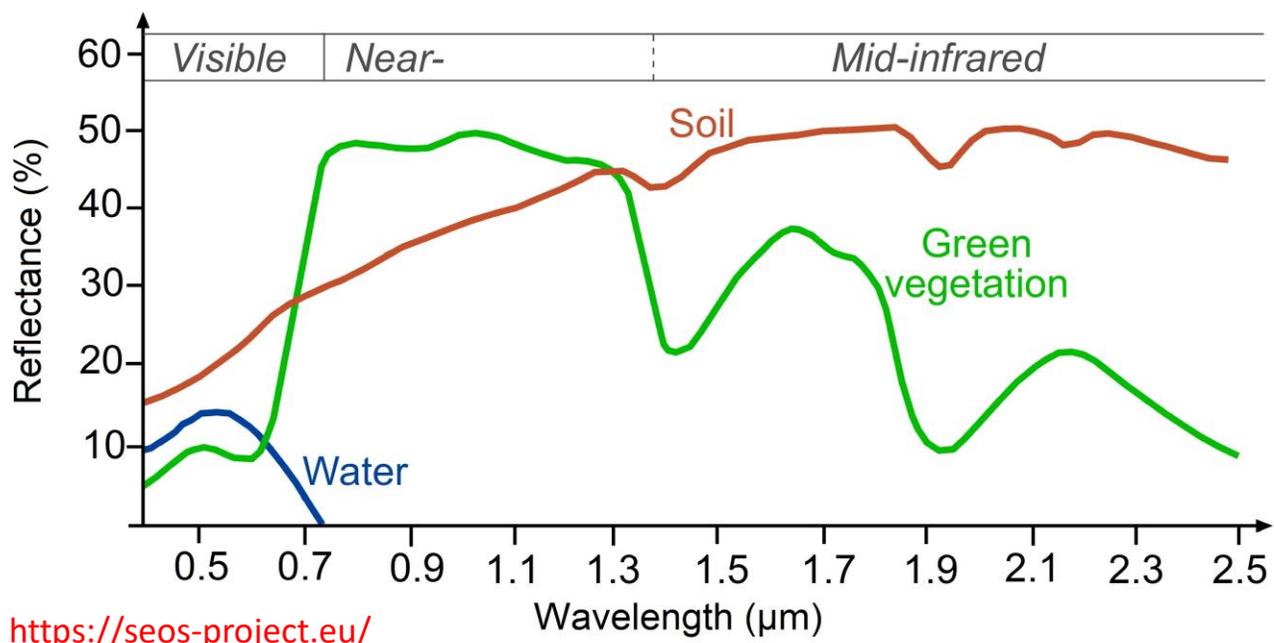


Copyright: CNES 2014,  
Distribution Airbus DS

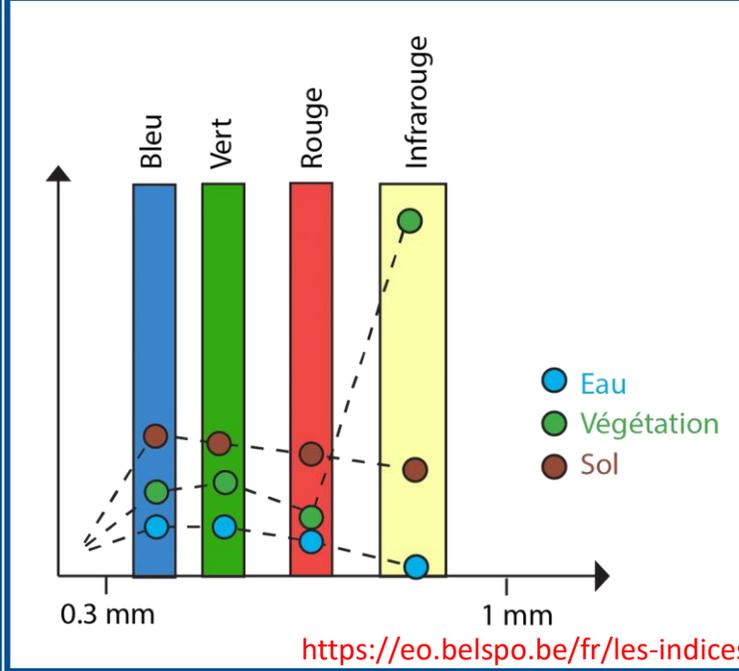


## AE-1.4 : Signatures spectrales

- Il est important de comprendre que la couleur attribuée au pixel est la résultante de l'intégration des trois mesures physiques réalisées pour la réflectance pour les longueurs d'ondes correspondant au rouge, au vert et au bleu. Contrairement à une photographie « argentique », on a accès à ces trois valeurs numériques
- Il est possible de disposer pour des objets d'intérêt d'une gamme de valeurs dans laquelle devra se situer la mesure réalisée au sein du pixel pour chacune de ces trois valeurs
- Cette gamme de valeur est obtenue par l'utilisation de vérité de terrain, où l'utilisateur corrèle le pixel de l'image avec l'objet effectivement présent
- Ces gammes de référence pour chaque objet sont appelées des SIGNATURES SPECTRALES
- La pertinence de ces signatures spectrales peut être notablement améliorée en utilisant d'autres mesures de réflectance que celle utilisées dans le rouge, le vert ou le bleu (L'infra-rouge par exemple)



<https://seos-project.eu/>



### Exemple de signatures spectrales

On ne dispose pas généralement de la mesure complète de la signature spectrale mais simplement de la mesure de quelques longueurs d'onde en fonction des capteurs du satellite

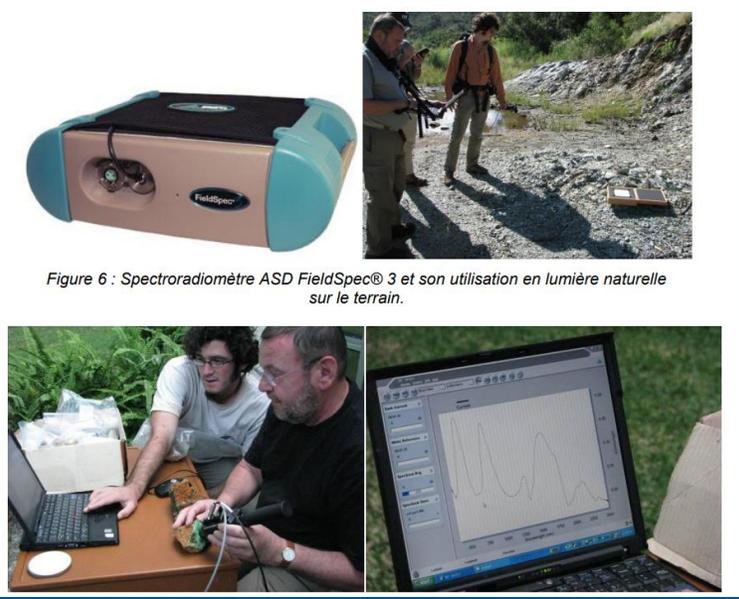
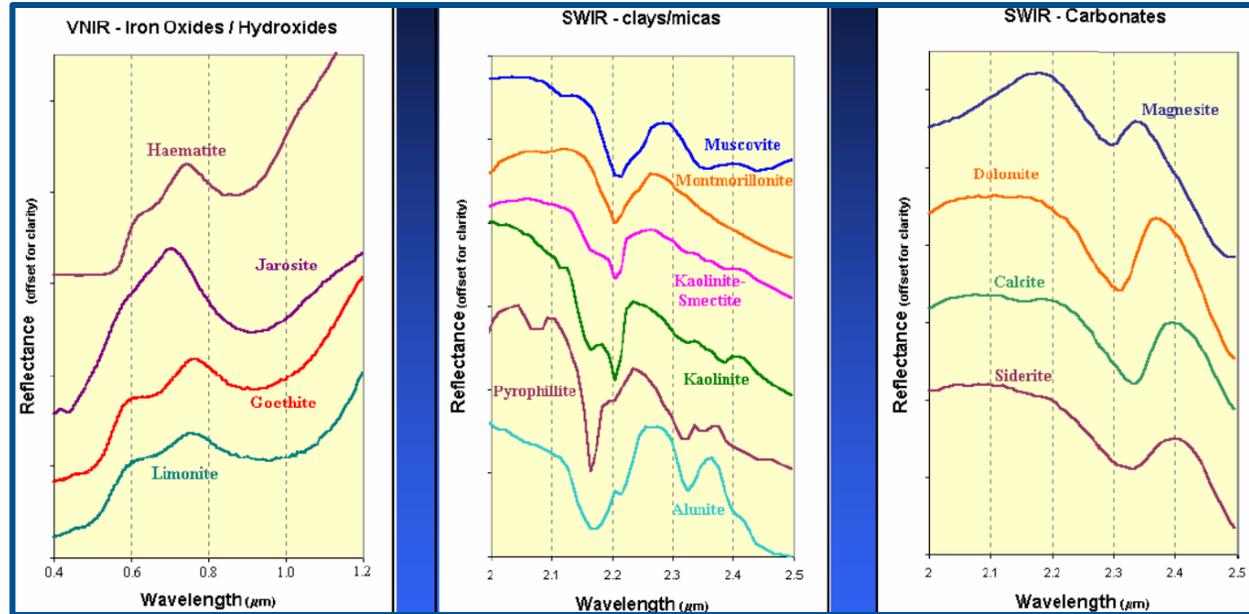


Figure 6 : Spectroradiomètre ASD FieldSpec® 3 et son utilisation en lumière naturelle sur le terrain.



### Etablir les signatures spectrales

Des mesures sur le terrain permettant d'établir précisément les réflectances et de choisir postérieurement les longueurs d'ondes pertinentes pour les capteurs embarqués sur les satellites

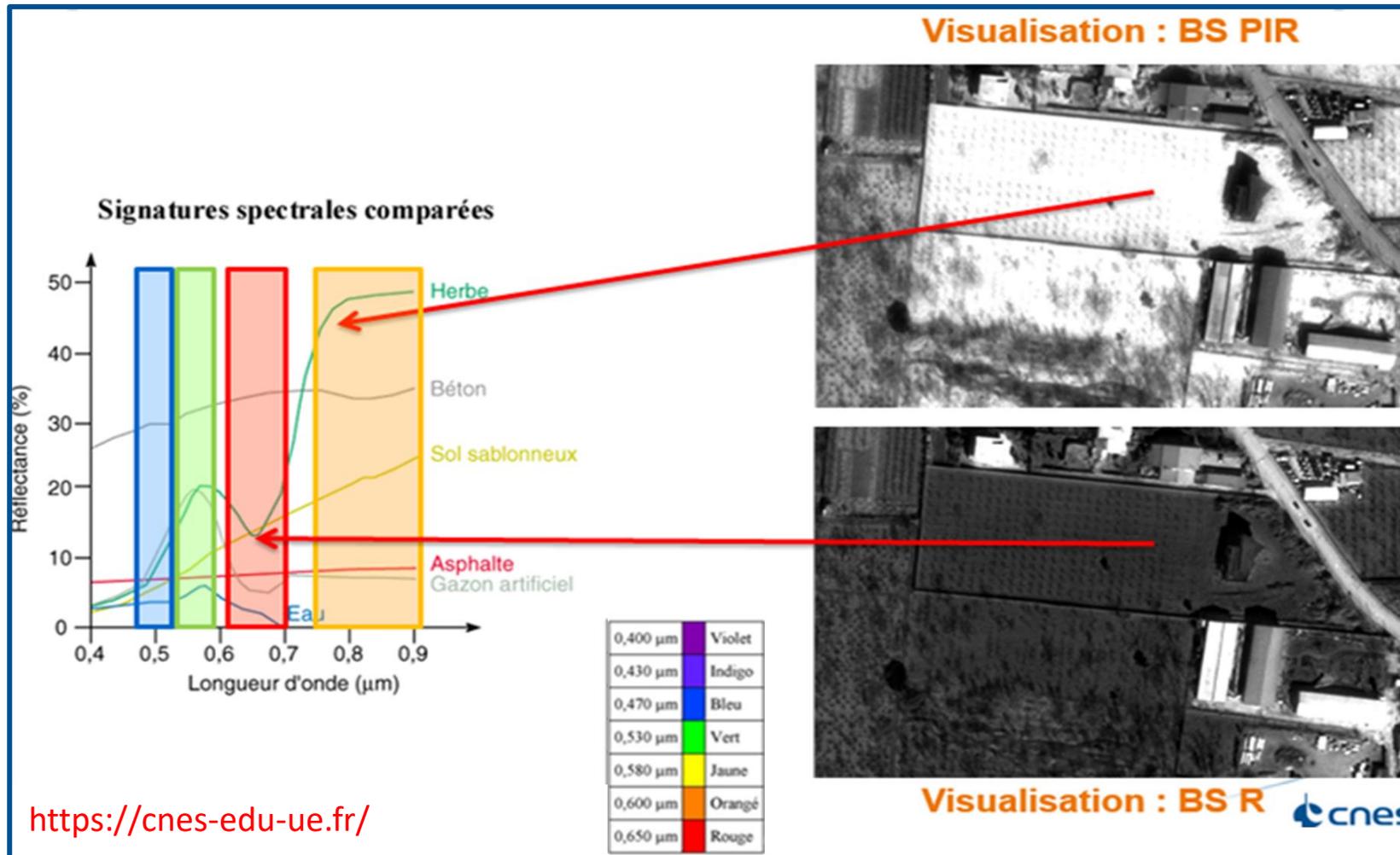
<http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-60277-FR.pdf>



