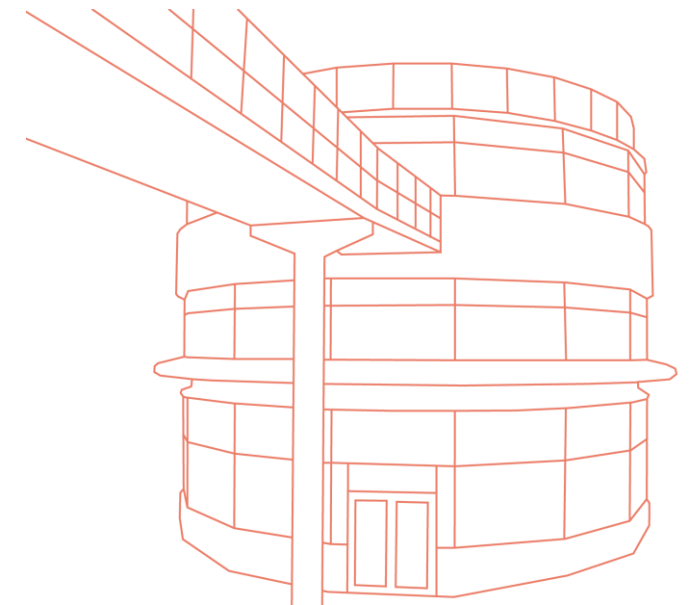




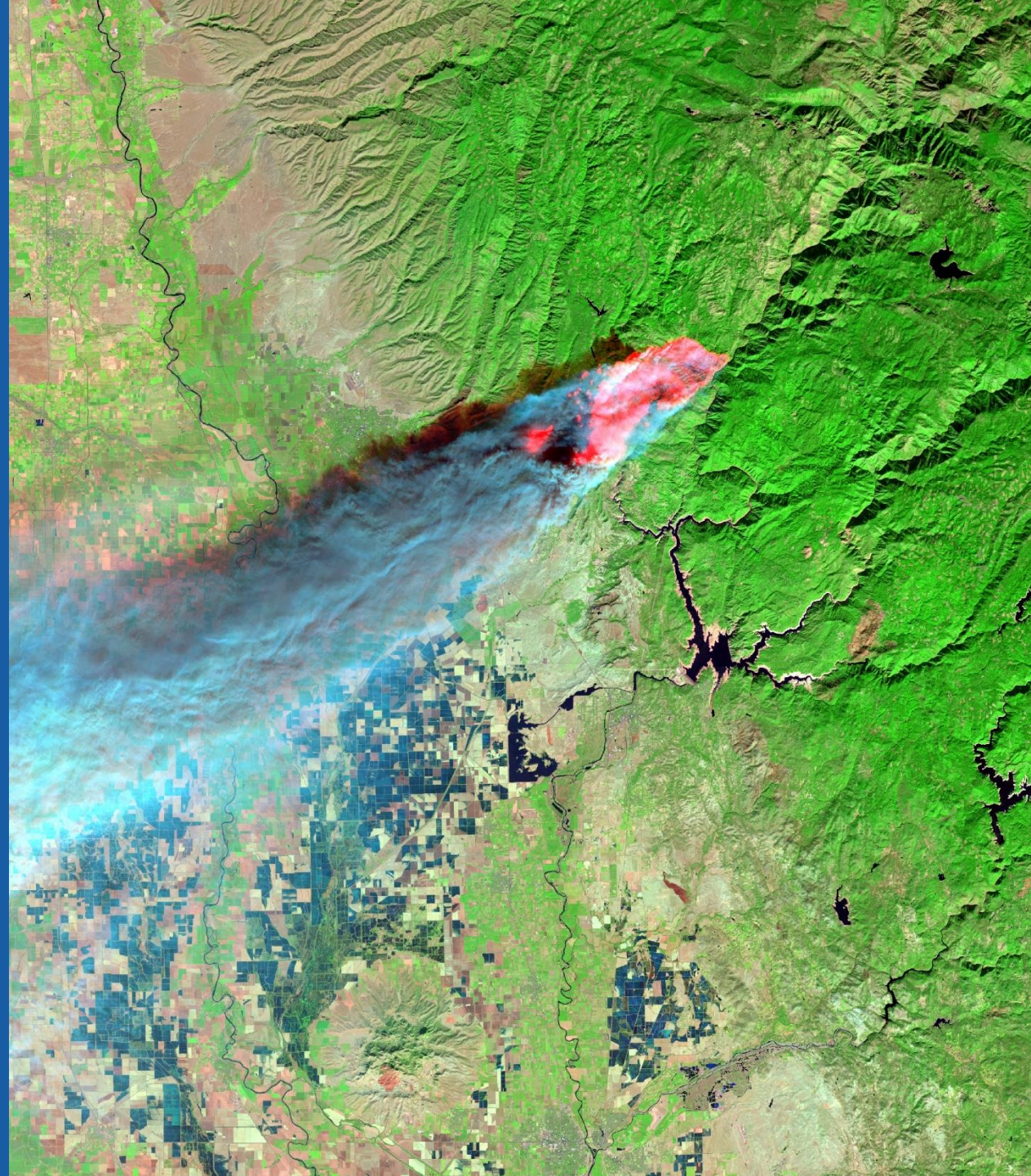
# Cartographie des incendies et estimation de leur sévérité à partir de données satellites optiques

*Mathilde Caspard – Hervé Yésou  
ICUBE SERTIT  
Université de Strasbourg*



# Cartographie des incendies

---





# Notre expérience



➤ Charte Internationale Espace et Catastrophes Majeures



➤ Copernicus EMS Rapid Mapping + EFFIS



➤ Réseau IWG-SEM



International Working Group on Satellite-based Emergency Mapping

EMS Juin à Octobre 2022  
60 activations dont 53 feux de forêt

➤ Projets Européens



➤ Assurances



➤ Phase 0 ARGC (CNES, Thales, SERTIT)



THALES

➤ CES INCENDIES (ACADO)



ART THEIA: La télédétection au service de la prospective environnementale et territoriale

# Cartographie des incendies

## ➤ Avantages des satellites

- Couverture géographique
- Répétitivité
- Résolution spatiale/spectrale

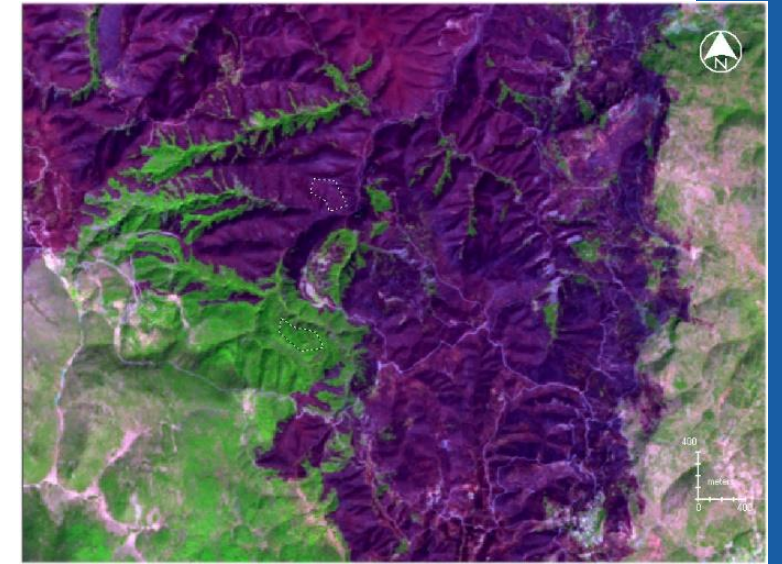
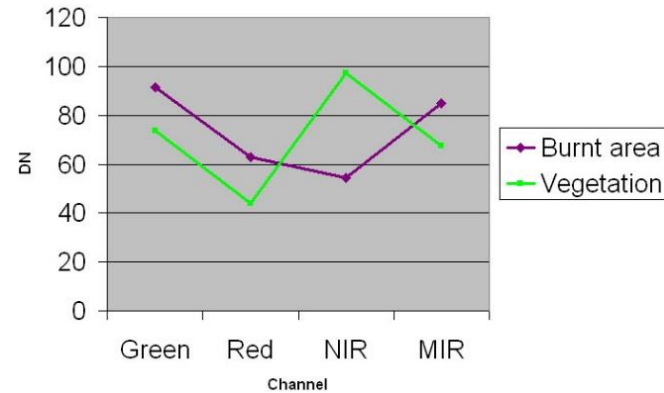
## ➤ Pour

- Cartographie de l'échelle continentale à locale
- Surveillance répétitive
- Observation de la modification du couvert végétal
- Température (Trishna, 2025) – foyers actifs

## ➤ Contre

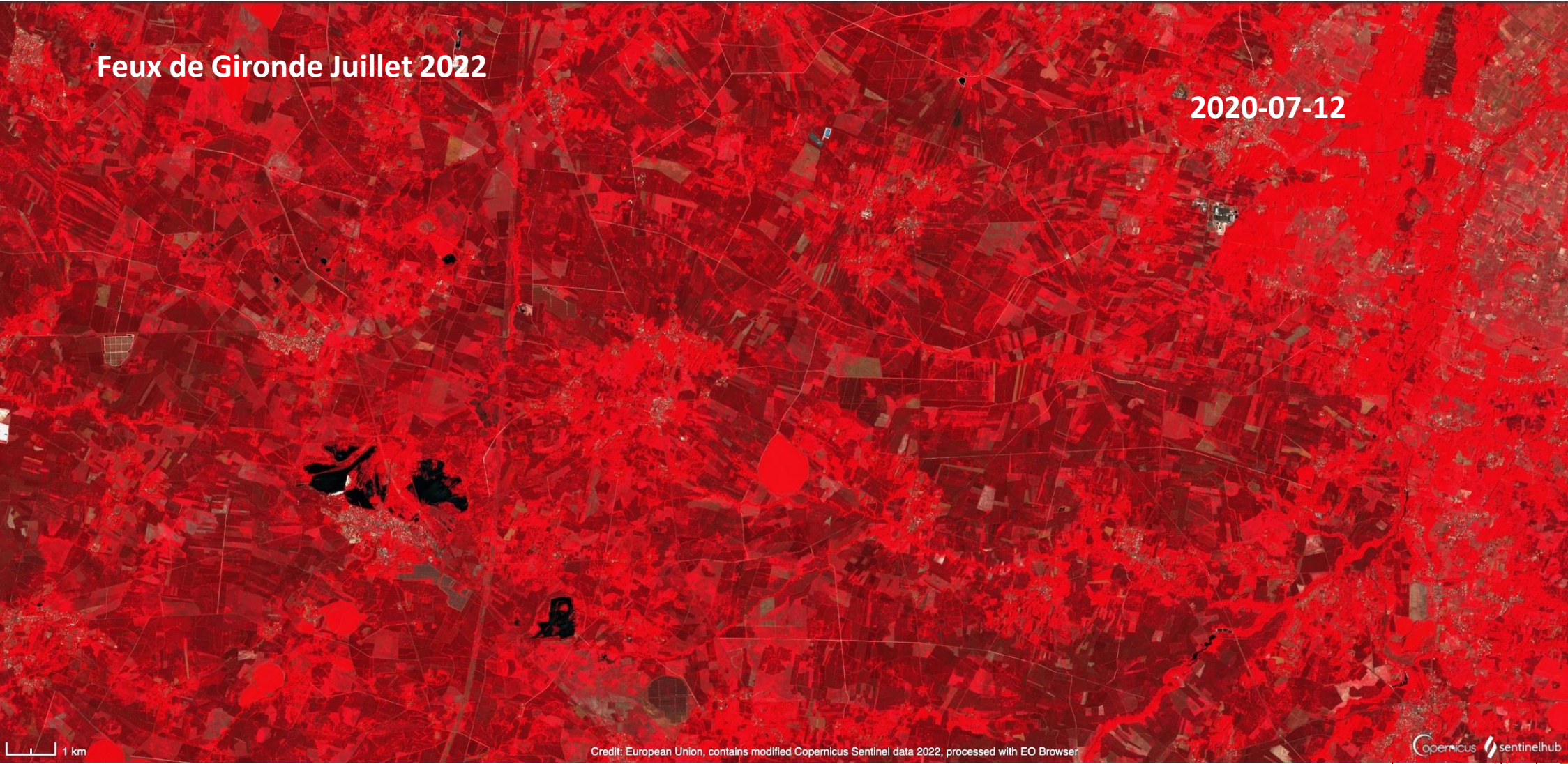
- Sensibilité couverture nuageuse
- Passage milieu-fin de matinée