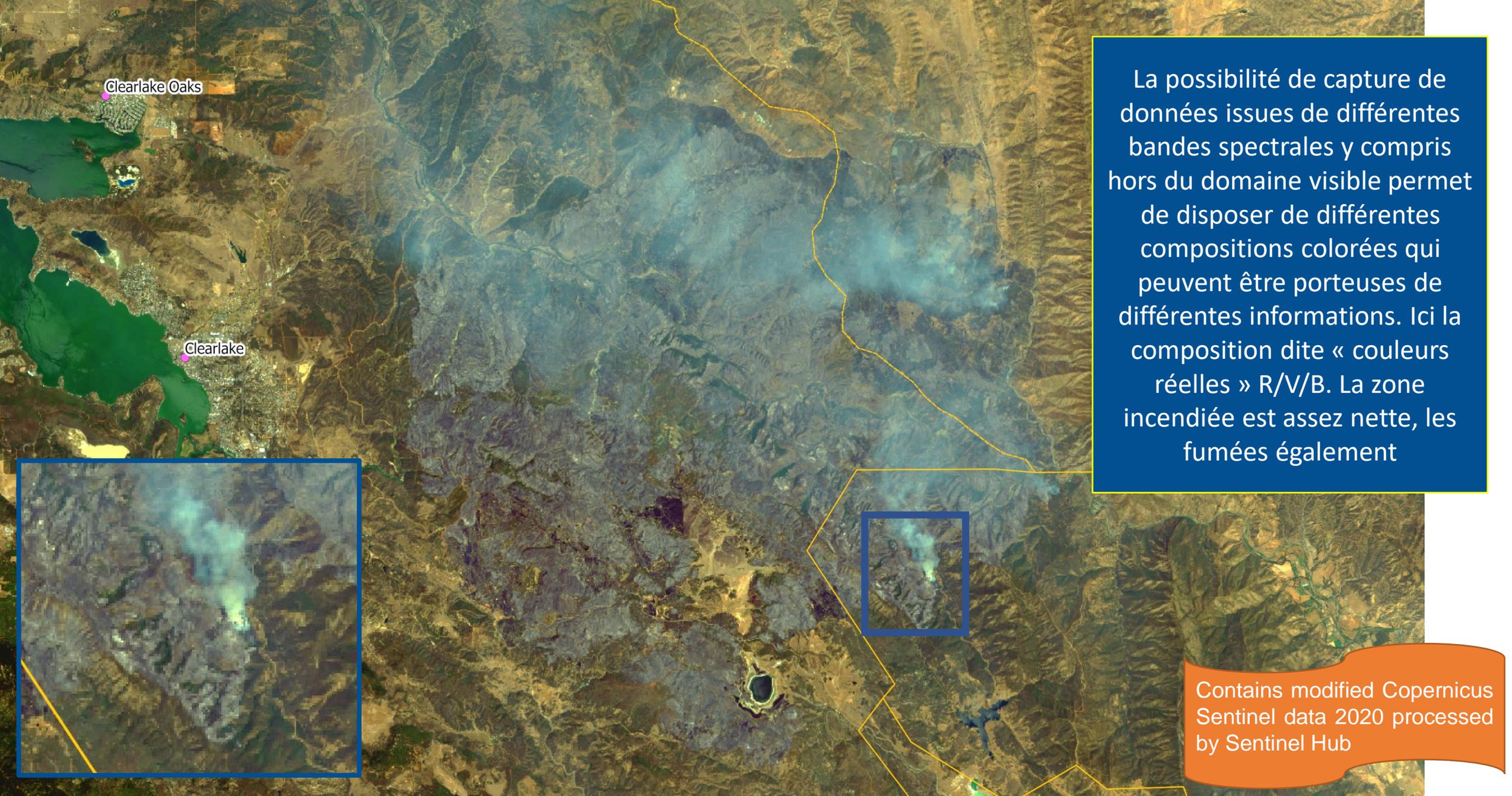
## AE-1.4: Composition colorée

- L'utilisation pixel par pixel des mesures de réflectance pour discriminer l'objet peut s'avérer fastidieuse, il est possible d'utiliser plusieurs stratégies pour faciliter l'analyse :
  - Afficher une image résultant de l'utilisation d'une seule mesure de réflectance pour une longueur d'onde pertinente pour discriminer l'objet d'intérêt. Cette image ne pourra être affichée qu'en nuance de gris
  - Réaliser une synthèse additive de plusieurs mesures, mais en utilisant l'addition de mesures différent de celle ayant permis d'obtenir une image de type photographie. On appelle COMPOSITION COLOREE le résultat obtenu.
    - Fondamentalement, toute image numérique obtenu par un satellite combinant plusieurs mesures est une composition colorée. Lorsque l'on cherche à obtenir une image retranscrivant la vision que l'on aurait si l'œil était l'instrument de mesures, on obtient une composition colorée appelée « vraies couleurs »
    - Cette composition colorée n'est pas toujours la plus pertinente pour identifier ou mettre en exergue les objets recherchés sur la scène

## Visualisation : BS PIR

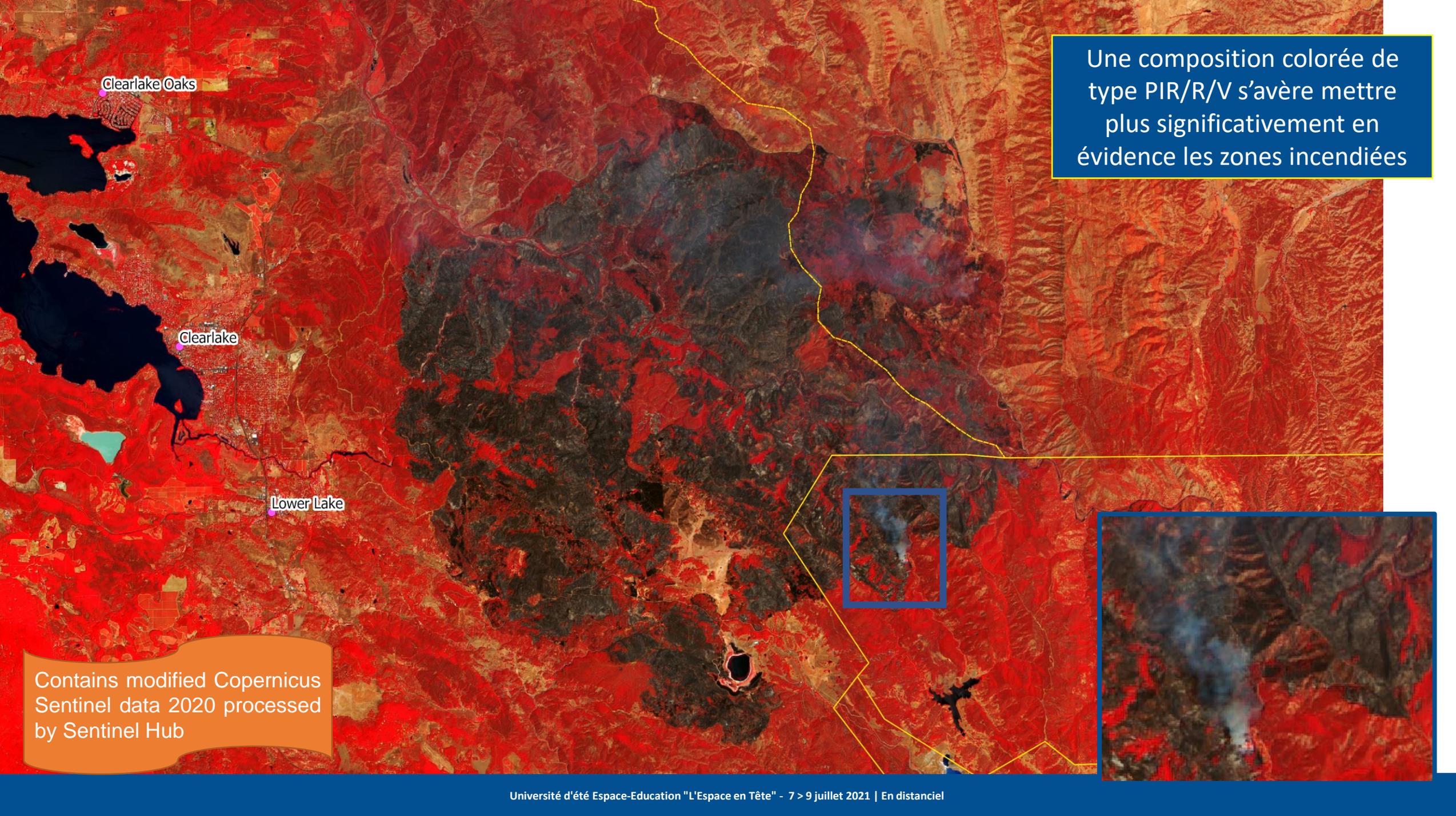


L'objet considéré ici est de la végétation basse. L'affichage sous forme d'une image en nuance de gris en fonction de la mesure de la réflectance pour le rouge se traduit par des pixels sombres (valeur de réflectance situé au tour de 15 % donc basse). Cet affichage ne permettrait pas une discrimination entre herbe et sol sablonneux qui possèdent la même réflectance. L'affichage par contre obtenue pour une mesure dans le proche infra rouge entraine l'apparition de pixel clair (car cette fois ci la mesure de réflectance est élevée) mais là les mesures sont discriminantes entre l'herbe et le sol sablonneux



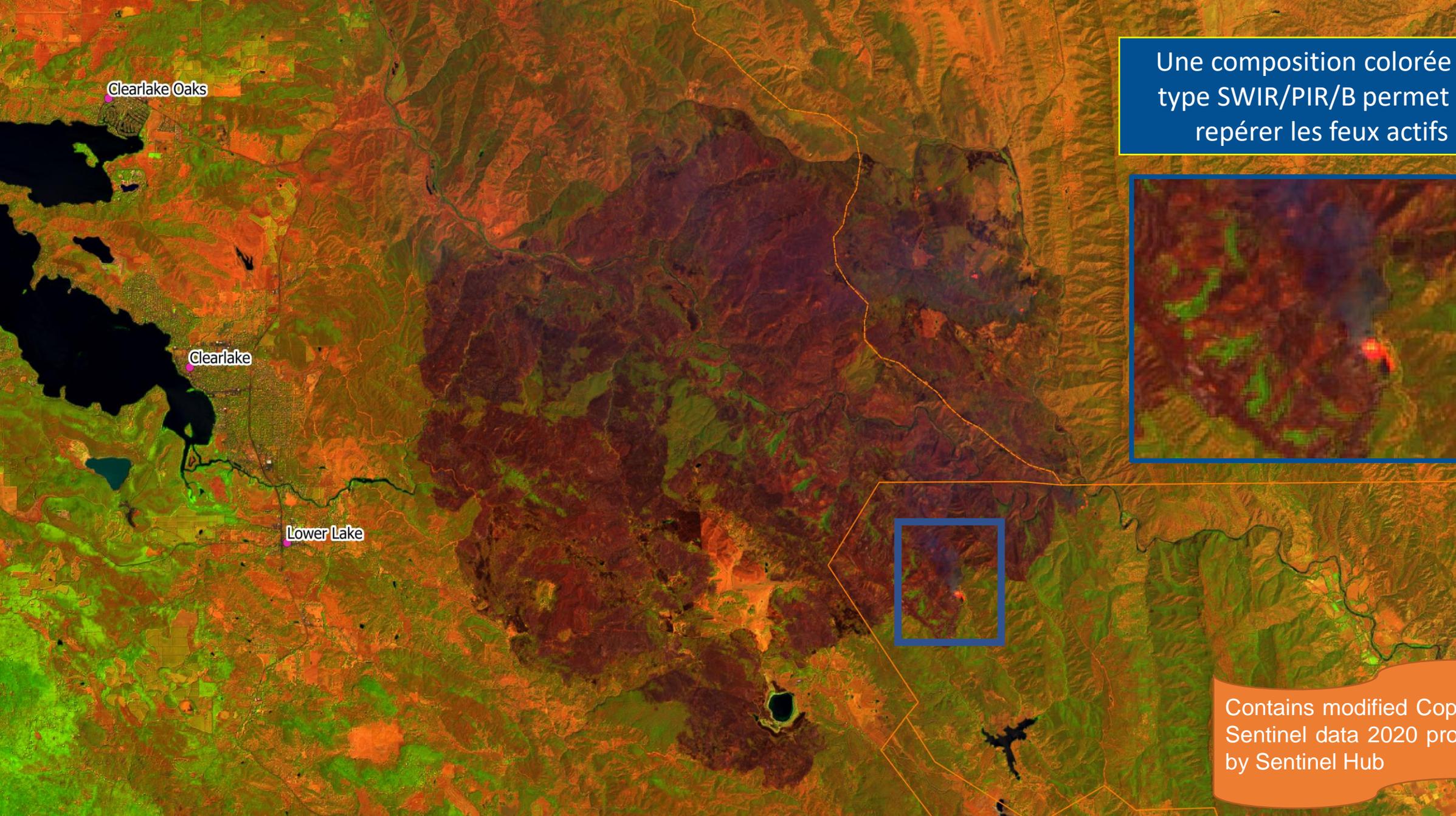
La possibilité de capture de données issues de différentes bandes spectrales y compris hors du domaine visible permet de disposer de différentes compositions colorées qui peuvent être porteuses de différentes informations. Ici la composition dite « couleurs réelles » R/V/B. La zone incendiée est assez nette, les fumées également

Contains modified Copernicus Sentinel data 2020 processed by Sentinel Hub

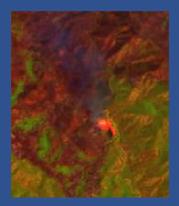
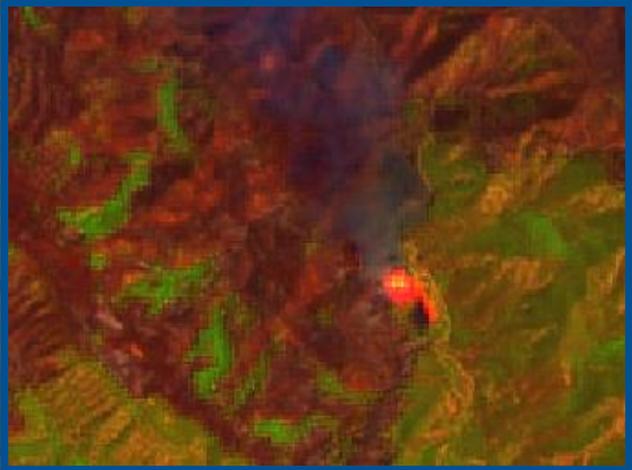


Une composition colorée de type PIR/R/V s'avère mettre plus significativement en évidence les zones incendiées

Contains modified Copernicus Sentinel data 2020 processed by Sentinel Hub



Une composition colorée de type SWIR/PIR/B permet de repérer les feux actifs



Contains modified Copernicus Sentinel data 2020 processed by Sentinel Hub



## AE-1.4: Identifier les pixels

- Pour afficher une image obtenue avec une seule mesure de réflectance ou une composition colorée, on peut souhaiter une utilisation simple qui permet d'afficher ces différentes situations avec un simple clic de souris sans avoir besoin de disposer des mesures physiques
- On privilégiera un visualisateur comme Eo Browser qui permet d'afficher les données issus de différents satellites (Sentinel, Landsat, Envisat), grâce à une recherche spatio-temporelle d'une zone géographique d'intérêt.
- L'interface rend possible des affichages issus d'une seule mesure, des compositions colorées dite classique (vraies couleurs, fausses couleurs (végétation), fausses couleurs (urbain) ou des compositions colorées personnelles.

-  **True color**  
Based on bands 4,3,2
-  **False color**  
Based on bands 8,4,3
-  **NDVI**  
Based on combination of bands  $(B8 - B4)/(B8 + B4)$
-  **False color (urban)**  
Based on bands 12,11,4
-  **Moisture index**  
Based on combination of bands  $(B8A - B11)/(B8A + B11)$
-  **SWIR**  
Based on bands 12,8A,4
-  **NDWI**  
Based on combination of bands  $(B3 - B8)/(B3 + B8)$
-  **NDSI**  
Based on combination of bands  $(B3 - B11)/(B3 + B11)$

Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub

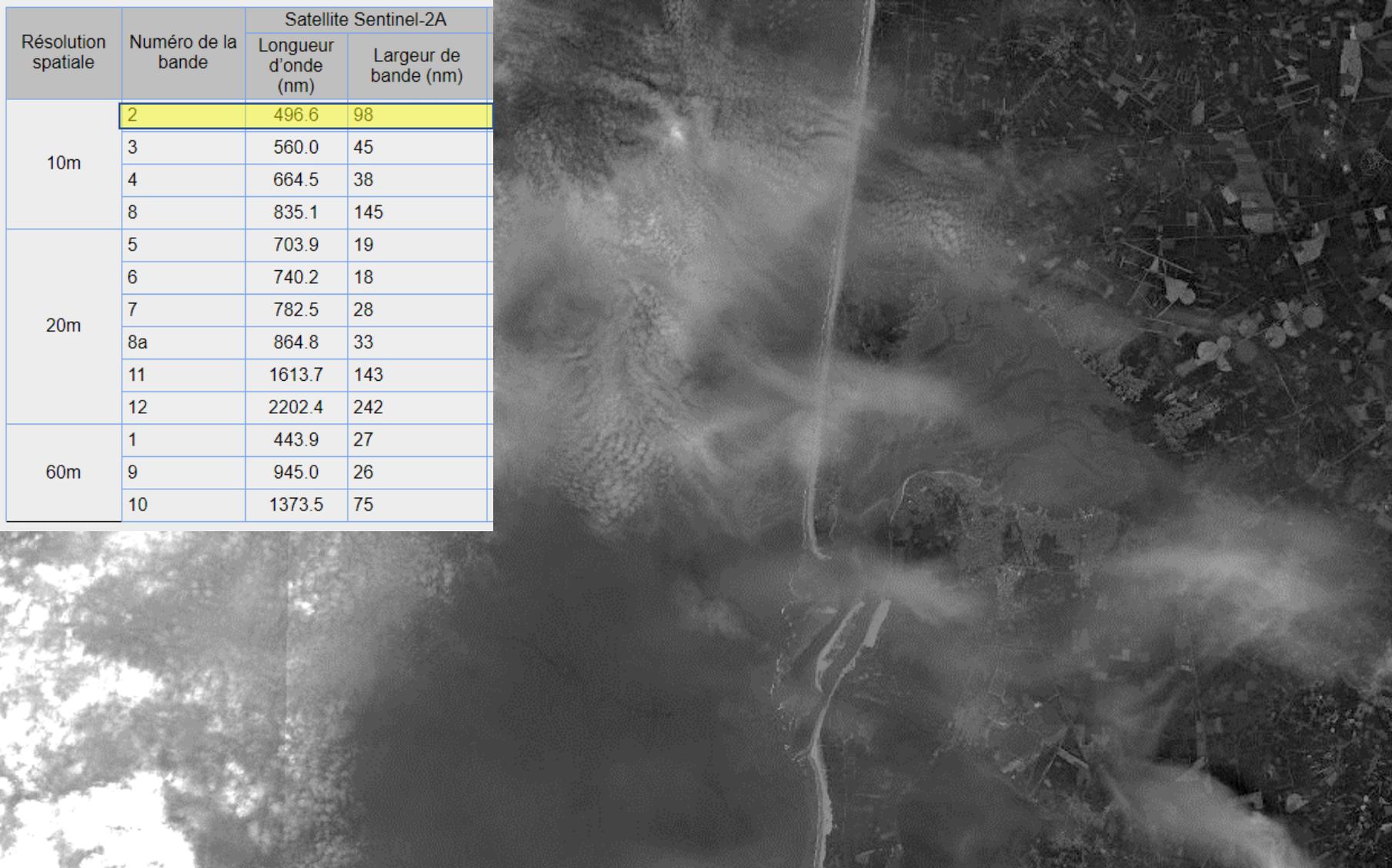


Bande spectrale (mesure du capteur du satellite)	Canal vidéo de l'image satellite
Rouge	Rouge
Vert	Vert
Bleu	Bleu

Arcachon. Mai 2021. Sentinel 2. Composition colorée Rouge. Vert . Bleu

Résolution spatiale	Numéro de la bande	Satellite Sentinel-2A	
		Longueur d'onde (nm)	Largeur de bande (nm)
10m	2	496.6	98
	3	560.0	45
	4	664.5	38
	8	835.1	145
20m	5	703.9	19
	6	740.2	18
	7	782.5	28
	8a	864.8	33
	11	1613.7	143
	12	2202.4	242
60m	1	443.9	27
	9	945.0	26
	10	1373.5	75

Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub



Arcachon. Mai 2021. Sentinel 2. Bleu

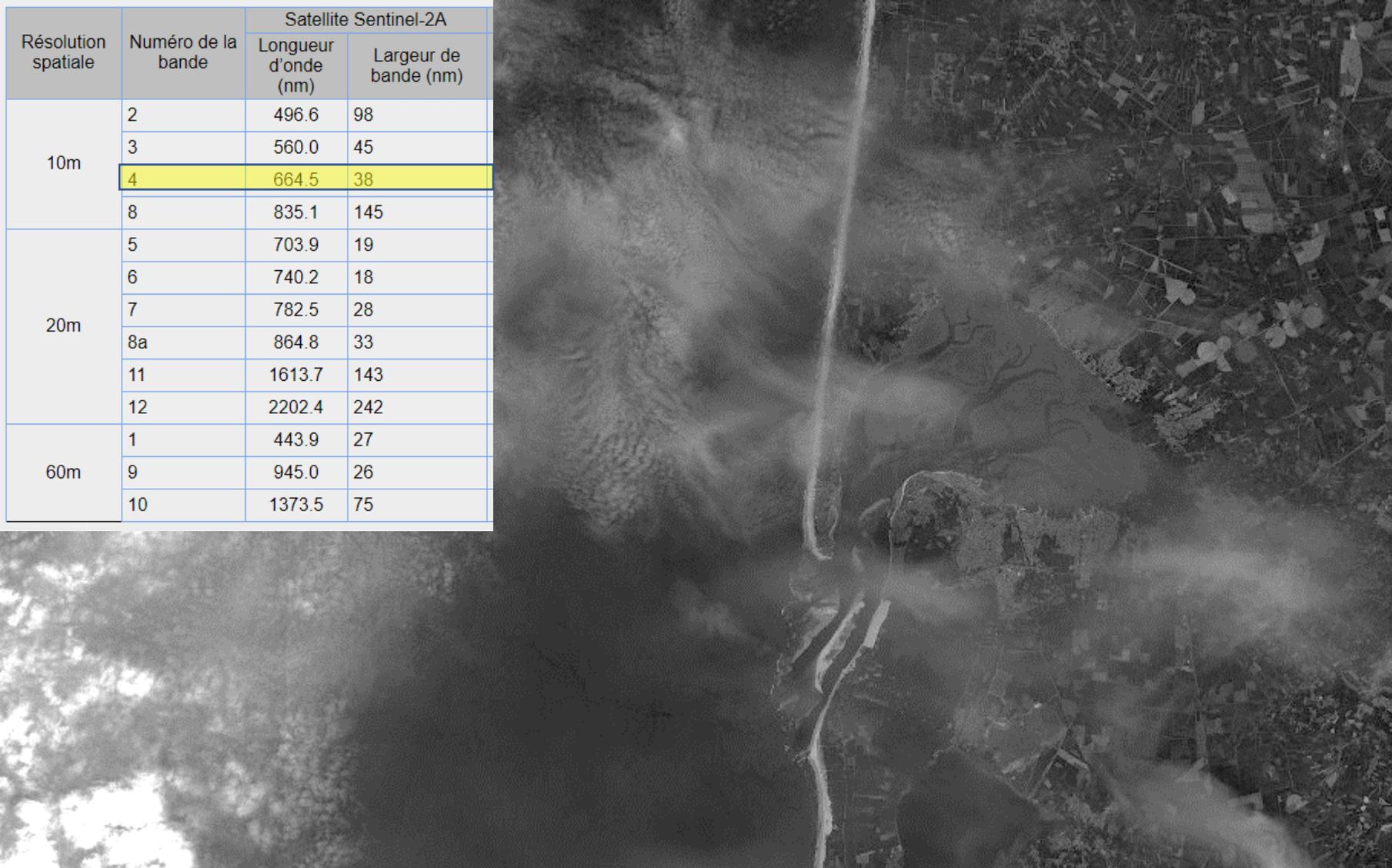
Résolution spatiale	Numéro de la bande	Satellite Sentinel-2A	
		Longueur d'onde (nm)	Largeur de bande (nm)
10m	2	496.6	98
	3	560.0	45
	4	664.5	38
	8	835.1	145
20m	5	703.9	19
	6	740.2	18
	7	782.5	28
	8a	864.8	33
	11	1613.7	143
	12	2202.4	242
60m	1	443.9	27
	9	945.0	26
	10	1373.5	75

Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub

Arcachon. Mai 2021. Sentinel 2. Vert

Résolution spatiale	Numéro de la bande	Satellite Sentinel-2A	
		Longueur d'onde (nm)	Largeur de bande (nm)
10m	2	496.6	98
	3	560.0	45
	4	664.5	38
	8	835.1	145
20m	5	703.9	19
	6	740.2	18
	7	782.5	28
	8a	864.8	33
	11	1613.7	143
	12	2202.4	242
60m	1	443.9	27
	9	945.0	26
	10	1373.5	75

Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub



Arcachon. Mai 2021. Sentinel 2. Rouge

-  True color  
Based on bands 4,3,2
-  False color  
Based on bands 8,4,3
-  NDVI  
Based on combination of bands  $(B8 - B4)/(B8 + B4)$
-  False color (urban)  
Based on bands 12,11,4
-  Moisture index  
Based on combination of bands  $(B8A - B11)/(B8A + B11)$
-  SWIR  
Based on bands 12,8A,4
-  NDWI  
Based on combination of bands  $(B3 - B8)/(B3 + B8)$
-  NDSI  
Based on combination of bands  $(B3 - B11)/(B3 + B11)$

Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub

Bande spectrale (mesure du capteur du satellite)	Canal vidéo de l'image satellite
PIR	Rouge
Rouge	Vert
Vert	Bleu



Arcachon. Mai 2021. Sentinel 2. Composition colorée PIR. Rouge. Vert

-  True color  
Based on bands 4,3,2
-  False color  
Based on bands 8,4,3
-  NDVI  
Based on combination of bands  $(B8 - B4)/(B8 + B4)$
-  False color (urban)  
Based on bands 12,11,4
-  Moisture index  
Based on combination of bands  $(B8A - B11)/(B8A + B11)$
-  SWIR  
Based on bands 12,8A,4
-  NDWI  
Based on combination of bands  $(B3 - B8)/(B3 + B8)$
-  NDSI  
Based on combination of bands  $(B3 - B11)/(B3 + B11)$

Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub

Bande spectrale (mesure du capteur du satellite)	Canal vidéo de l'image satellite
IR court 1 (SWIR1)	Rouge
IR court 2 (SWIR2)	Vert
Rouge	Bleu



Arcachon. Mai 2021. Sentinel 2. Composition colorée SWIR1. SWIR2. Rouge

Composite



Drag bands onto RGB fields.