Fire effects on signature





# Cartographie des incendies: Gironde 2022





# Cartographie des incendies: Gironde 2022

Feux de Gironde Juillet 2022

2020-07-14

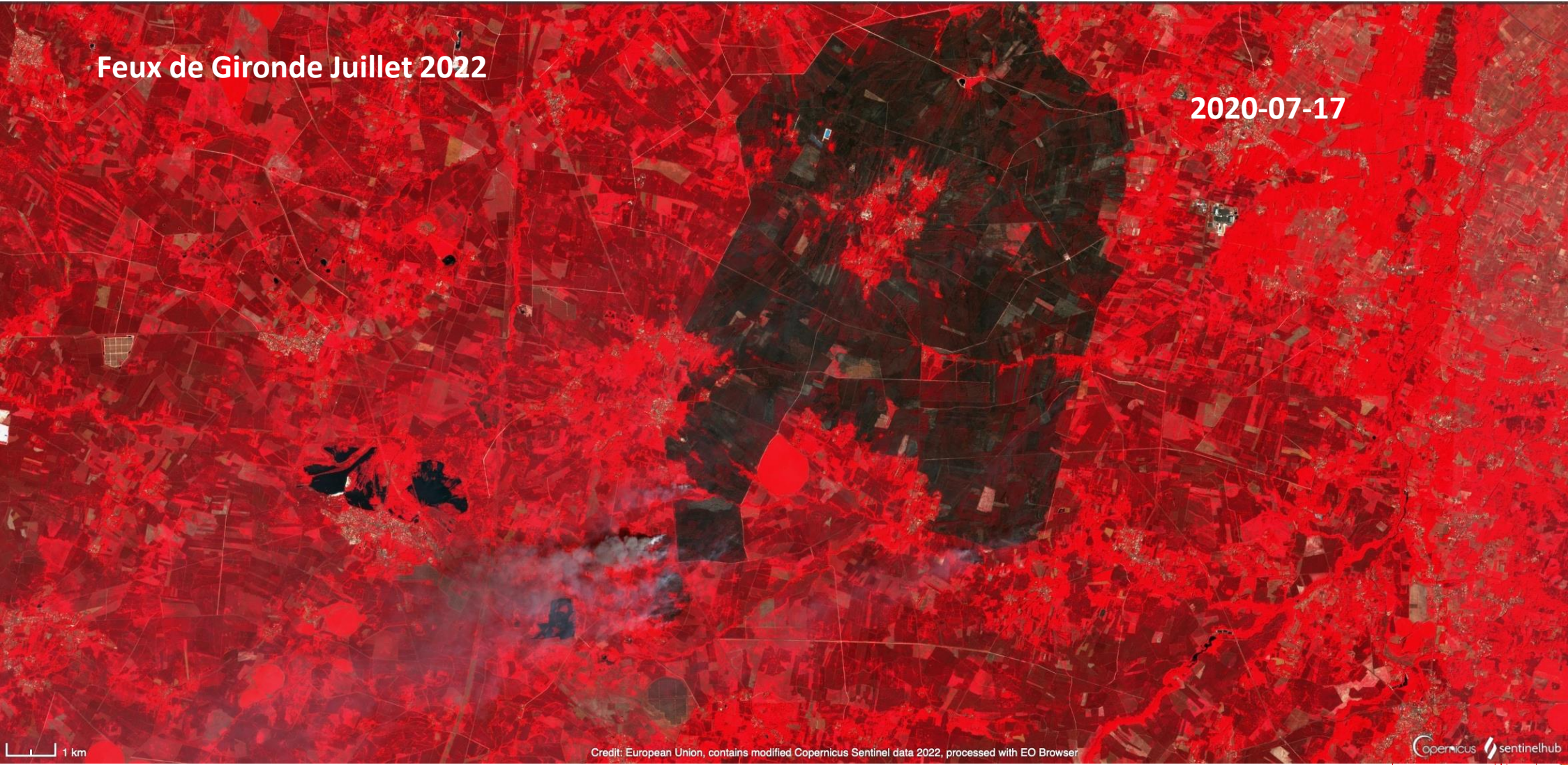
1 km

Credit: European Union, contains modified Copernicus Sentinel data 2022, processed with EO Browser

Copernicus Sentinelhub

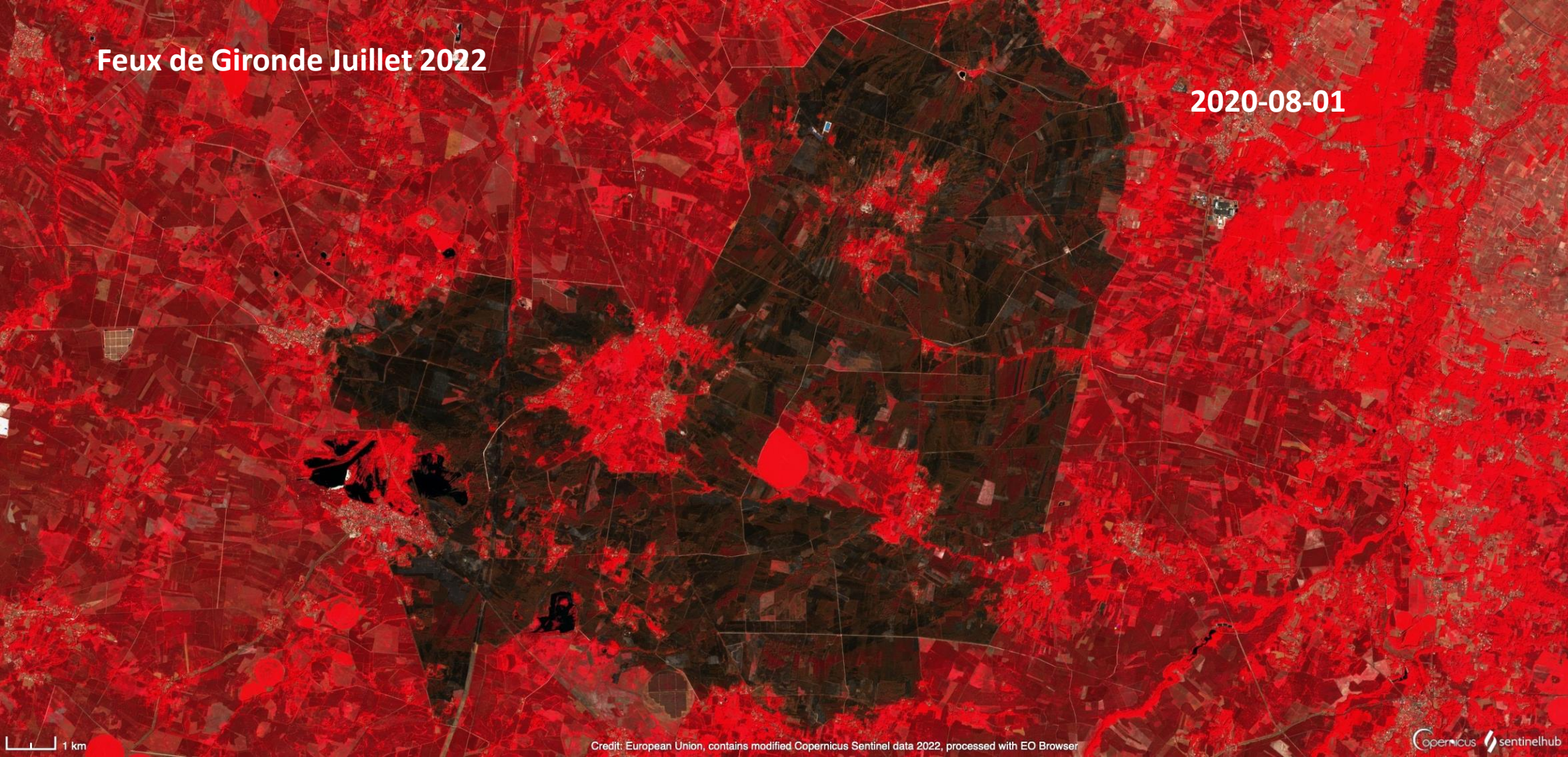


# Cartographie des incendies :Gironde 2022



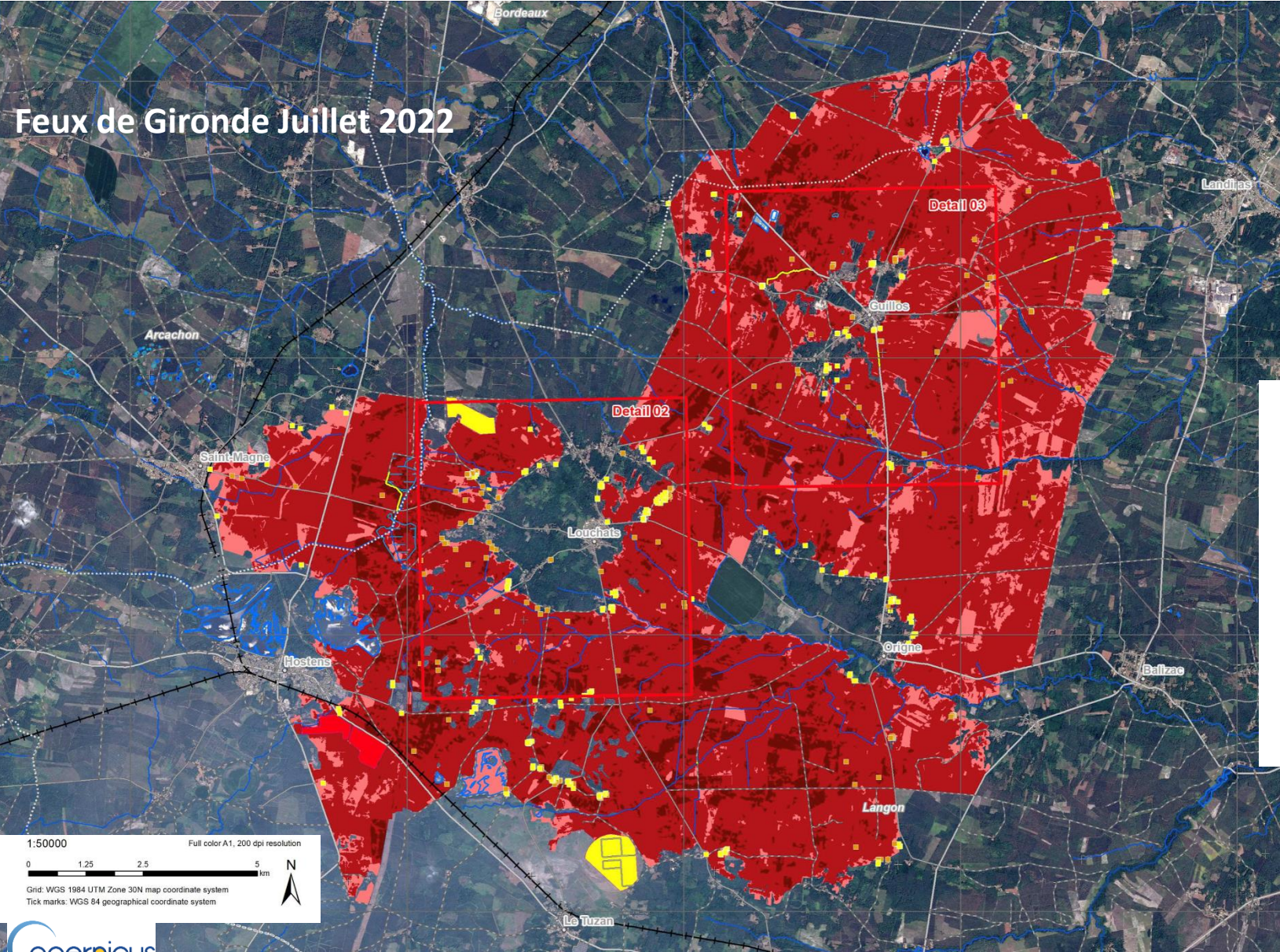


# Cartographie des incendies: Gironde 2022





# Cartographie des incendies : Gironde 2022



Feux de Gironde Juillet 2022



- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| <b>Built Up Grading</b>                    | <b>Facilities Grading</b>     |
| ■ Damaged                                  | ■ Destroyed                   |
| ■ Possibly damaged                         | ■ Possibly damaged            |
| <b>Transportation Grading</b>              | <b>Land Use-Cover Grading</b> |
| — Road, Possibly damaged                   | ■ Destroyed                   |
| — Highway, No visible damage               | ■ Damaged                     |
| — Secondary Road, No visible damage        | ■ Possibly damaged            |
| — Local Road, No visible damage            | <b>General Information</b>    |
| — Cart Track, No visible damage            | ■ Area of Interest            |
| — Long-distance railway, No visible damage | ■ Detail map                  |
| — Airfield runway, No visible damage       |                               |