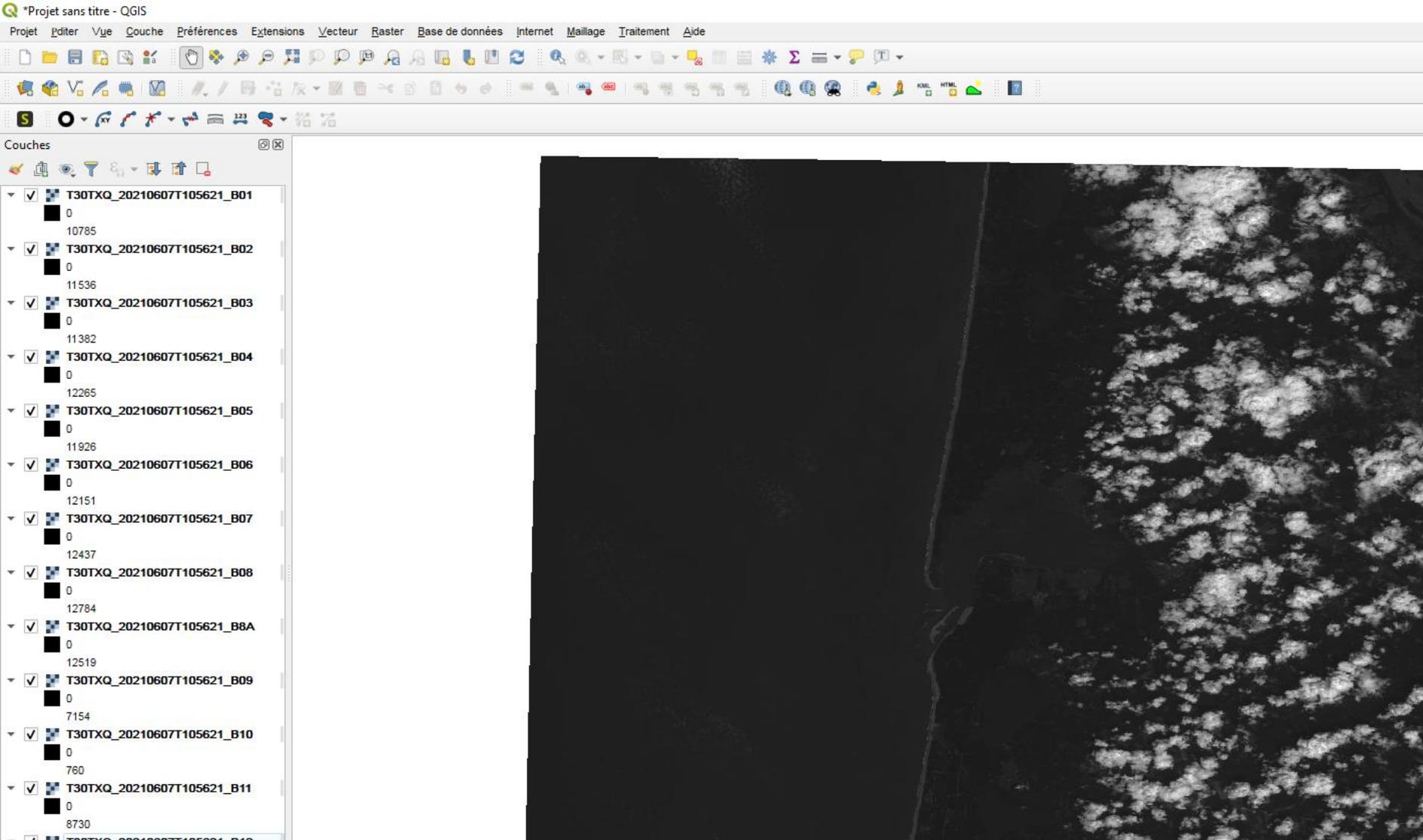
Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub





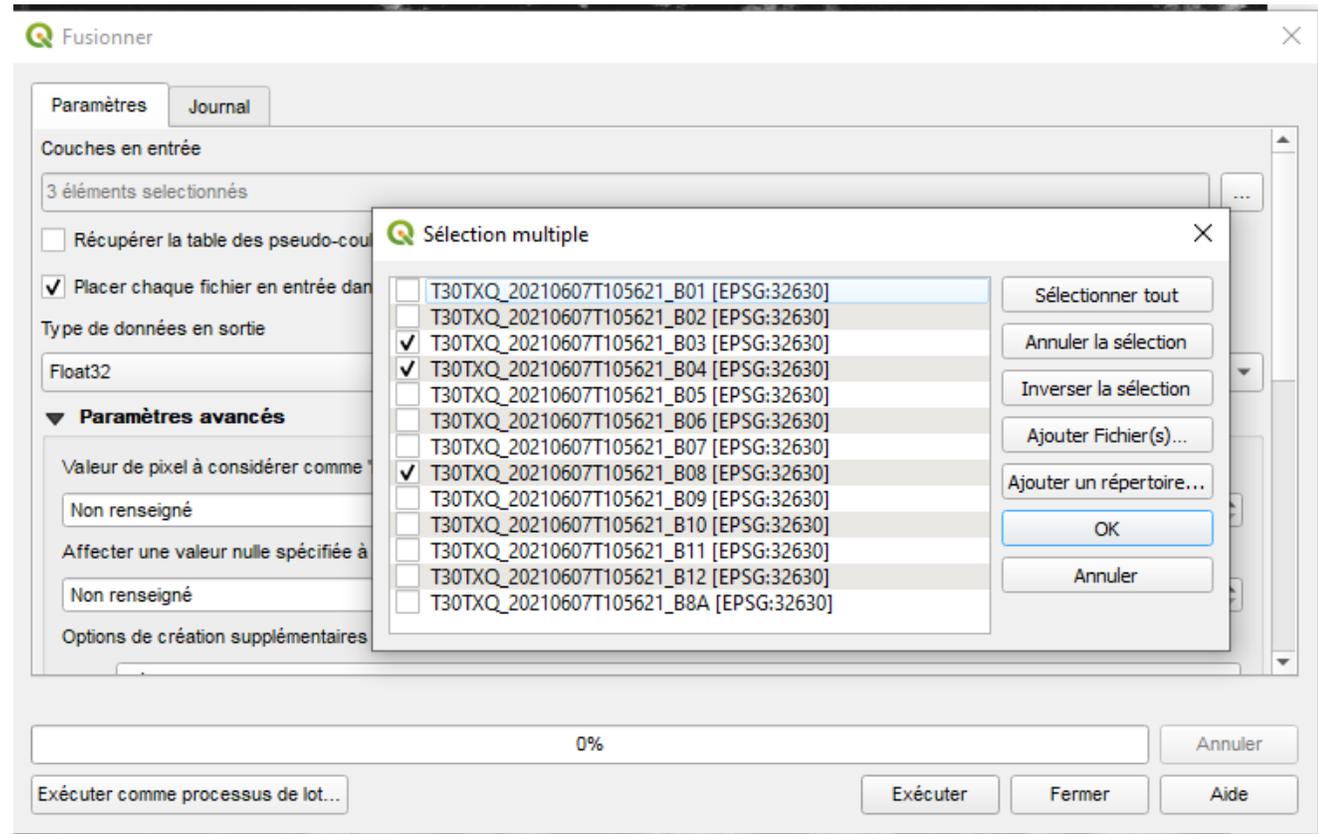
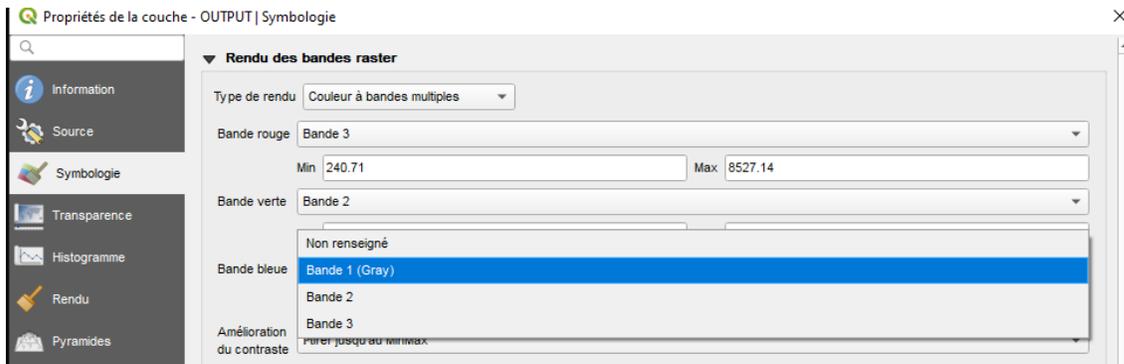
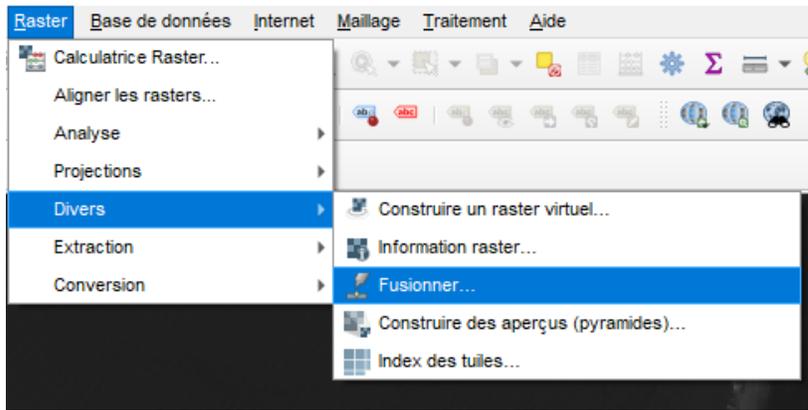
## AE-1.4: Identifier les pixels

- On peut souhaiter vouloir disposer des mesures physiques et vouloir réaliser par soi même ces traitement d'identification des pixels
- Pour ce faire il est indispensable de récupérer les donnée satellites puis d'utiliser un logiciel de traitement
- Le logiciel QGIS est un Système d'Information Géographique, il permet la superposition et le traitement de données de type RASTER ou VECTORIELLES
- Les images satellites sont des images de type RASTER. QGIS permet d'afficher indépendamment les bandes spectrales ou de générer une composition colorée de son choix
- L'utilisation du PLUGIN Terre Image facilite la réalisation des différents traitements

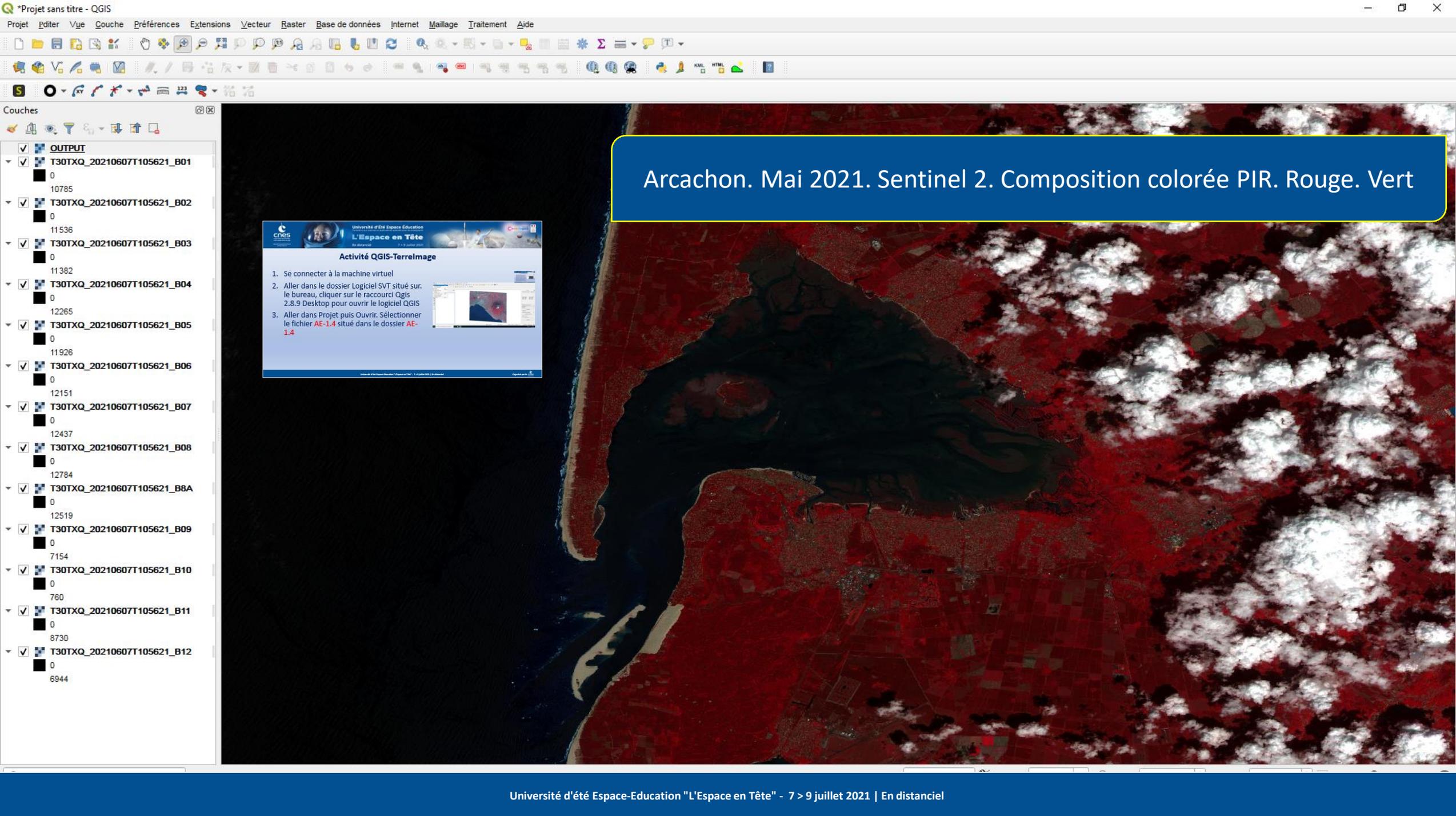


Résolution spatiale	Numéro de la bande	Satellite Sentinel-2A	
		Longueur d'onde (nm)	Largeur de bande (nm)
10m	2	496.6	98
	3	560.0	45
	4	664.5	38
	8	835.1	145
20m	5	703.9	19
	6	740.2	18
	7	782.5	28
	8a	864.8	33
	11	1613.7	143
60m	12	2202.4	242
	1	443.9	27
	9	945.0	26
	10	1373.5	75

Affichage dans QGIS des images obtenues par la mesure dans une seule bande spectrale. L'ensemble des images sont chargées dans le logiciel (colonne de gauche) mais seule l'image située au sommet de la colonne (principe de superposition) est visible. On peut évidemment changer cet ordre ou jouer sur la visibilité pour visualiser l'image issue de la mesure souhaitée



Le logiciel permet de fusionner les différentes mesures sous formes de couches successives. Chaque couche correspondant à la mesure effectuée pour une longueur d'onde. Cela signifie qu'après fusion chaque pixel se voit attribuer une valeur par couche placées dans la fusion. On peut fusionner autant de couches que l'on veut (attention cependant au poids des images qui résulte de la multiplication des couches). Par défaut les trois premières couches se voient affectées les canaux RVB de l'image pour la visualisation, mais ceci est paramétrable d'autant plus si l'utilisateur a fusionné plus de trois couches.



- Couches
- OUTPUT
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B01  
0  
10785
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B02  
0  
11536
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B03  
0  
11382
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B04  
0  
12265
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B05  
0  
11926
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B06  
0  
12151
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B07  
0  
12437
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B08  
0  
12784
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B8A  
0  
12519
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B09  
0  
7154
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B10  
0  
760
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B11  
0  
8730
  - T30TXQ\_20210607T105621\_B12  
0  
6944

Arcachon. Mai 2021. Sentinel 2. Composition colorée PIR. Rouge. Vert

Université d'été Espace Education  
L'Espace en Tête  
7 > 9 juillet 2021

### Activité QGIS-Terrelmage

1. Se connecter à la machine virtuelle
2. Aller dans le dossier Logiciel SVT situé sur le bureau, cliquer sur le raccourci QGIS 2.8.9 Desktop pour ouvrir le logiciel QGIS
3. Aller dans Projet puis Ouvrir. Sélectionner le fichier AE-1.4 situé dans le dossier AE-1.4



## AE-1.4: Indices radiométriques

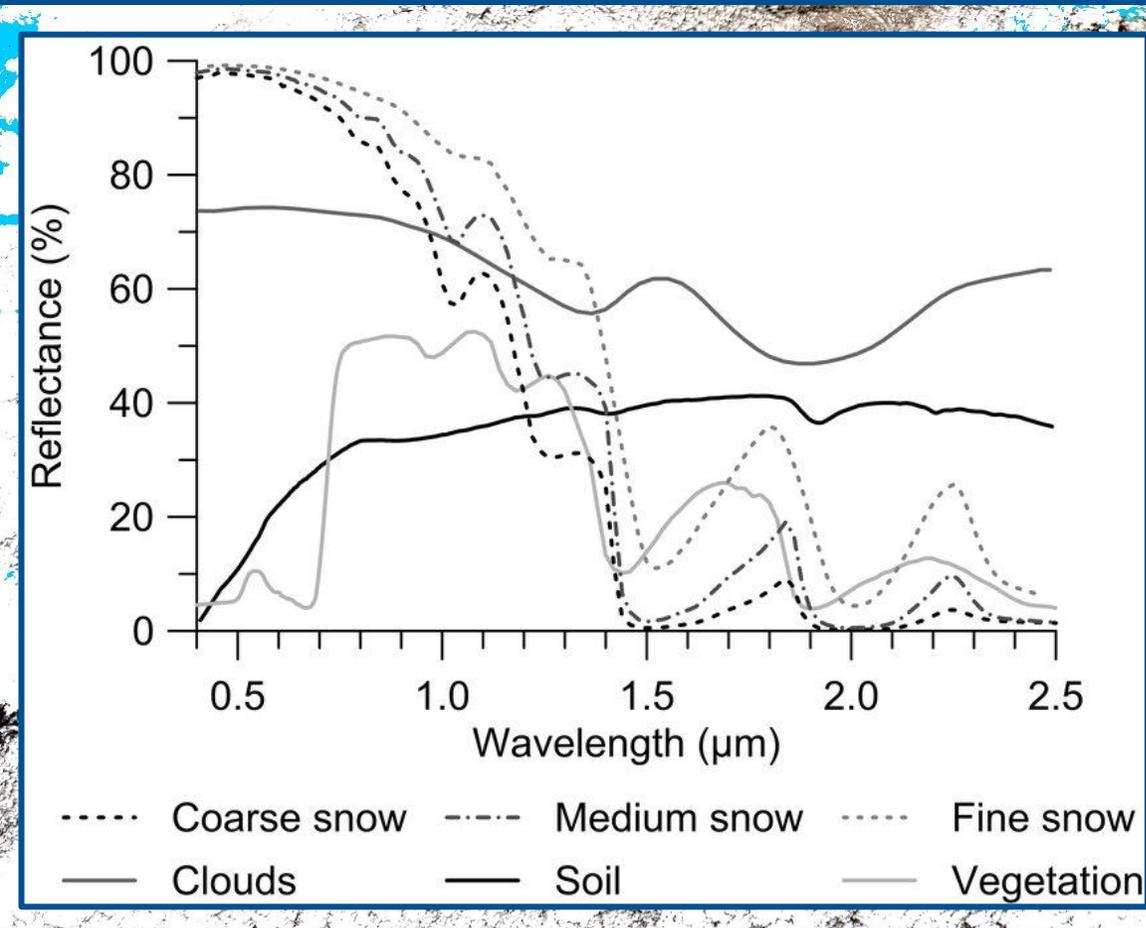
- Certaines longueurs d'onde sont plus pertinentes que d'autres pour explorer certains objets. Il est possible d'appliquer aux mesures physiques d'un pixel des traitements mathématiques qui permettent de discriminer encore plus nettement certains objets. La valeur du pixel obtenue après traitement est appelée INDICE RADIOMETRIQUE
- Cette valeur peut être affichée en nuance de gris, ou on peut lui appliquer une palette de couleur en établissant une gamme de couleur en fonction de la valeur de l'indice permettant ainsi une meilleure visualisation des différents objets



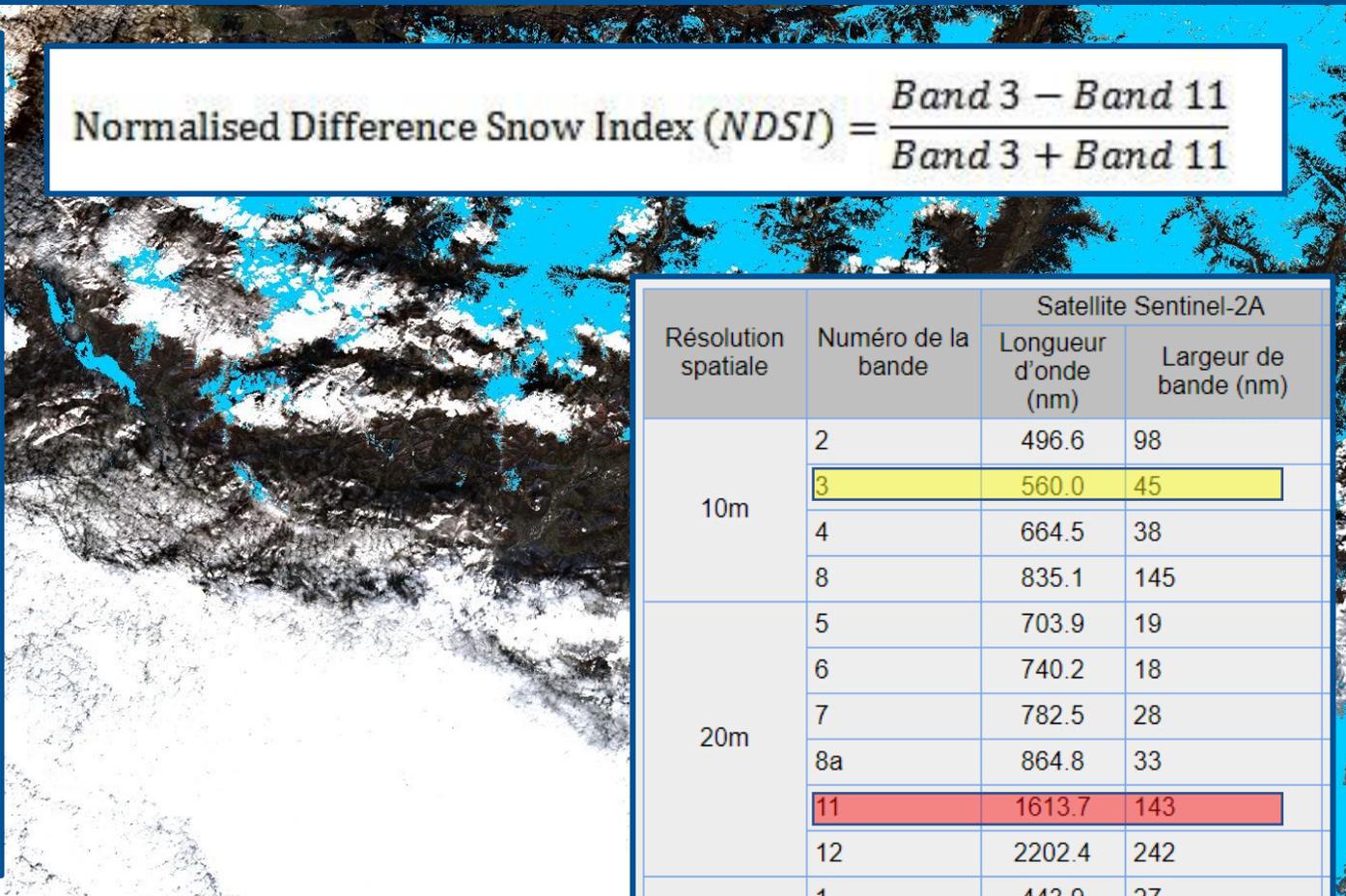
Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub

Alpes italiennes. janvier 2021. Sentinel 2. Composition colorée RVB (vraies couleur)

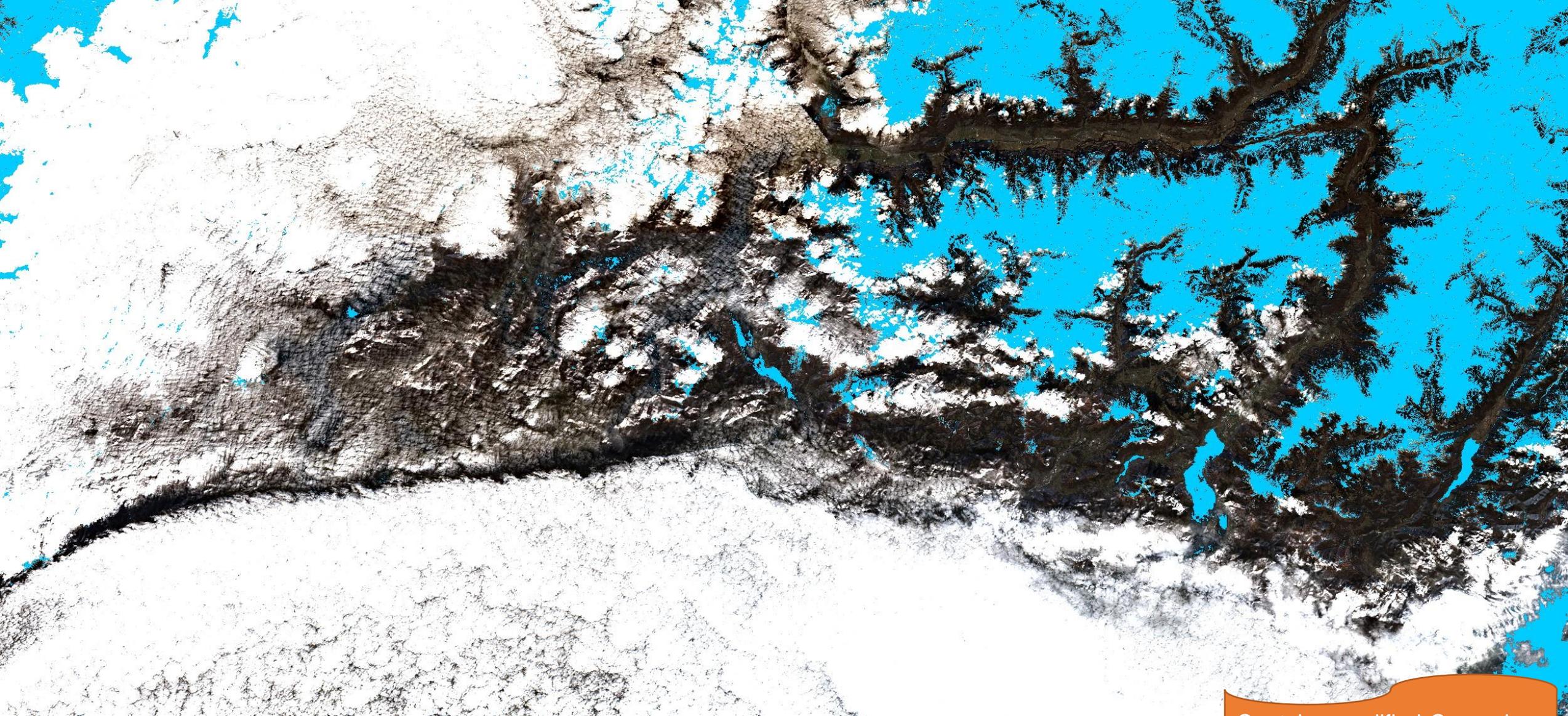
L'indice NDSI est utilisé pour différencier la couverture nuageuse de la couverture de neige, car la neige absorbe la lumière infrarouge à ondes courtes, mais reflète la lumière visible, tandis que les nuages sont généralement réfléchissants dans les deux longueurs d'onde. La couverture de neige est représentée en bleu vif.