1:50000 Full color A1, 200 dpi resolution  
 0 1.25 2.5 5 km  
 Grid: WGS 1984 UTM Zone 30N map coordinate system  
 Tick marks: WGS 84 geographical coordinate system



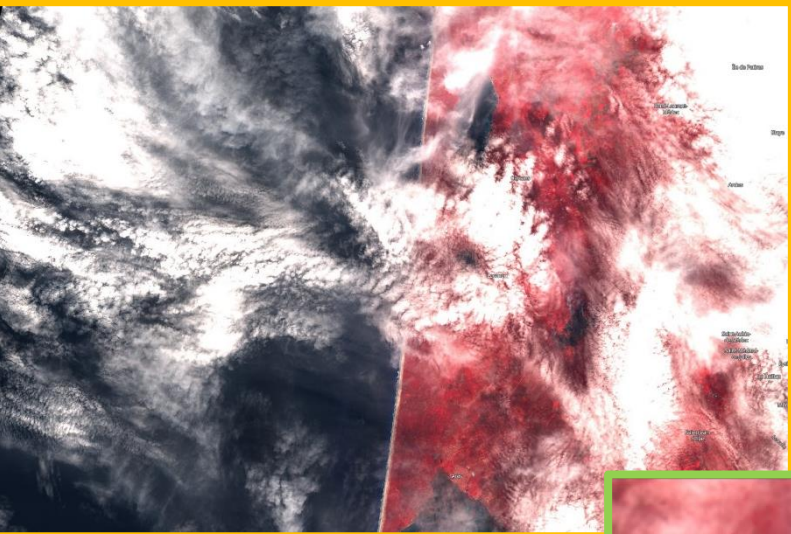
Université de Strasbourg





# Cartographie des incendies : Saumos 09 - 2022

<https://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR633>



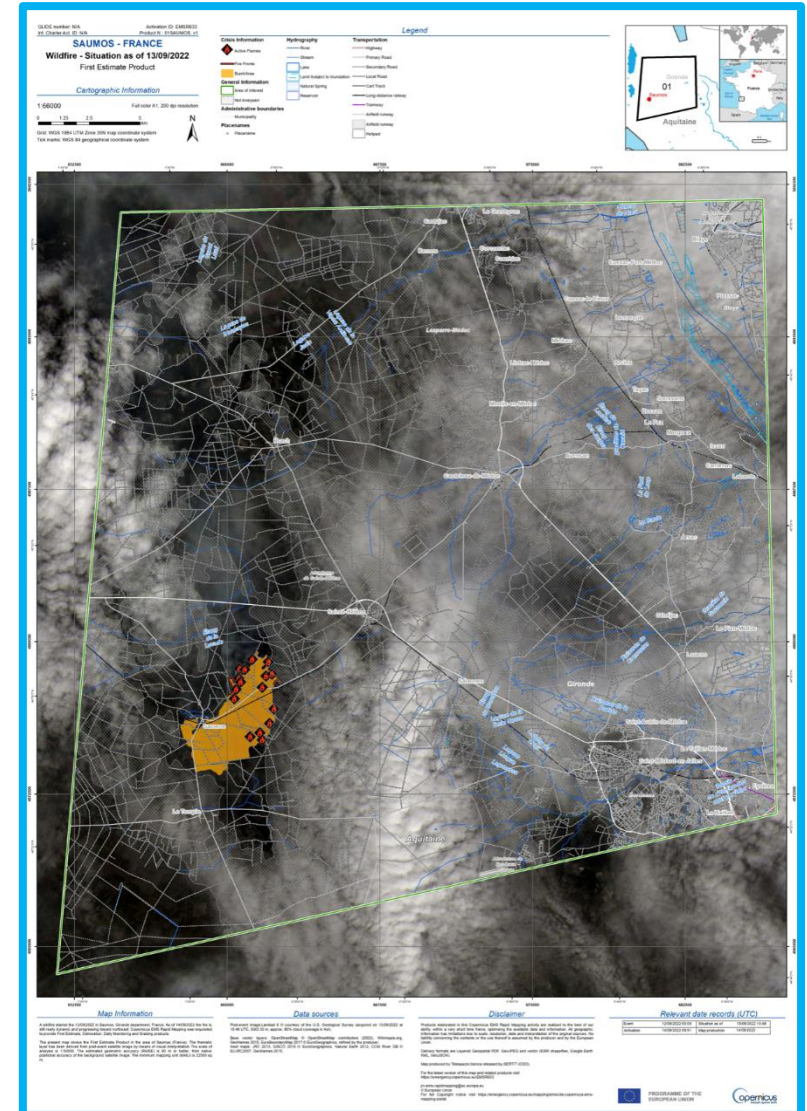
Déclanchement le 14-09-2022

Landsat du 13-09-2022

Un trou dans les nuages  
=> First Estimate Product



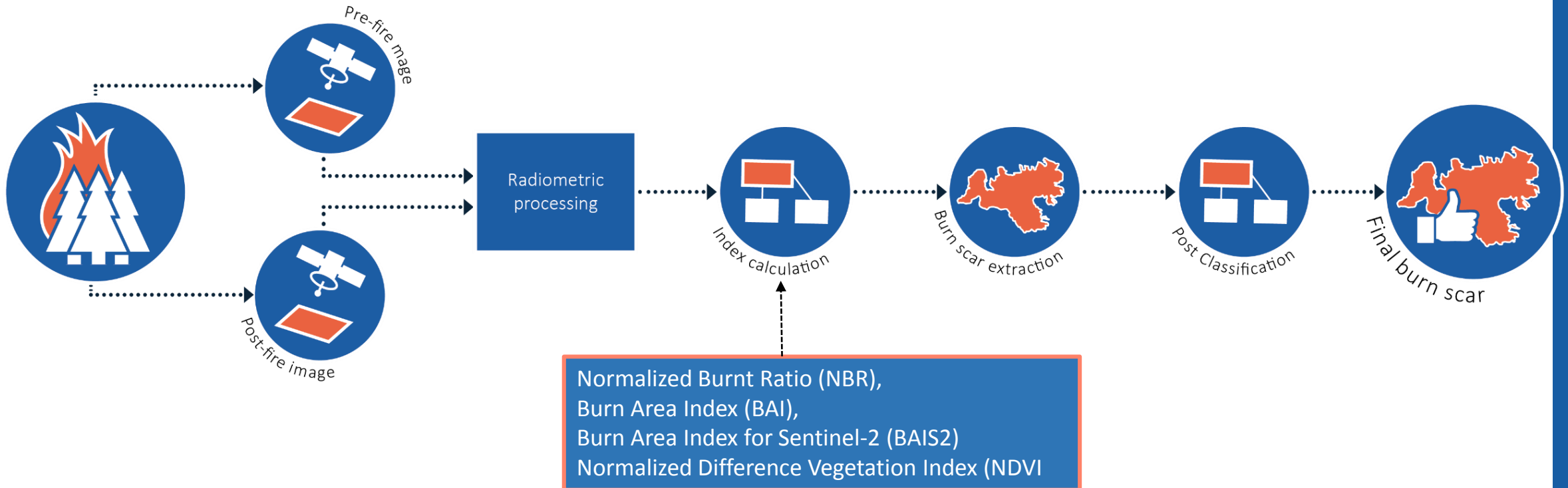
- Puis
- Delineation Map SPOT 6/7 le 15-09
  - Del Monit SPOT 6/7 le 17-09
  - Grading SPOT 6/7 le 18-09





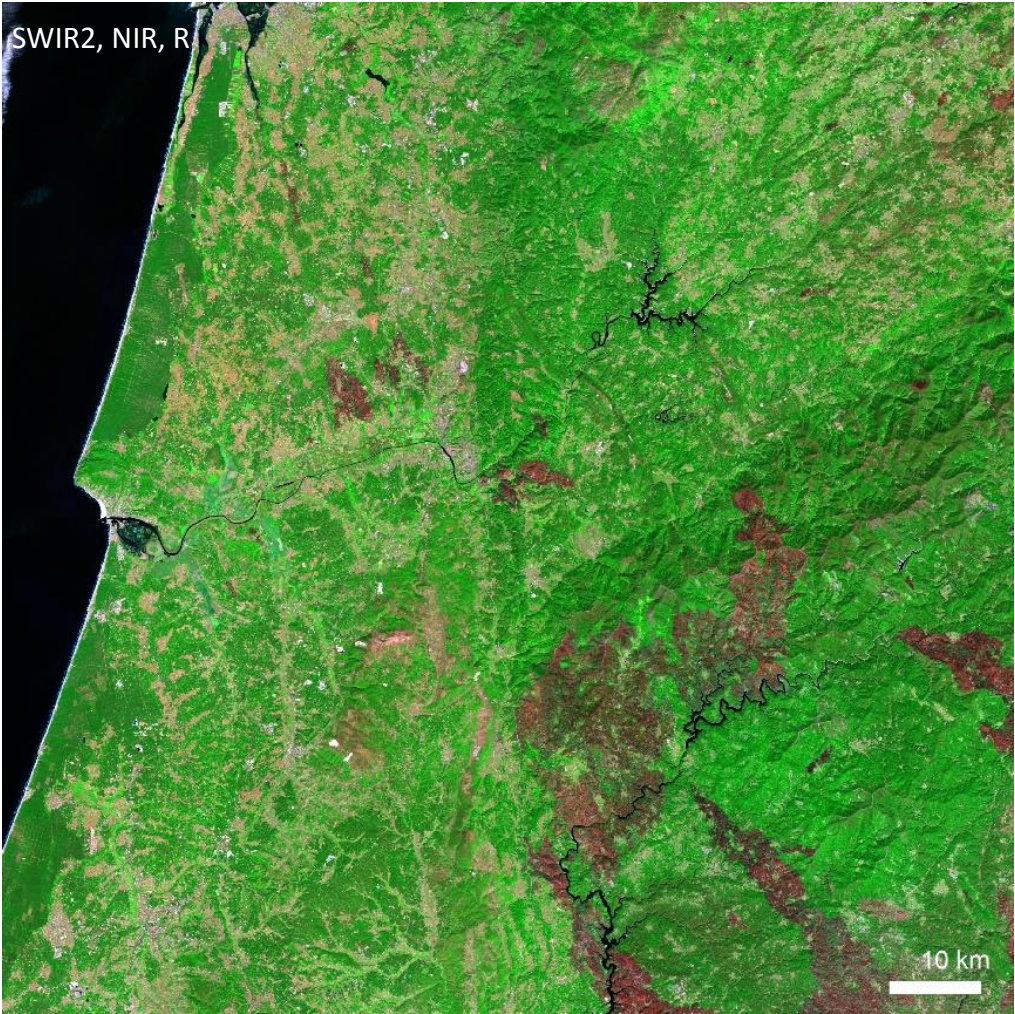
# Cartographie des incendies

➤ Méthode automatique : données HR type Sentinel-2/Landsat-8/9 (MIR)