$$\text{Normalised Difference Snow Index (NDSI)} = \frac{\text{Band 3} - \text{Band 11}}{\text{Band 3} + \text{Band 11}}$$



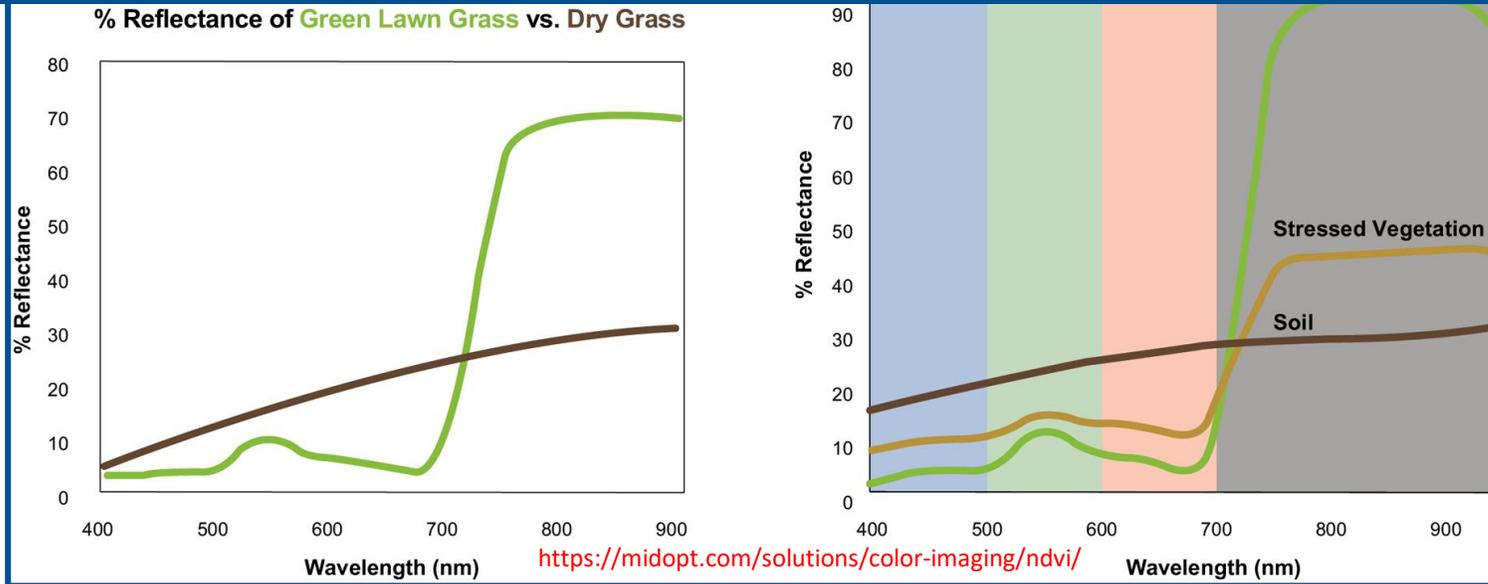
Résolution spatiale	Numéro de la bande	Satellite Sentinel-2A	
		Longueur d'onde (nm)	Largeur de bande (nm)
10m	2	496.6	98
	3	560.0	45
	4	664.5	38
	8	835.1	145
20m	5	703.9	19
	6	740.2	18
	7	782.5	28
	8a	864.8	33
	11	1613.7	143
60m	12	2202.4	242
	1	443.9	27
	9	945.0	26
	10	1373.5	75



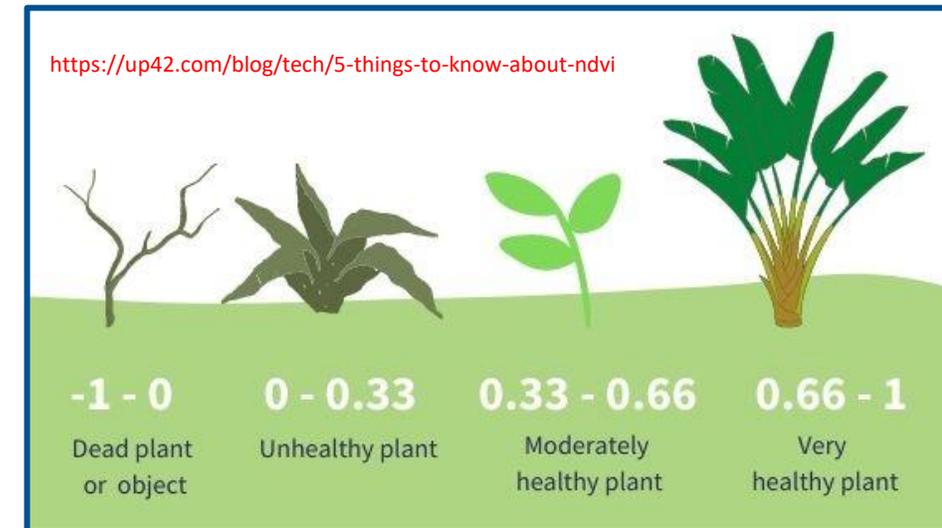
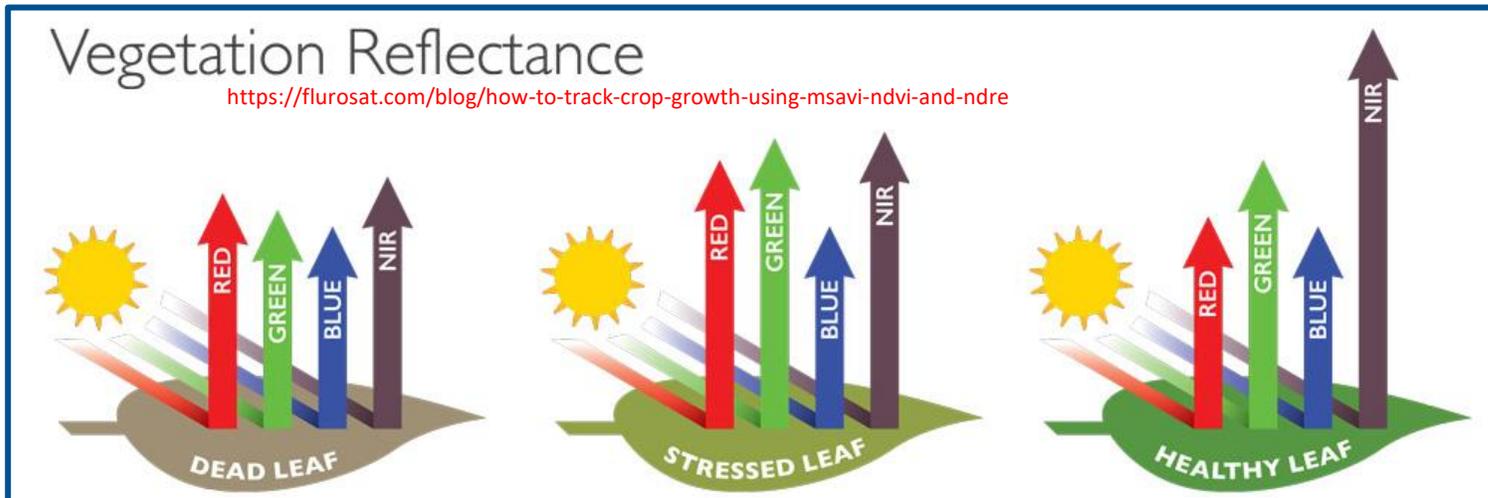
Alpes italiennes. janvier 2021. Sentinel 2. Indice NDSI

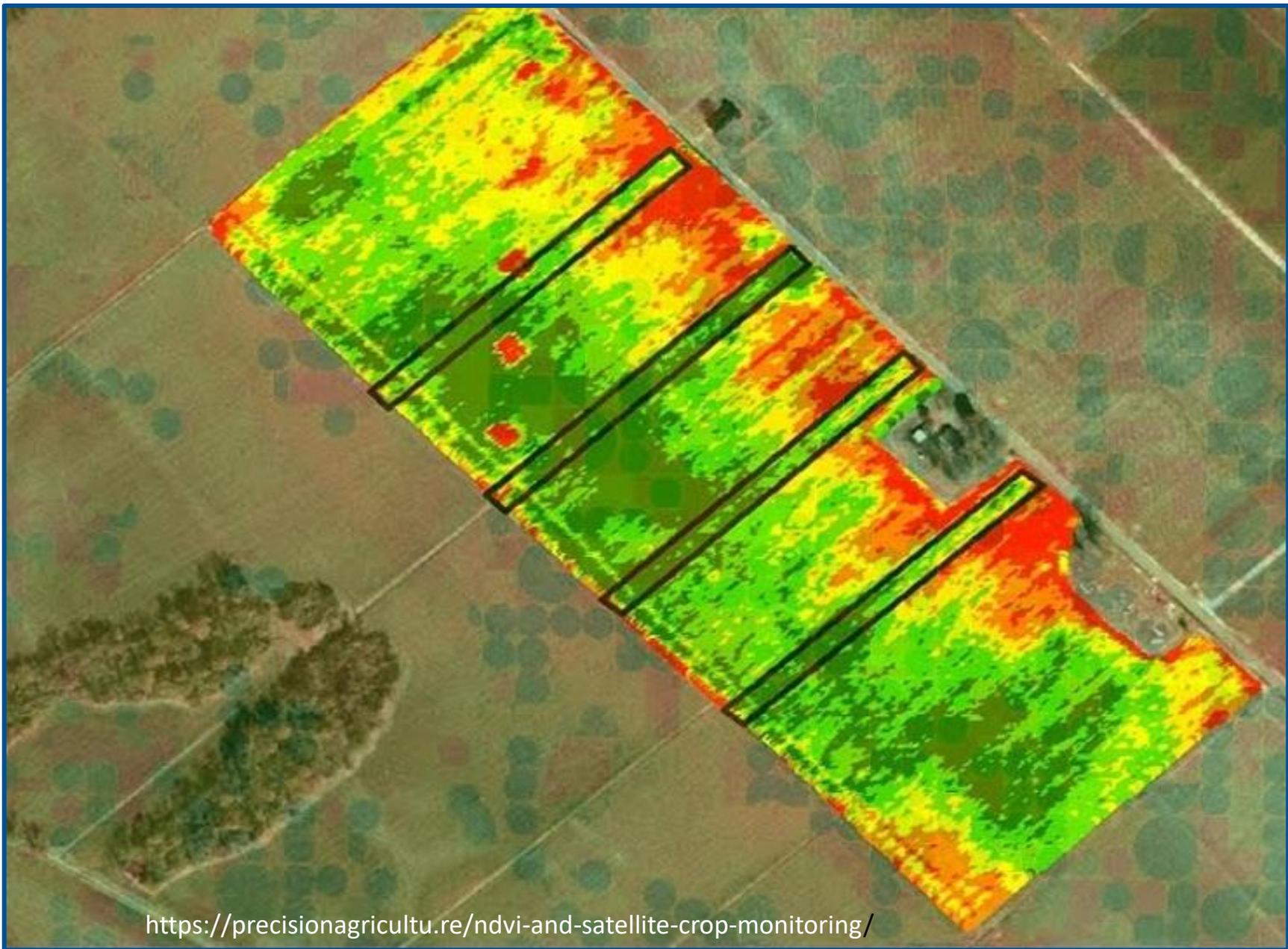
Contains modified Copernicus  
Sentinel data 2021 processed  
by Sentinel Hub

L'indice de végétation par différence normalisé, appelé aussi NDVI est construit à partir des canaux rouge(R) et proche infra rouge (PIR). L'indice de végétation normalisé met en valeur la différence entre la bande visible du rouge et celle du proche infrarouge.  $NDVI = (PIR - R) / (PIR + R)$ . Cet indice est sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation.