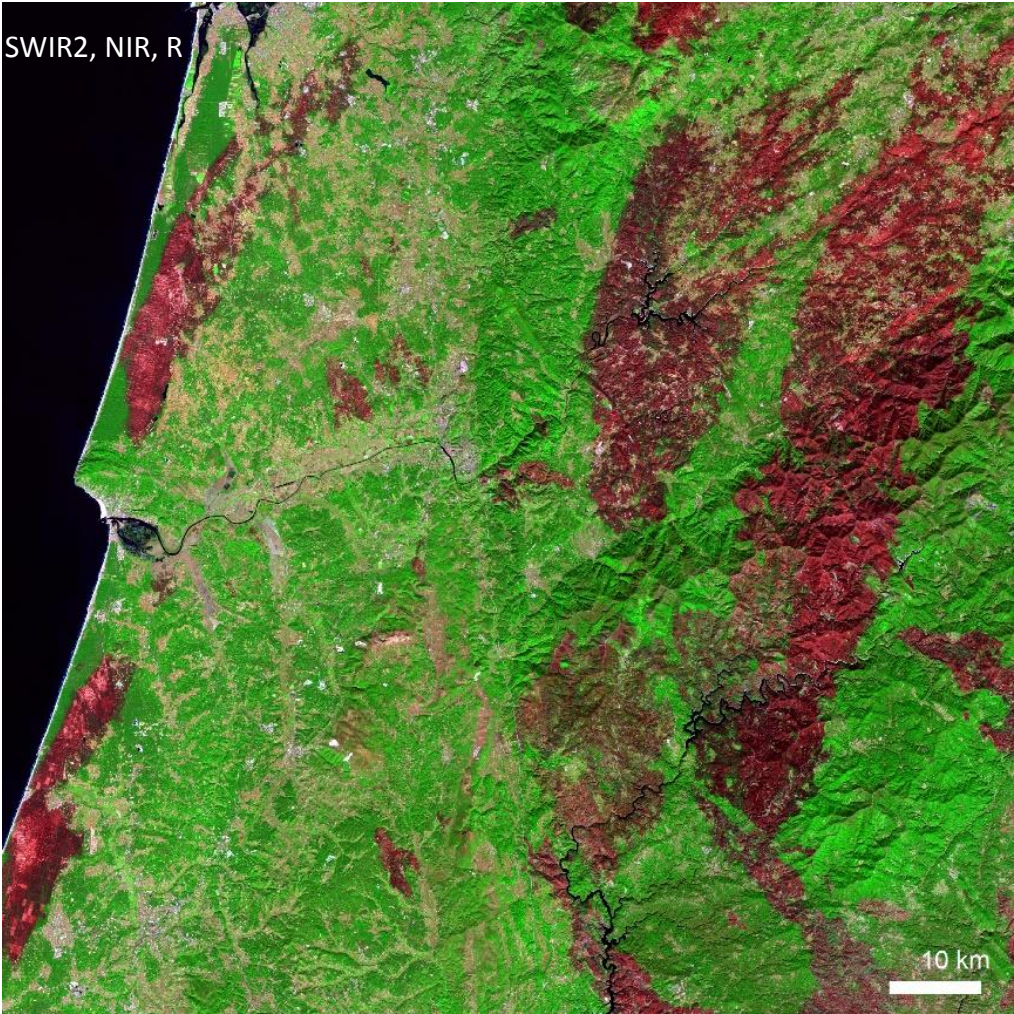




# Cartographie des incendies



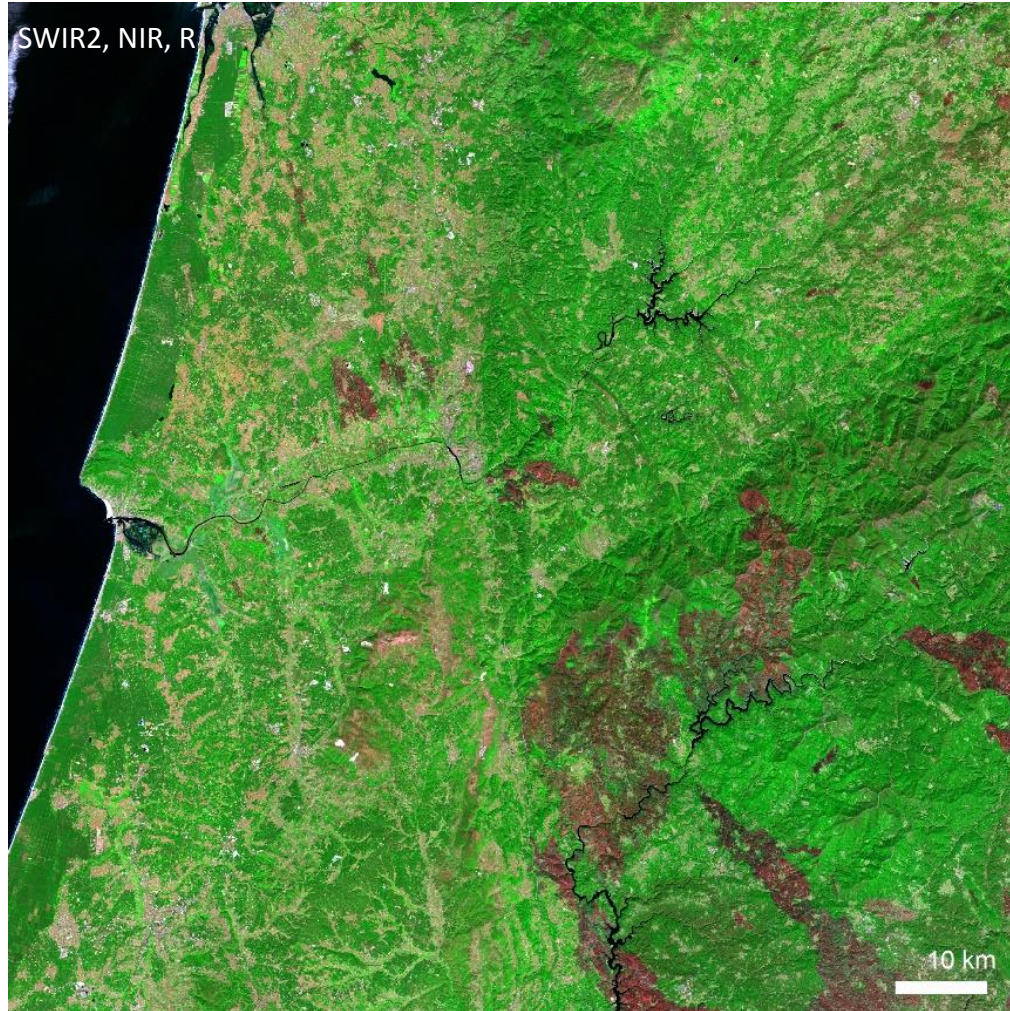
Sentinel-2 27/09/2017



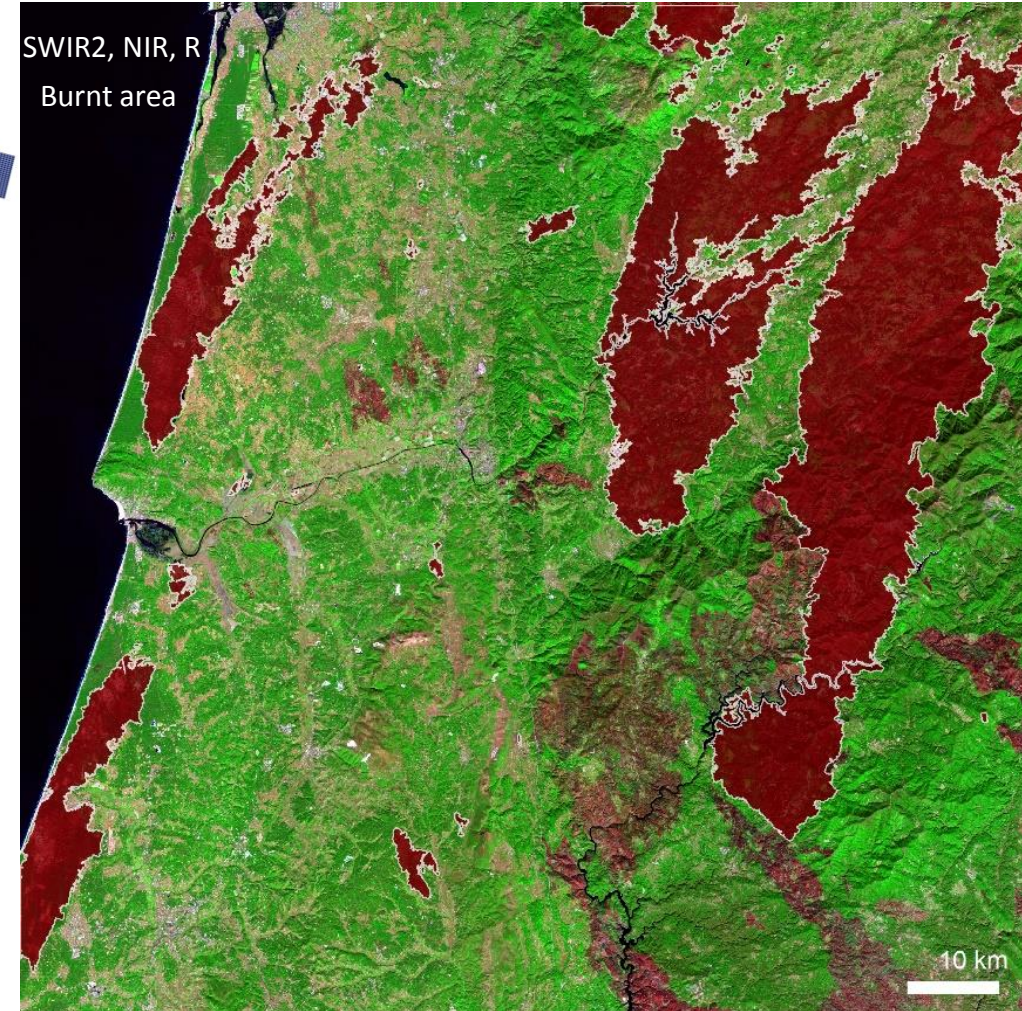
Sentinel-2 27/10/2017



# Cartographie des incendies



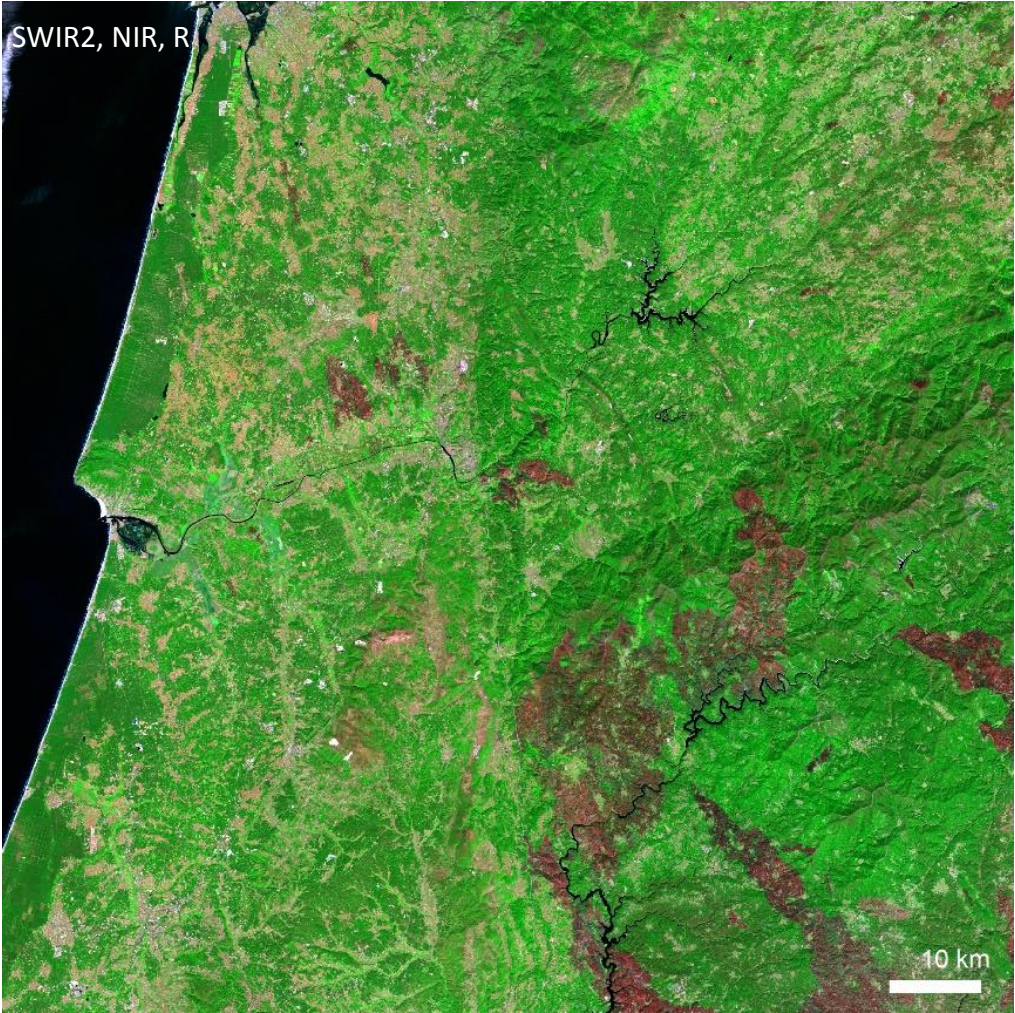
Sentinel-2 27/09/2017



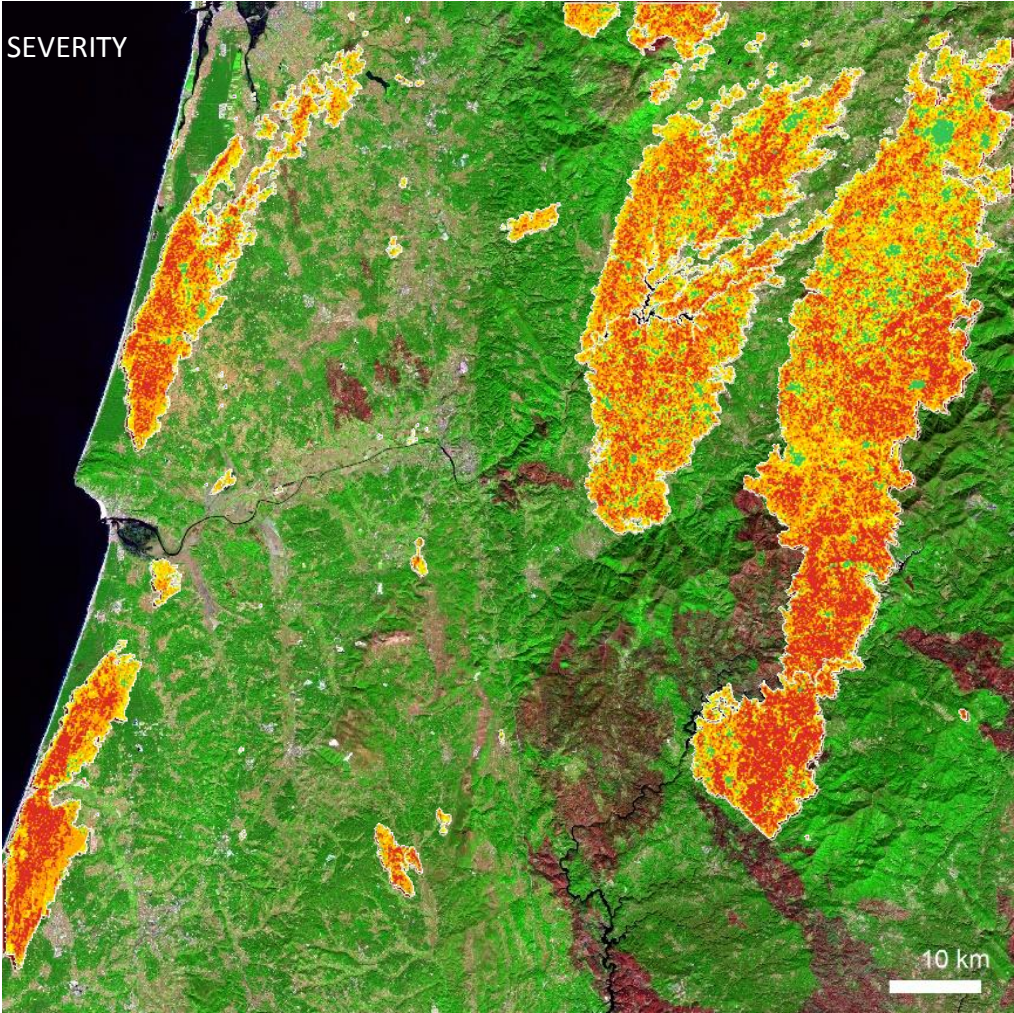