$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$





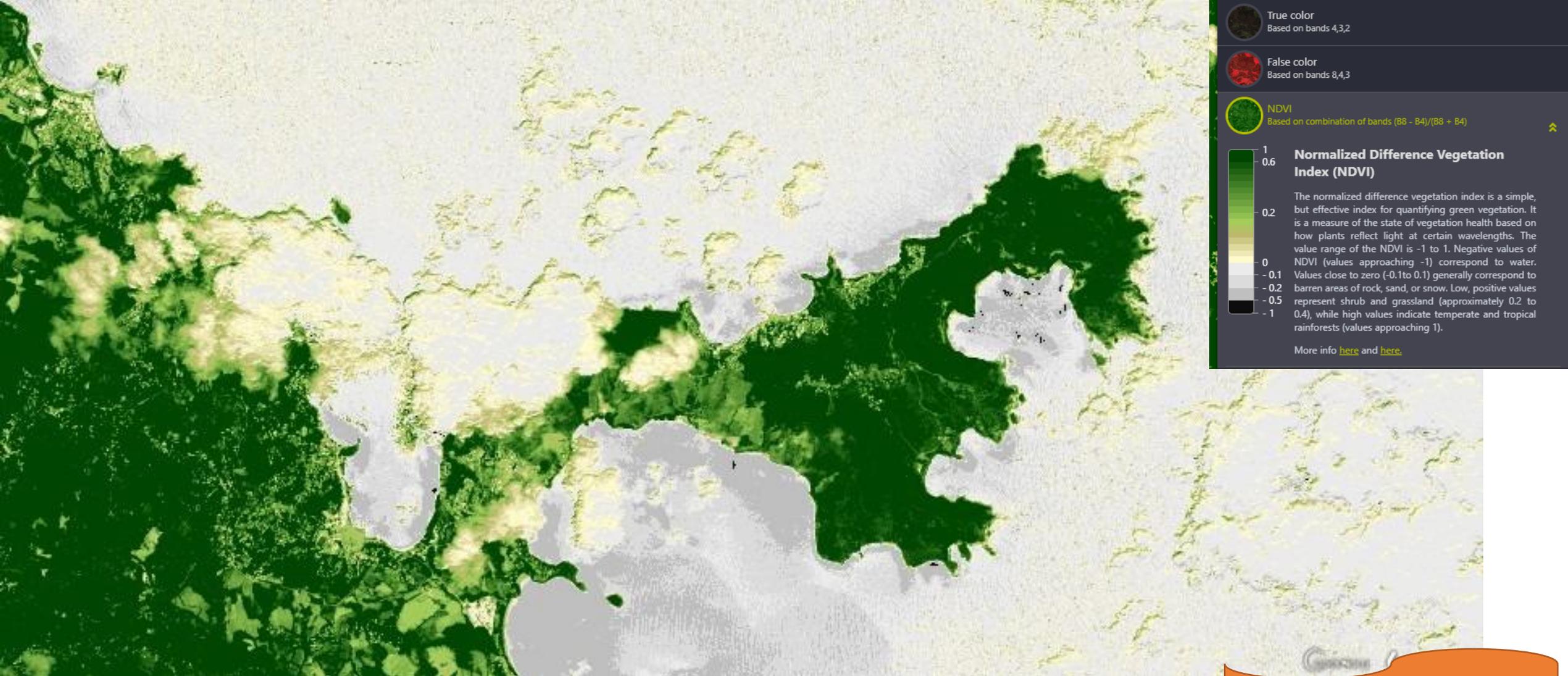
Hétérogénéité d'une parcelle agricole observée par l'utilisation de l'indice NDVI

<https://precisionagriculture.re/ndvi-and-satellite-crop-monitoring/>



## AE-1.4: Indices radiométriques

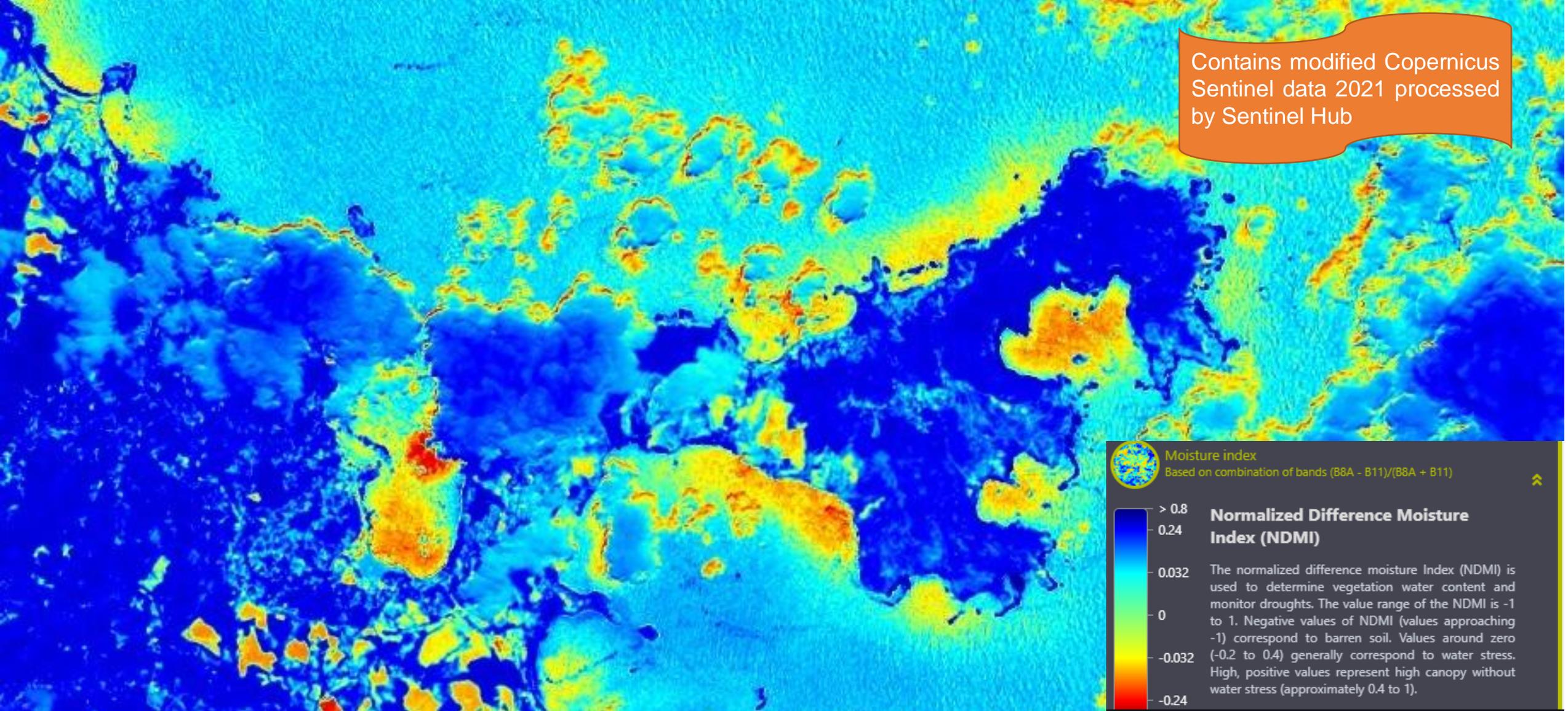
- De nouveau on peut choisir d'utiliser un indice radiométrique :
  - Par l'utilisation d'un visualisateur comme EO browser qui permet d'obtenir directement des scènes affichées en fonction d'indices radiométriques classiques (NDVI, NDSI, NDWI (eau)) ou personnalisable. Une palette de couleur est appliquée automatiquement
  - Par l'utilisation de QGIS
    - Soit via le plugin Terrelmage qui possède des indices radiométriques standard que l'on peut obtenir directement (NDVI, Indice de turbidité, Indice de brillance (utilisé pour les sols))
    - Soit en utilisant la calculatrice RASTER de QGIS qui permet d'appliquer à un pixel une formule combinatoire des mesures physiques de son choix



Presqu'île de la Caravelle. Mai 2021. Sentinel 2. Indice NDVI

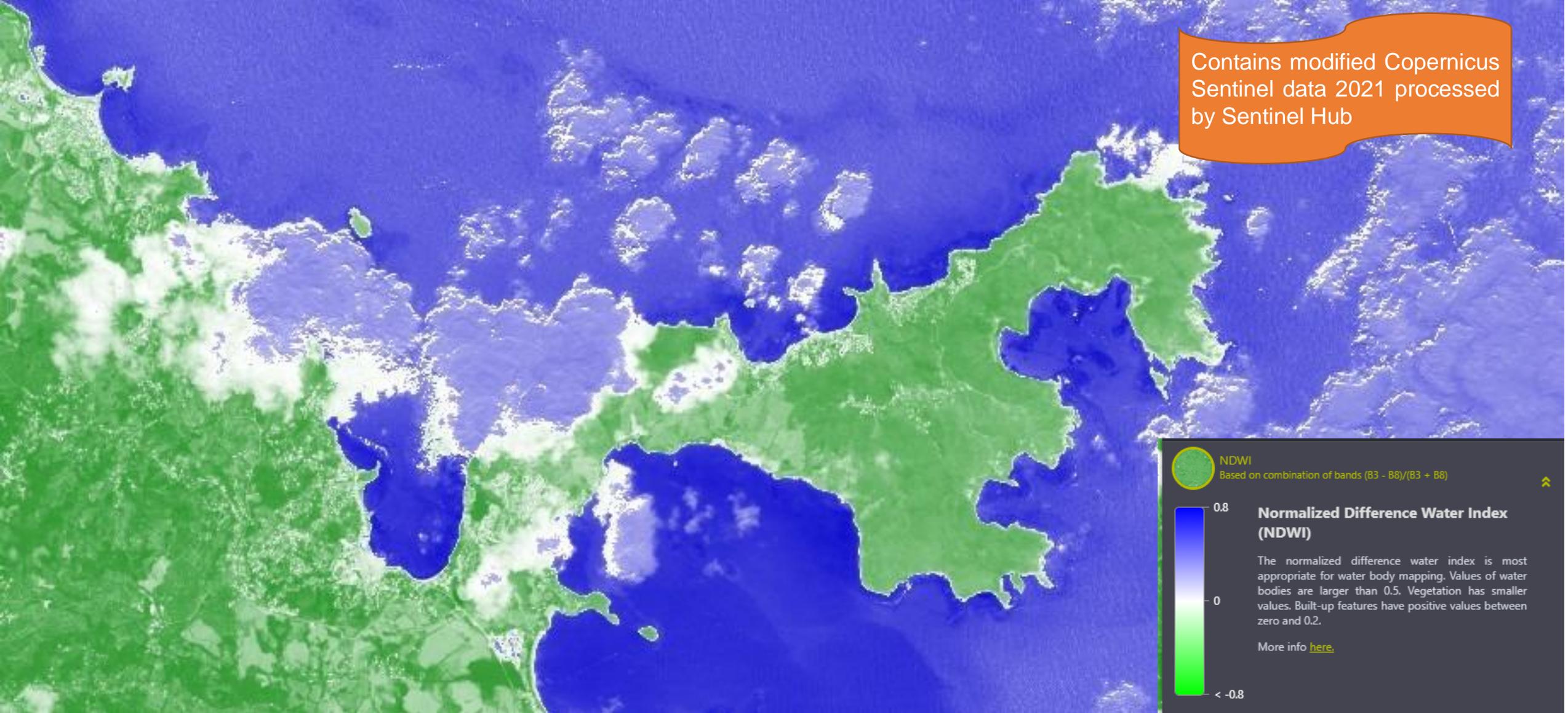
Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub

Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub



Presqu'île de la Caravelle. Mai 2021. Sentinel 2. Indice d'humidité

Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub

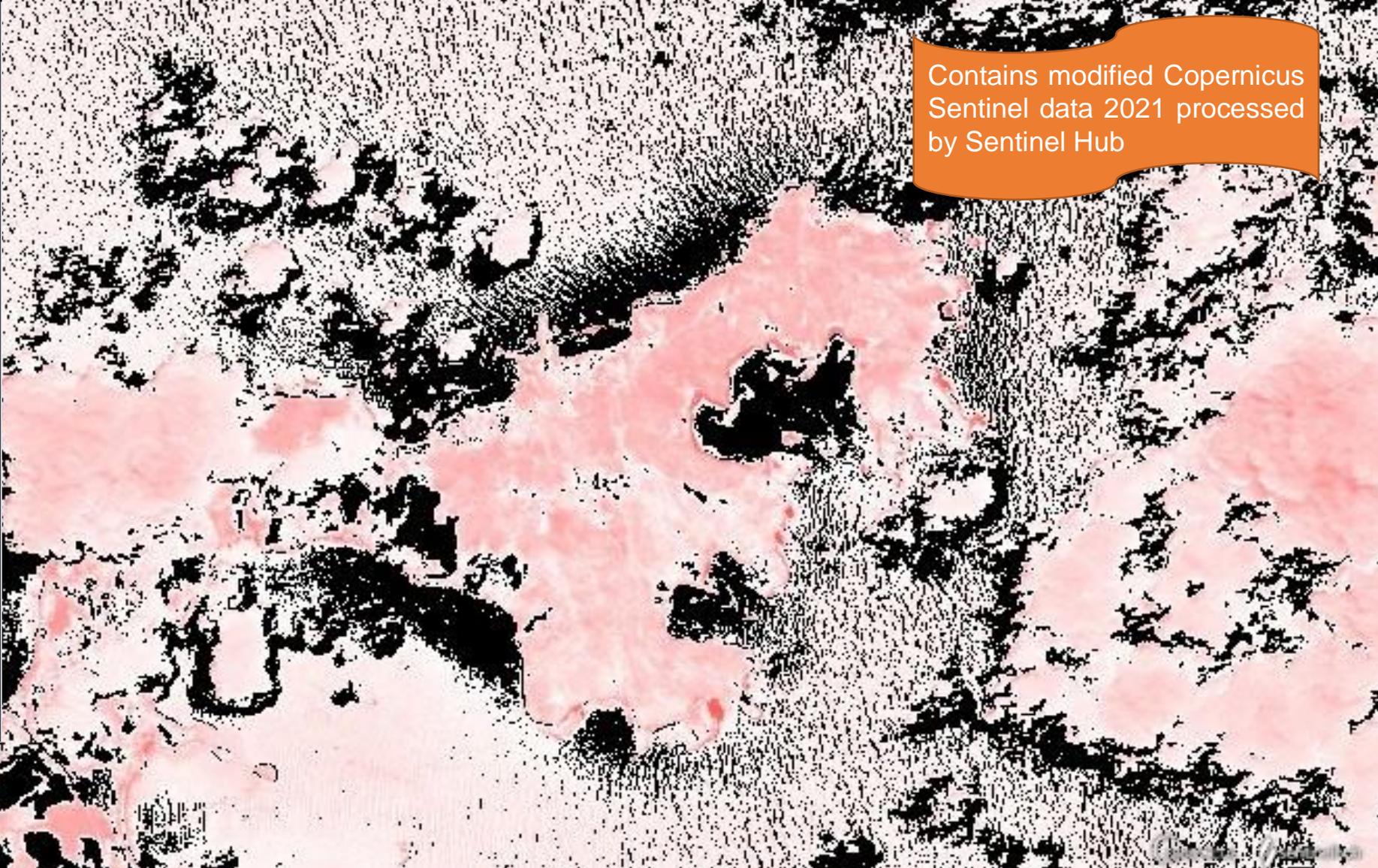


Presqu'île de la Caravelle. Mai 2021. Sentinel 2. NDWI

Drag bands into the index equation



Contains modified Copernicus Sentinel data 2021 processed by Sentinel Hub



Index (A-B)/(A+B) ▾

$$\left( \text{B08} - \text{B11} \right) / \left( \text{B08} + \text{B11} \right)$$

Threshold   

0 1

Custom script ▾

Presqu'île de la Caravelle. Mai 2021. Sentinel 2. Indice radiométrique personnalisé

# Côte Nord Est de la Martinique. Mai 2021. Sentinel 2. Composition colorée RVB

Calculatrice Raster

**Bandes raster**

- OUTPUT@1
- OUTPUT@2
- OUTPUT@3
- T20PQB\_20210406T144729\_B01@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B02@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B03@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B04@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B05@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B06@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B07@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B08@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B09@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B10@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B11@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B12@1
- T20PQB\_20210406T144729\_B8A@1

**Couche résultat**

Couche en sortie: E:\NDVI

Format en sortie: GeoTIFF

Emprise de la couche sélectionnée

min X: 699960,00000 | max X: 809760,00000

min Y: 1590240,00000 | max Y: 1700040,00000

Colonnes: 10980 | Lignes: 10980

SCR en sortie: EPSG:32620 - WGS 84 / UTM

Ajouter le résultat au projet

**Opérateurs**

+ \* % cos sin tan log10 (

- / ^ acos asin atan ln )

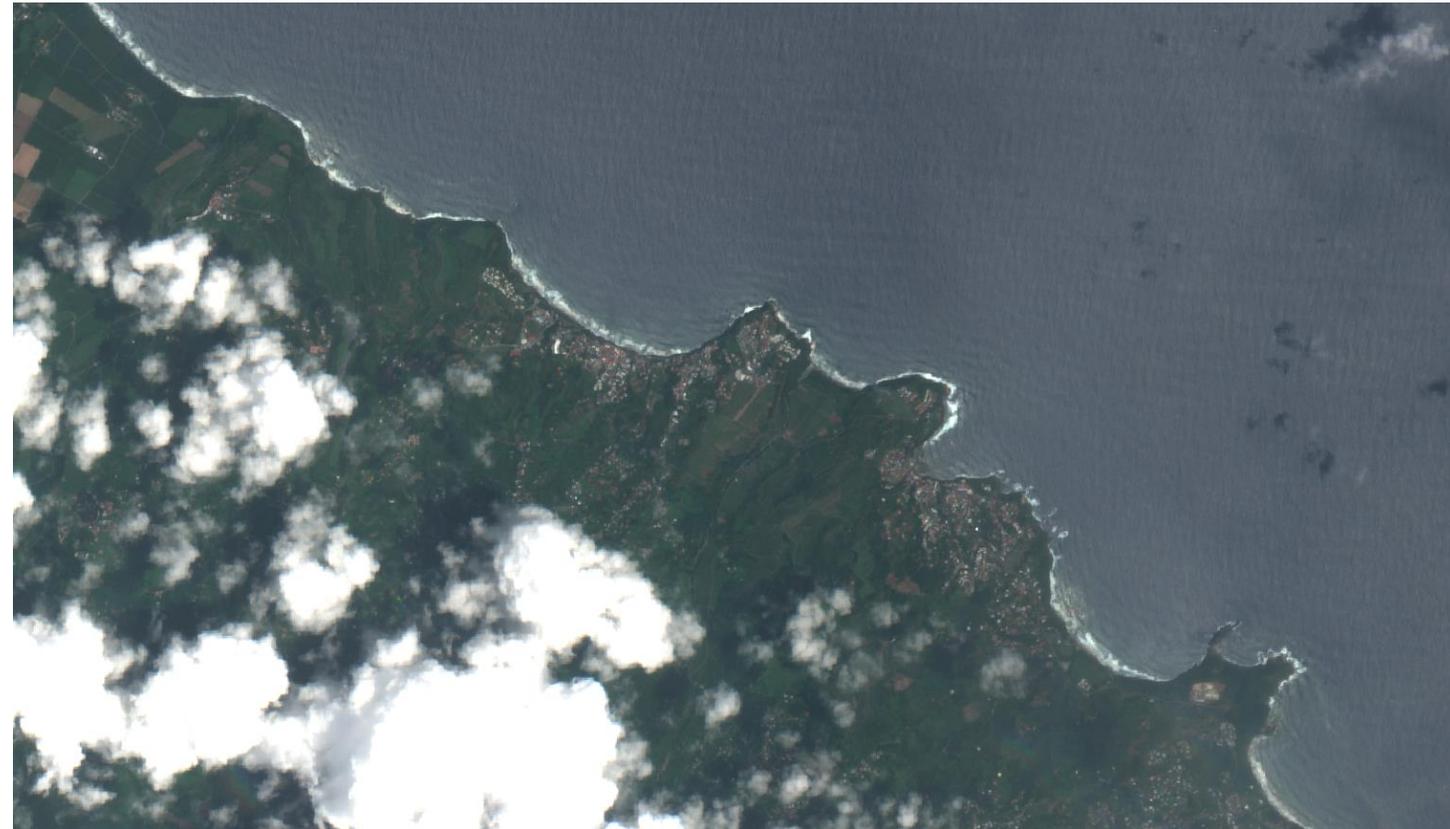
< > = != <= >= AND OR

abs min max

**Expression de la calculatrice raster**

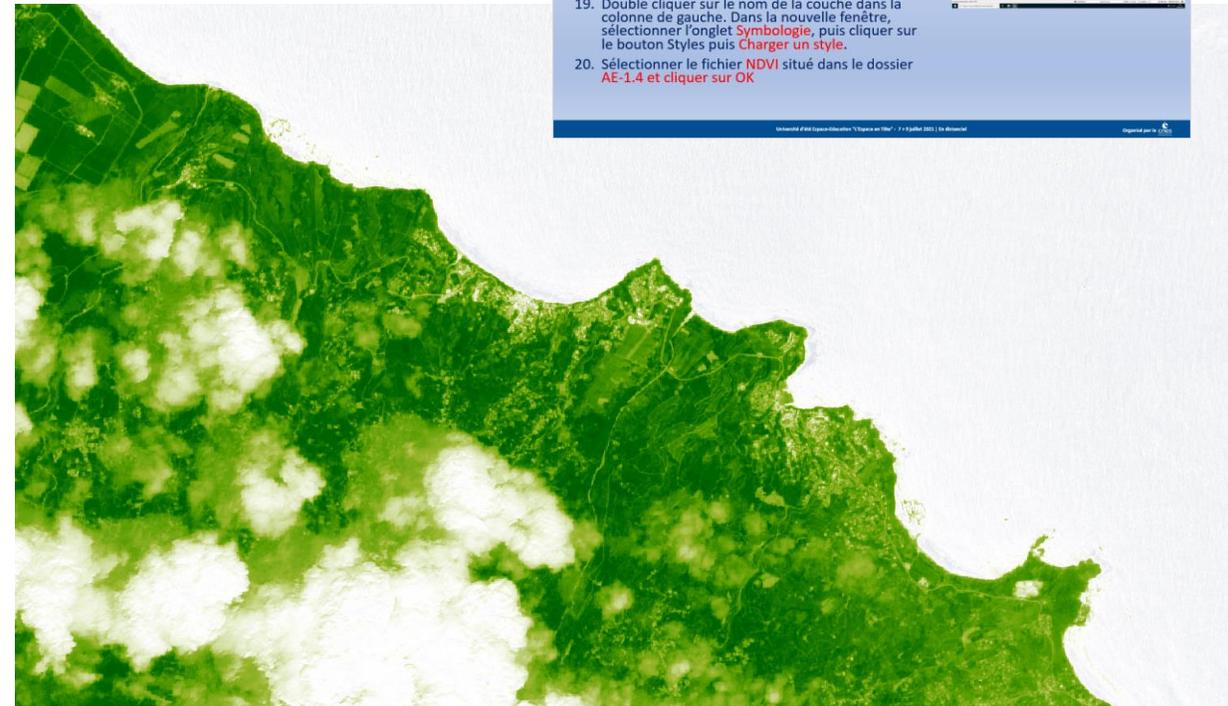
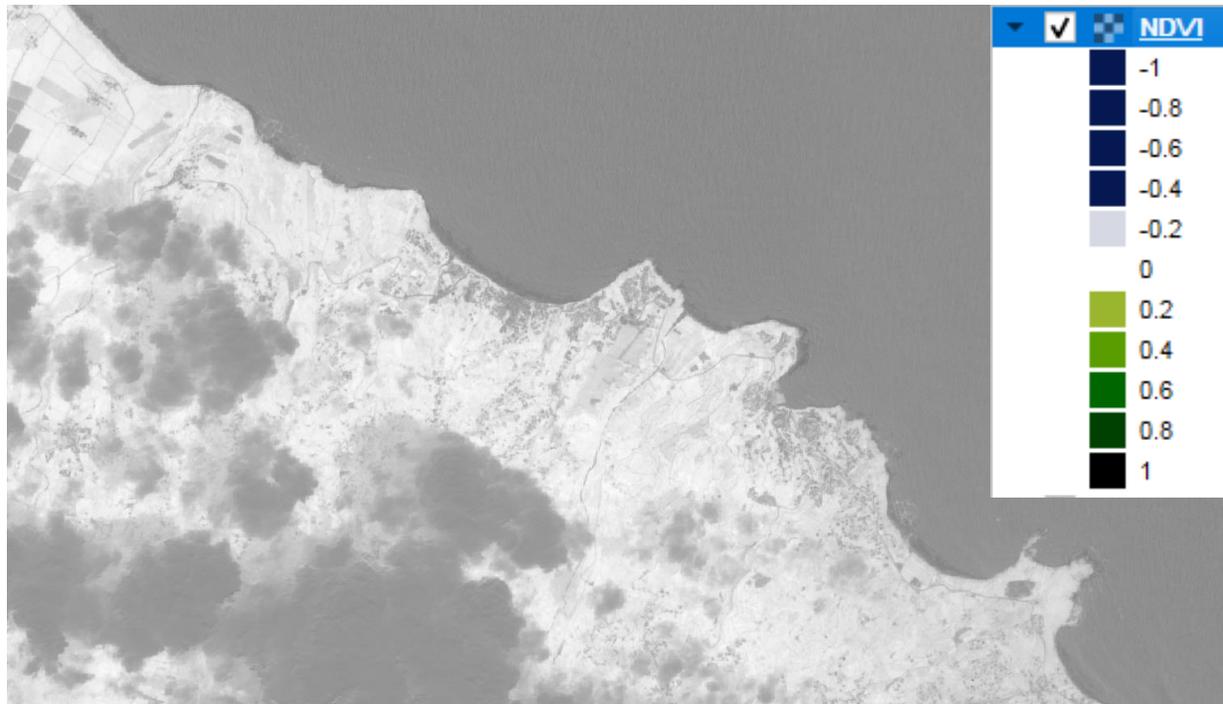
```
( "T20PQB_20210406T144729_B08@1" - "T20PQB_20210406T144729_B04@1" ) / ( "T20PQB_20210406T144729_B08@1" + "T20PQB_20210406T144729_B04@1" )
```

Expression valide



La calculatrice RASTER du logiciel QGIS permet de combiner les valeurs des mesures spectrales de chacun des pixels avec une formule de son choix

# Côte Nord Est de la Martinique. Mai 2021. Sentinel 2. Indice radiométrique NDVI



Université d'été Espace Éducation  
L'Espace en Tête  
En distanciel 7 > 9 Juillet 2021

### Activité QGIS-TerreImage

15. Fermer la fenêtre **Couleurs naturelles**
16. Cliquer sur le bouton **Traitements** situé dans la colonne de droite
17. Sélectionner **NDVI**
18. Rendre visible l'image générée en cochant le bouton de visibilité dans la colonne de gauche
19. Double cliquer sur le nom de la couche dans la colonne de gauche. Dans la nouvelle fenêtre, sélectionner l'onglet **Symbologie**, puis cliquer sur le bouton **Styles** puis **Charger un style**.
20. Sélectionner le fichier **NDVI** situé dans le dossier **AE-1.4** et cliquer sur **OK**

Université d'été Espace-Éducation "L'Espace en Tête" - 7 > 9 juillet 2021 | En distanciel

A gauche : Affichage de l'image où à chaque pixel est attribué la valeur de l'indice radiométrique NDVI.  
A droite : Application d'une palette de couleur au traitement précédent