Sentinel-2 27/10/2017



# Cartographie des incendies



Sentinel-2 27/09/2017

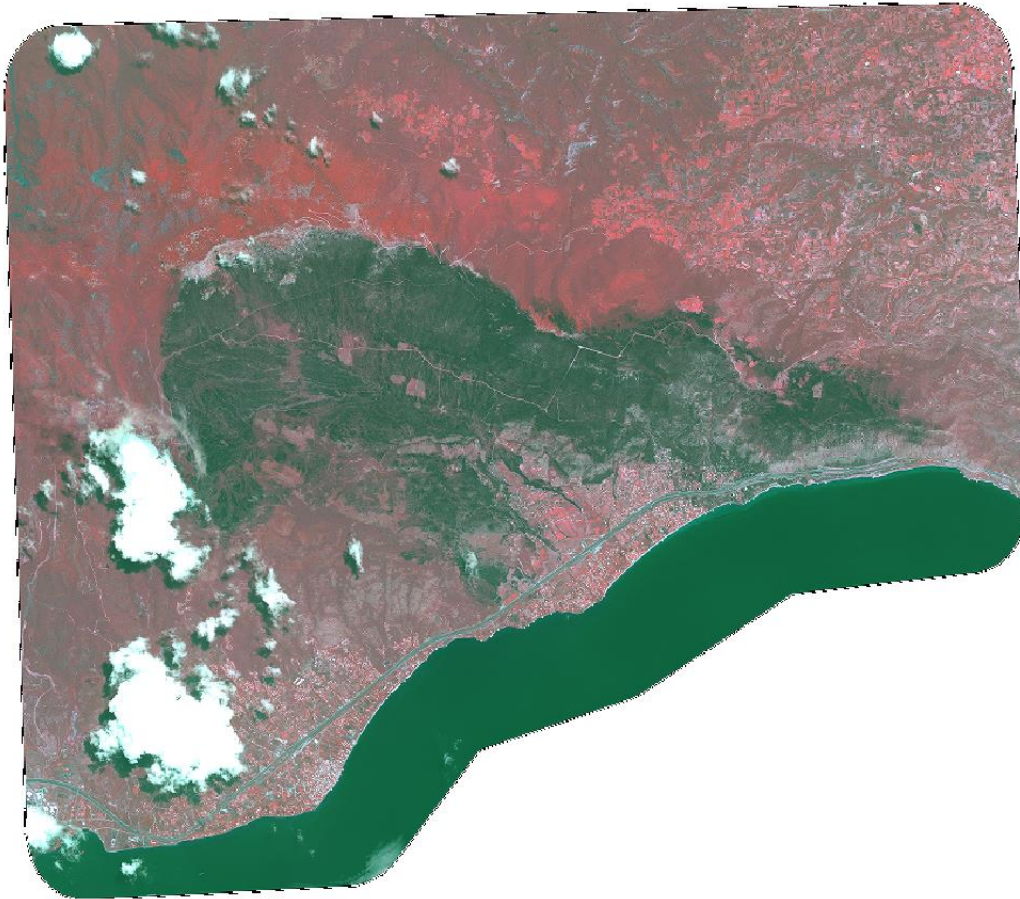


Sentinel-2 27/10/2017

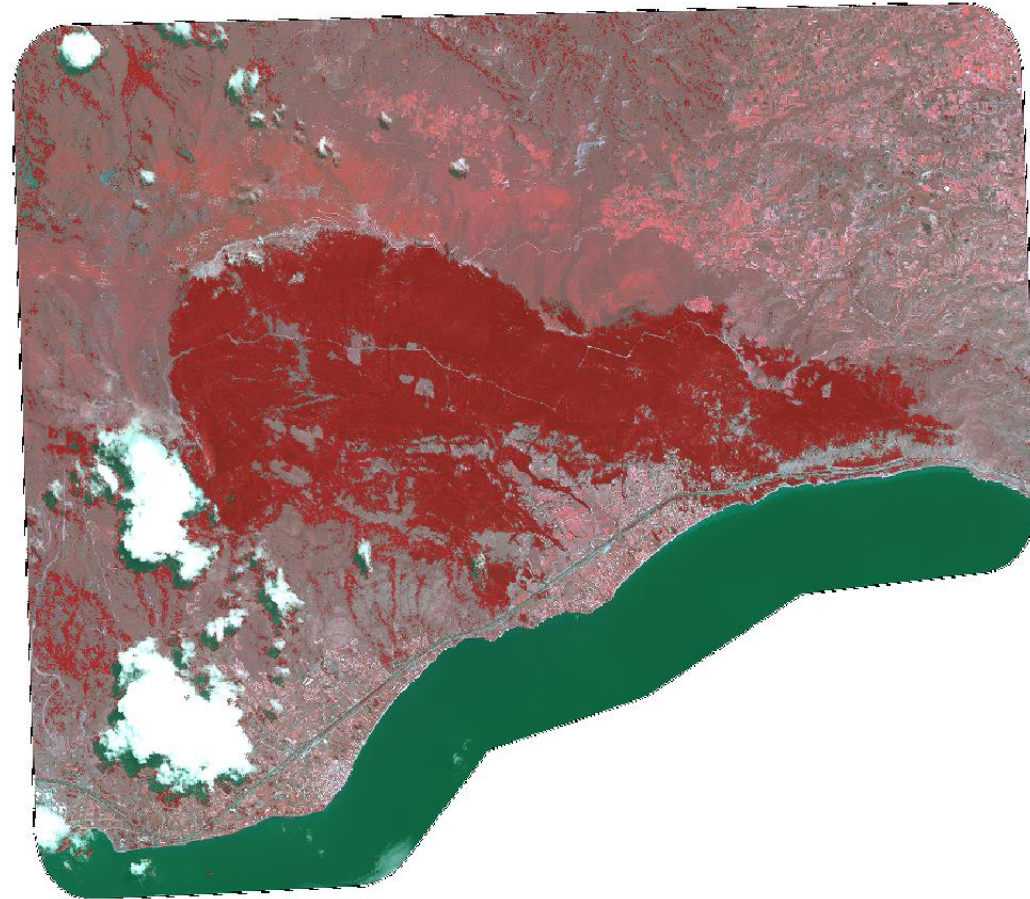


# Cartographie des incendies

➤ Méthode automatique : données VHR type Pléiades/Spot6-7 (sans MIR)



SPOT 6 30/07/2018



Test des réseau de neurones (multi-perceptron)



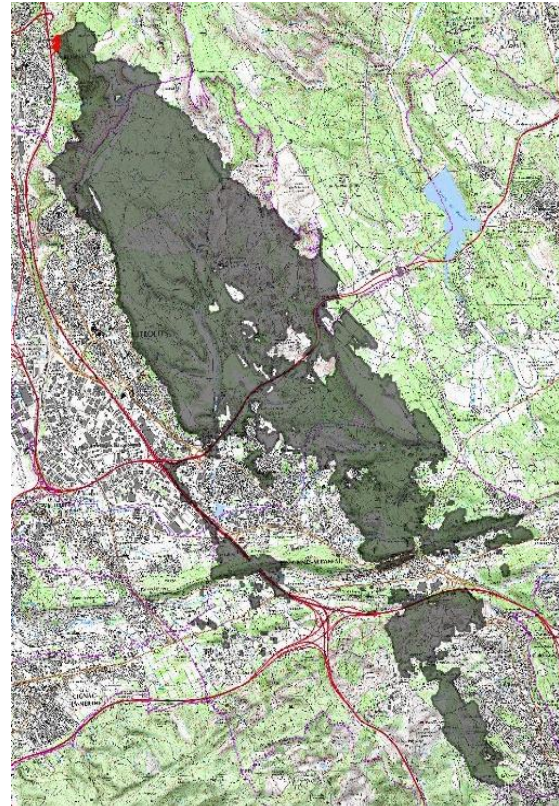
# Cartographie des incendies

➤ Photo-Interprétation



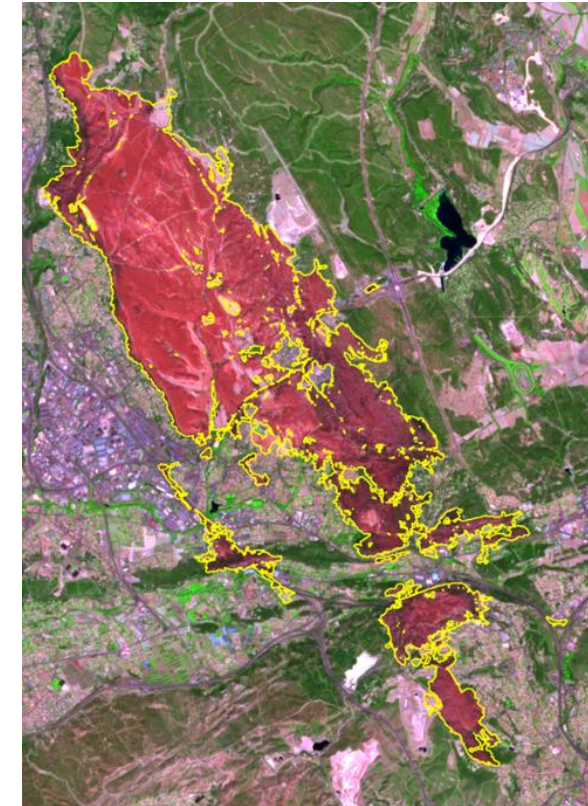
©SERTIT

➤ Terrain



©ONF

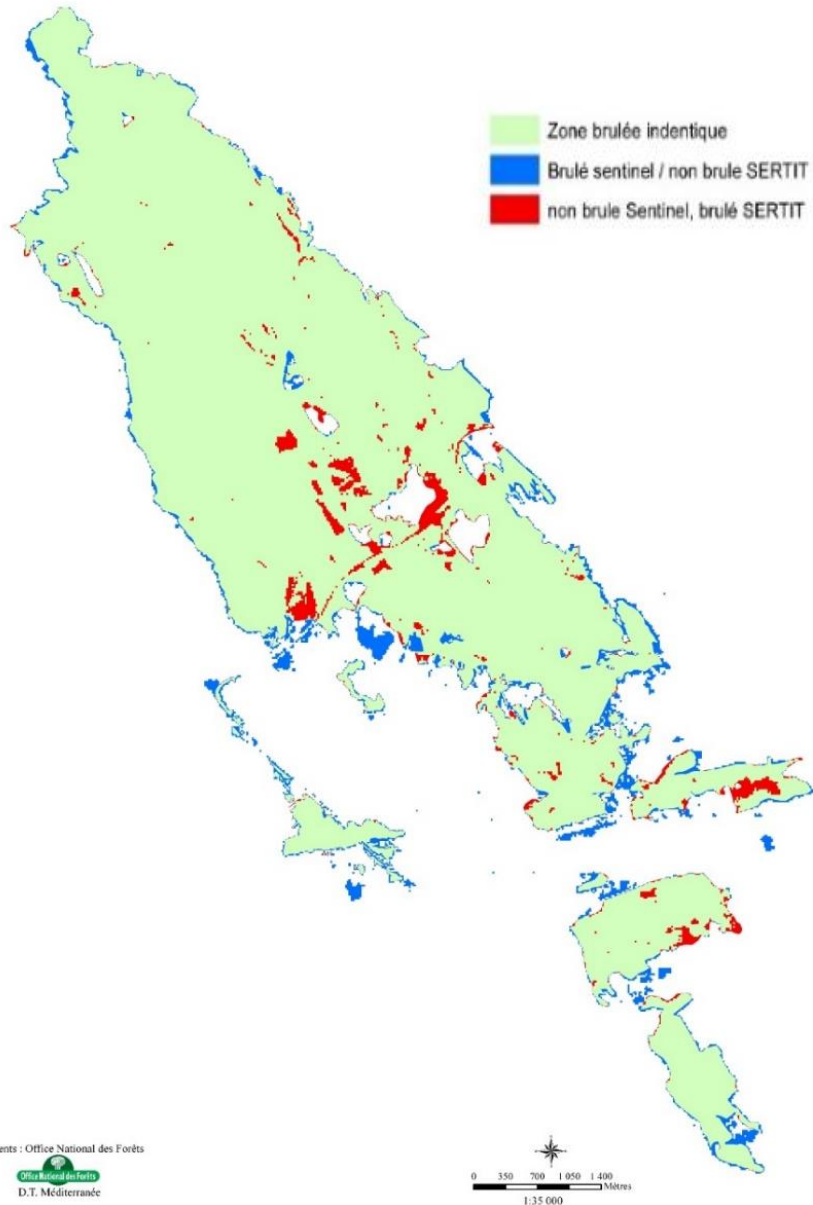
➤ Méthodes automatiques



©SERTIT



# Cartographie des incendies: validation



		ONF			Erreur de commission
		Brûlé	Non brûlé	Total	
SERTIT	Brûlé	2416	105	2521	95.8
	Non brûlé	172	10584	10756	98.4
	Total	2588	10689	13277	
Erreur d'omission		93.4	99.0	<b>0.97914</b>	
Kappa =0,93					



# Cartographie des incendies

## ➤ Apport de résolution spatiale

Images à Très Haute Résolution (THR) vs Images à Haute Résolution (HR) spatiale

## Complémentarité des données

### ➤ VHR

- Niveau de détail permettant une cartographie fine de l'extension mais couverture géographique limitée
- Cartographie dépendant de l'opérateur
- Automatisation complexe due à l'absence de bande spectrale utile comme le Moyen Infra-Rouge (MIR)

### ➤ HR

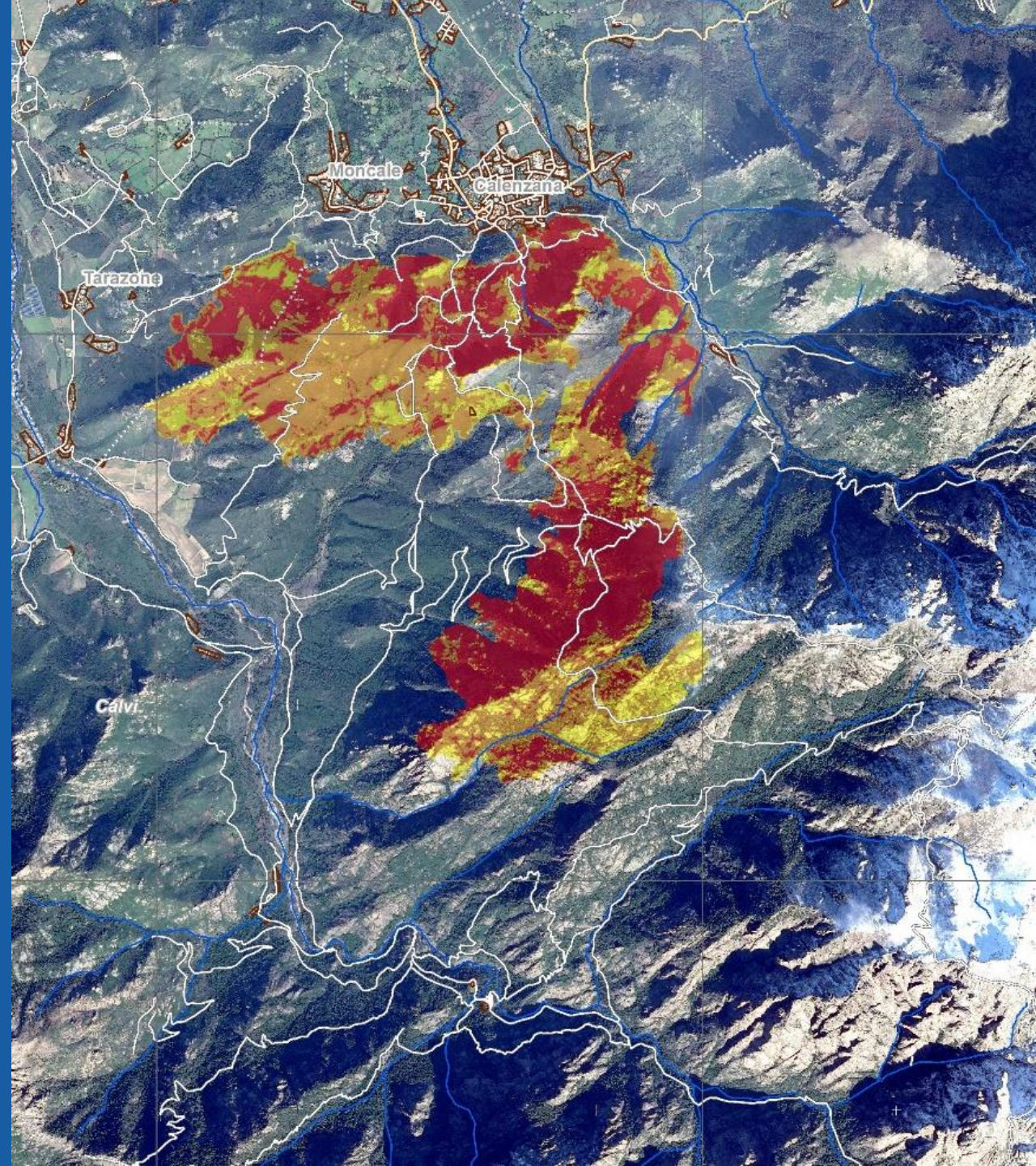
- Richesse spectrale permettant l'automatisation des traitements
- Mais erreurs de sur/sous-détection
- Niveau de détail moins important mais couverture spatiale plus grande





# Cartographie de la sévérité incendies

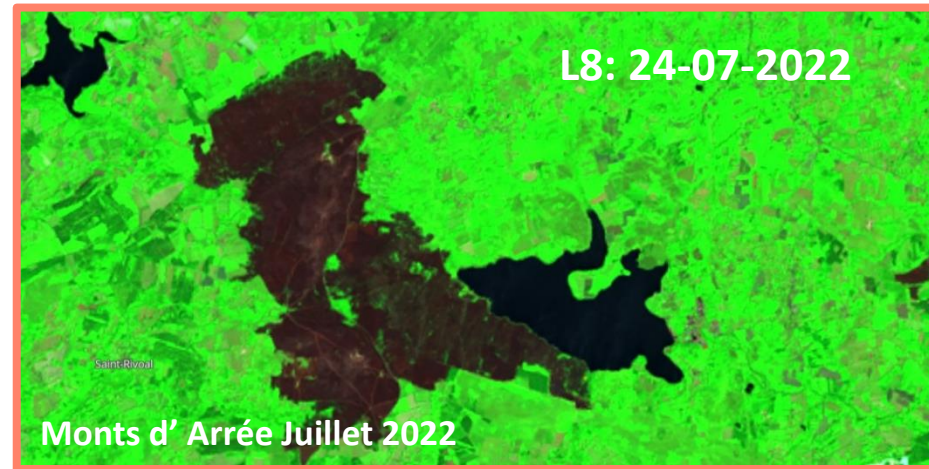
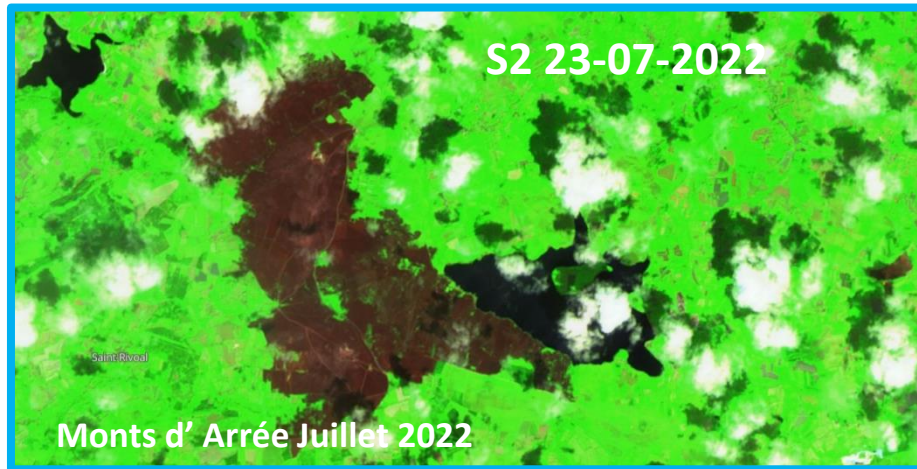
---



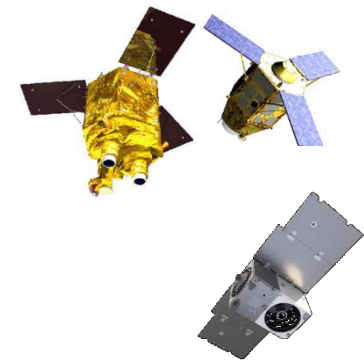


# Cartographie de la sévérité des incendies

- Images avec MIR (Sentinel-2, Landsat-8/9, et dans certains cas, Sentinel3, Modis, ... )



- Images sans MIR (Spot 6/7, Pléiades HR, Worldview-2, Worldview-3, Planet ...)





# Procédure avec du MIR

---

- Méthode de l'USFS (US Forest Service) la plus utilisée
- Indique l'impact écologique d'un incendie sur le paysage



# Procédure avec du MIR

➤ Nécessite une image avant et une image après les incendies

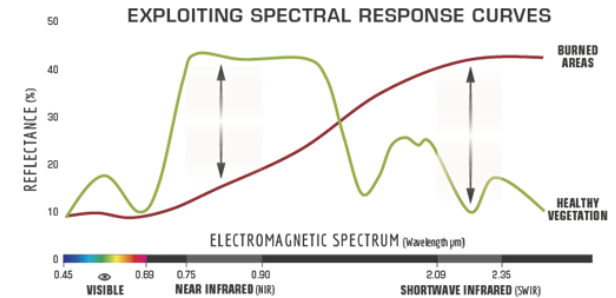
➤ Calcul de l'indice NBR (Normalised Burn Ratio) pour les images pré et post incendie

$$\text{NBR} = \text{PIR} - \text{MIR} / \text{PIR} + \text{MIR}$$

➤ Calcul de la différence dNBR

$$\text{dNBR} = \text{NBR}_{\text{pre-fire}} - \text{NBR}_{\text{post-fire}}$$

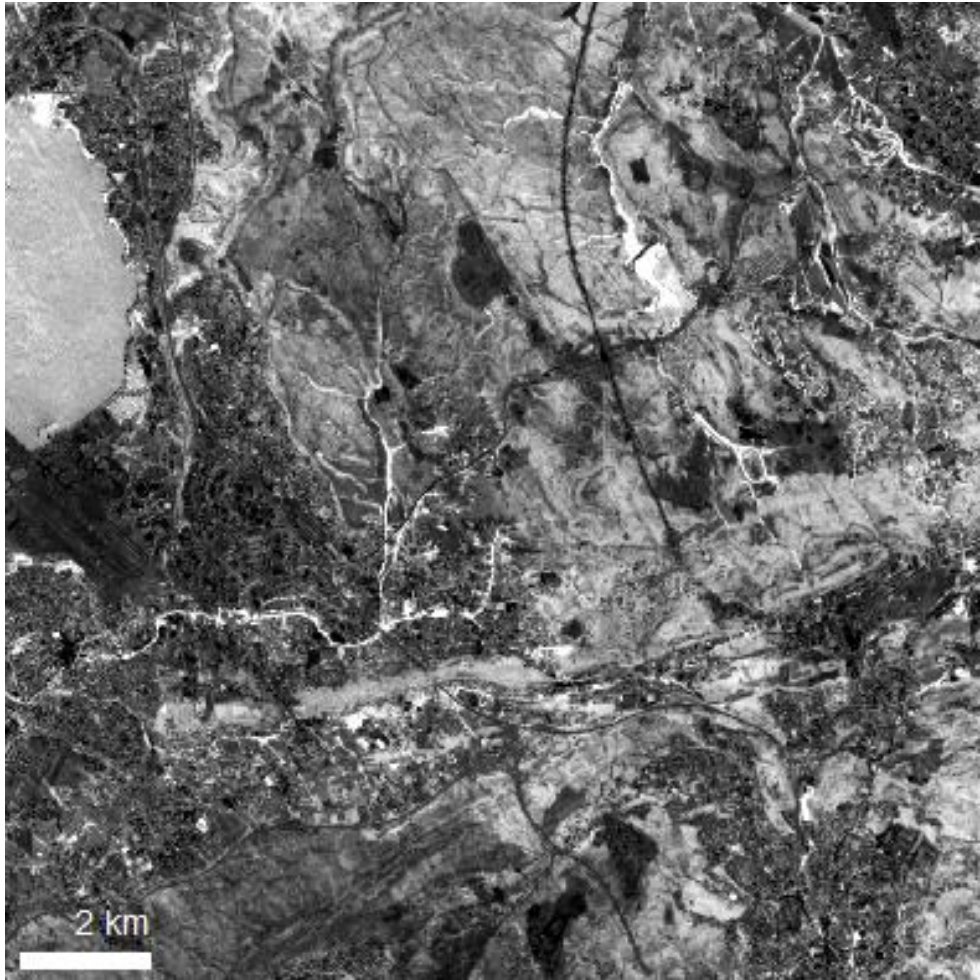
➤ Classification des valeurs du dNBR selon USFS



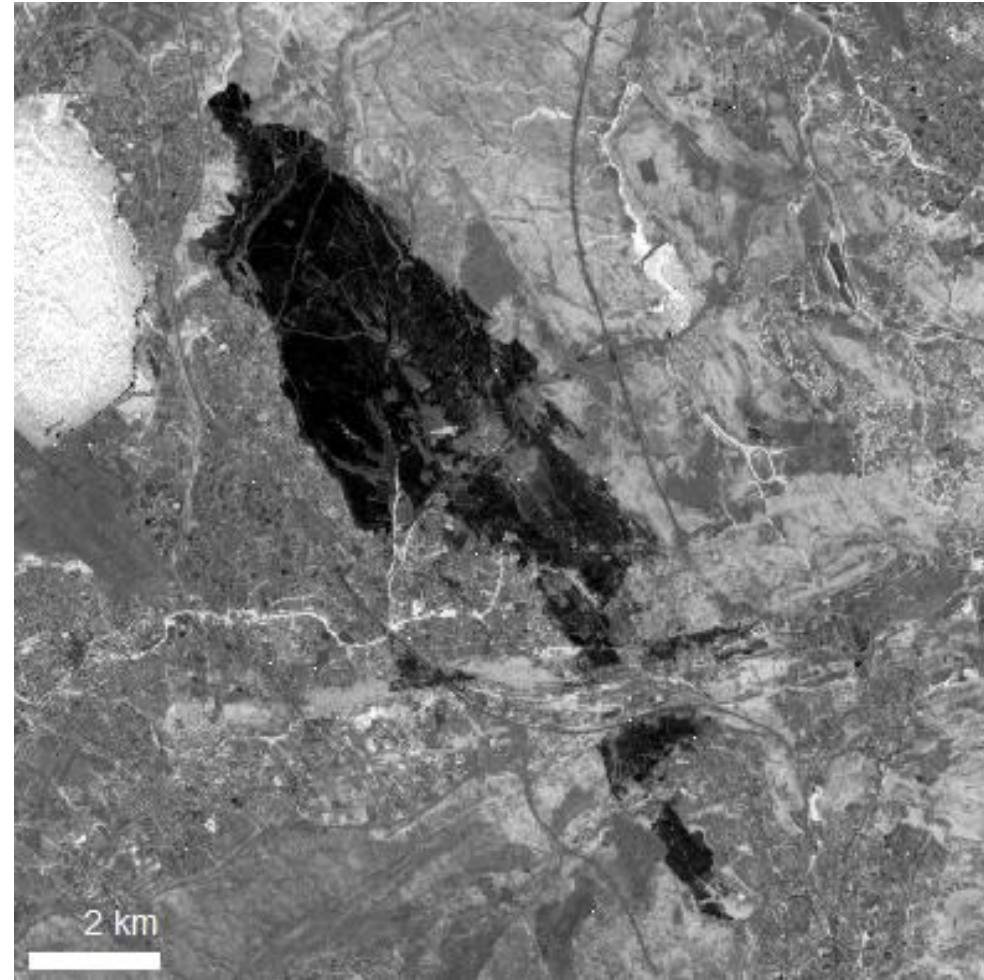
dNBR	Fire severity	
<= 0.1	Unburned	Green
0.1 to 0.27	Severity low	Yellow
0.27 to 0.44	Severity low to moderate	Orange
0.44 to 0.66	Severity moderate to high	Red-Orange
> 0.66	High severity	Red



# Procédure avec du MIR



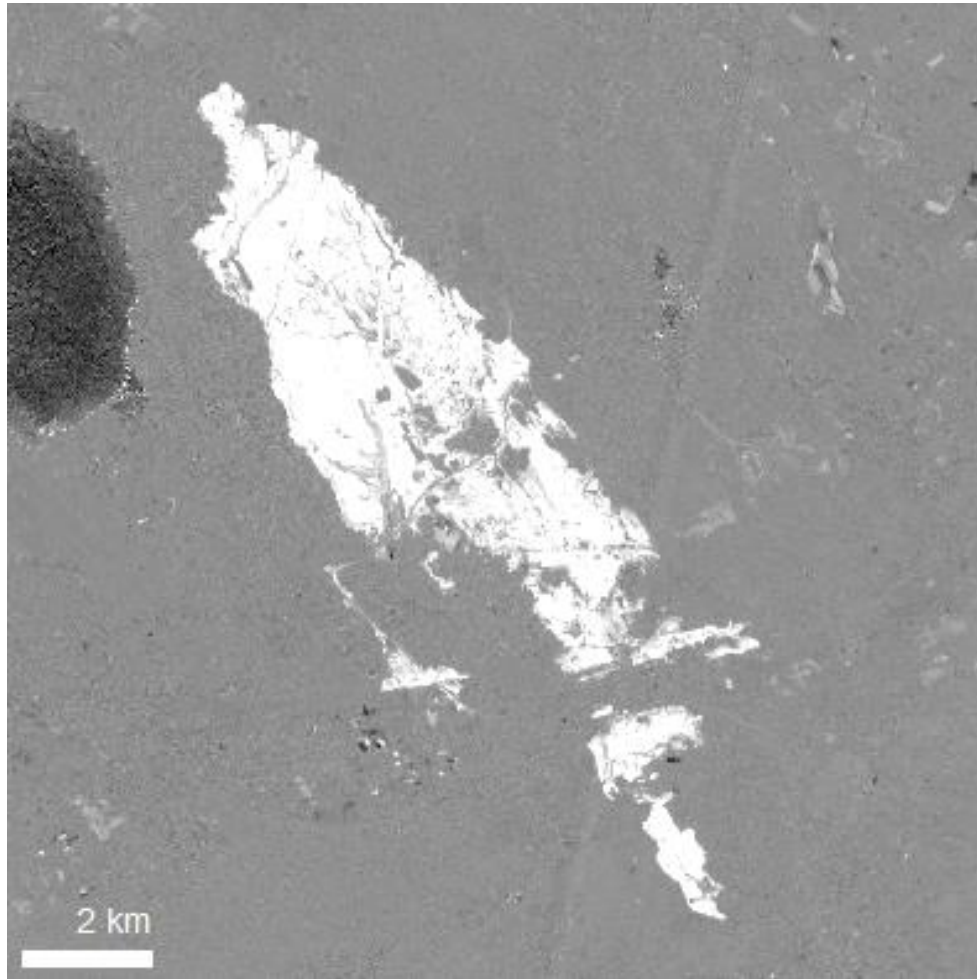
Sentinel-2A NBR (24/07/2016)



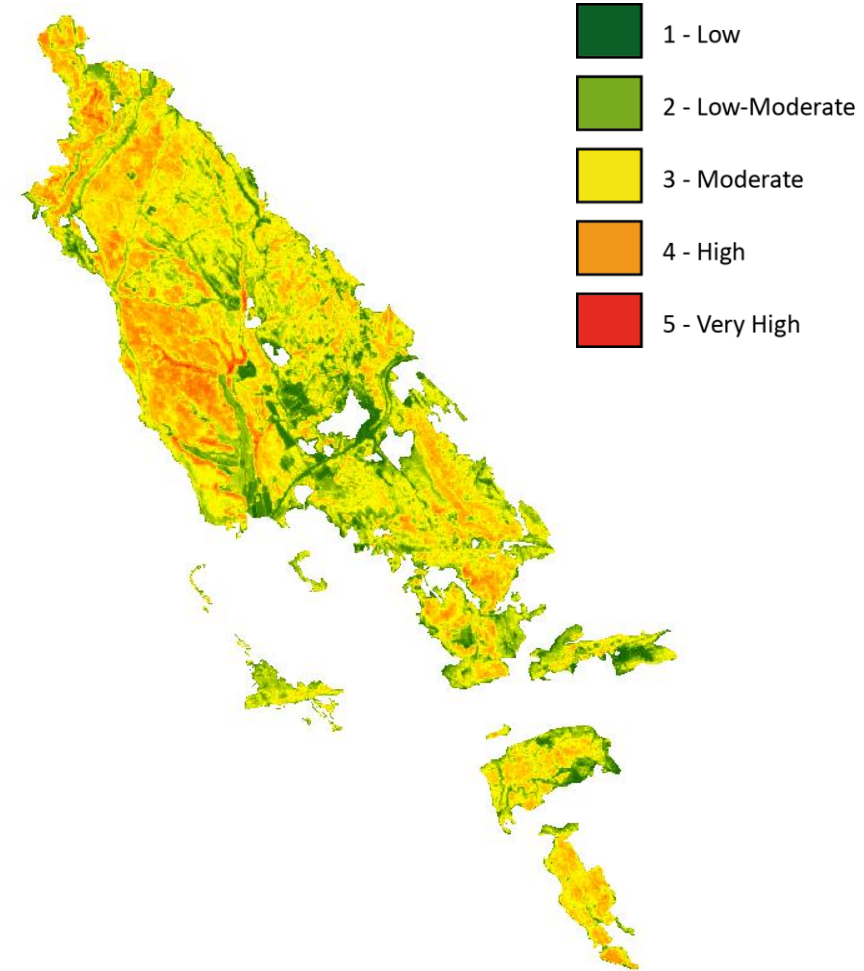
Sentinel-2A NBR (13/08/2016)



# Procédure avec du MIR



dNBR dérivé des images Sentinel-2  
(24/07/2016 et 13/08/2016)



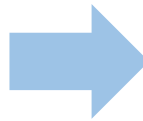
dNBR après classification



# Procédure avec du MIR

- Modification de la nomenclature pour simplifier la lecture du produit et correspondre aux standards Copernicus EMS – Rapid Mapping

dNBR	Fire severity	
$\leq 0.1$	Unburned	Green
0.1 to 0.27	Severity low	Yellow
0.27 to 0.44	Severity low to moderate	Orange
0.44 to 0.66	Severity moderate to high	Red-Orange
$> 0.66$	High severity	Red



EMS classes		
Unburned		
Low severity		Yellow
Moderate severity		Orange
High severity		Red



# Procédure sans MIR

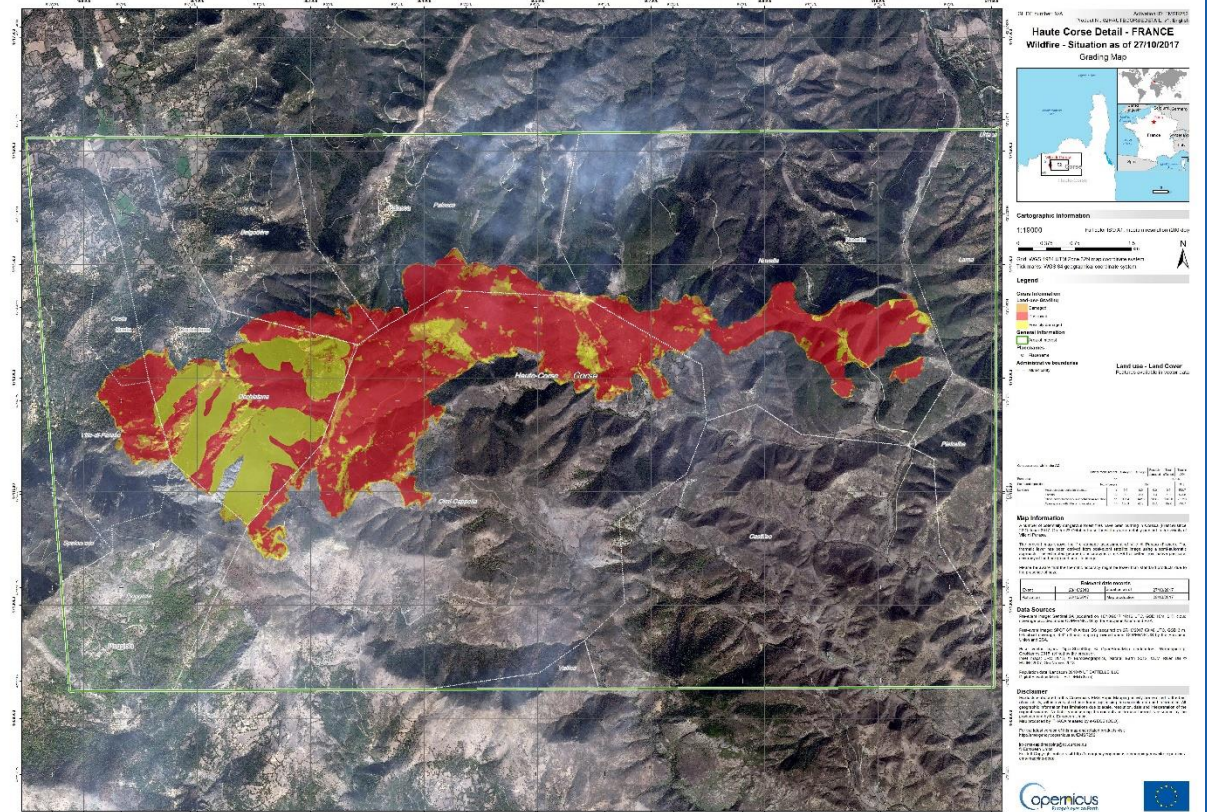
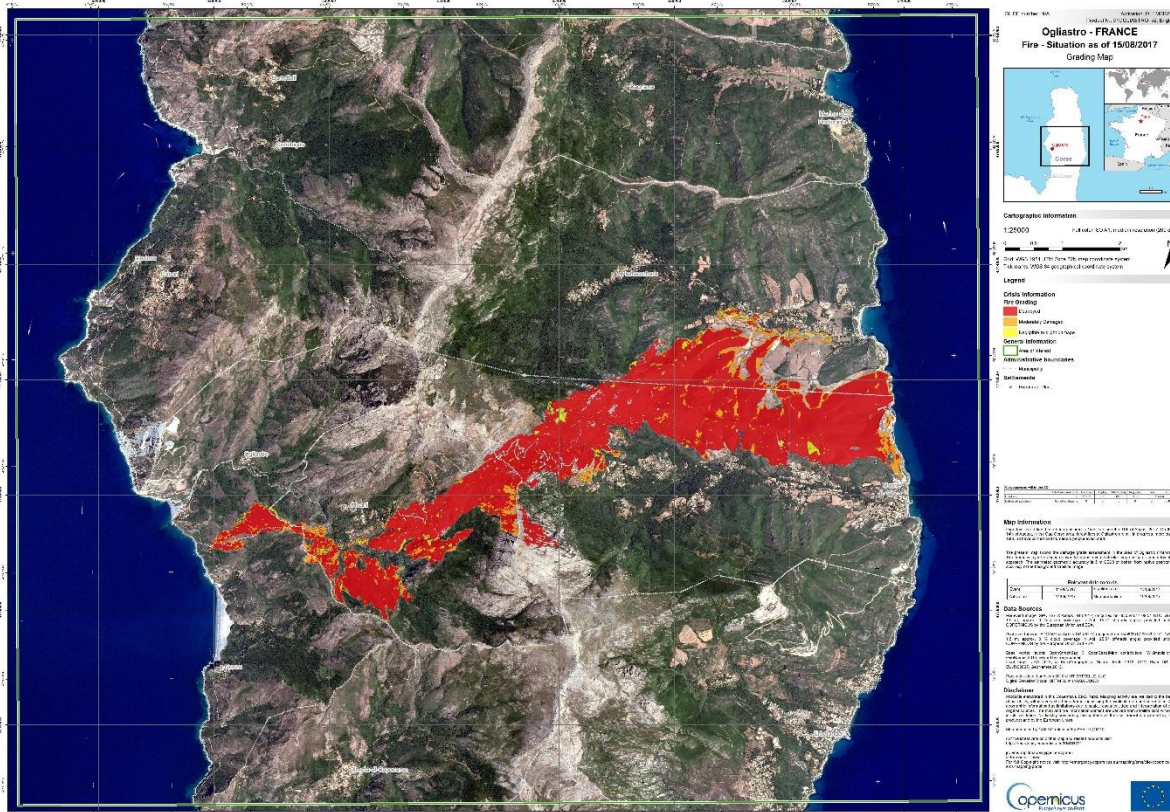
---

- Méthode opérationnelle maintenant
- Indique la présence de végétation ou non dans les zones touchées par le feu avant et après un incendie, dans la zone brûlée
- La majorité des images des satellites agiles et disponibles rapidement ne disposent pas de canal MIR



# Procédure sans MIR

➤ Méthode appliquée sur une zone affectée par des incendies en Corse (EMSR221 et EMSR252)





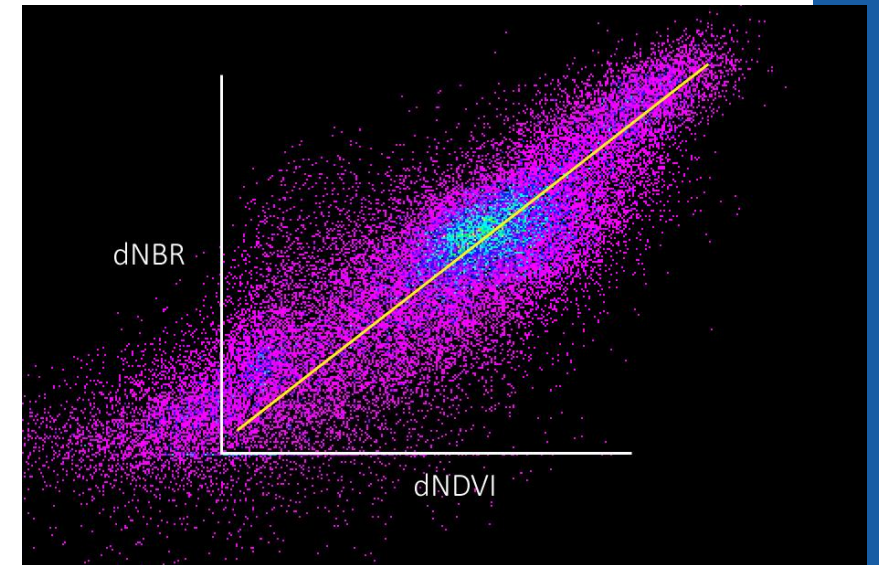
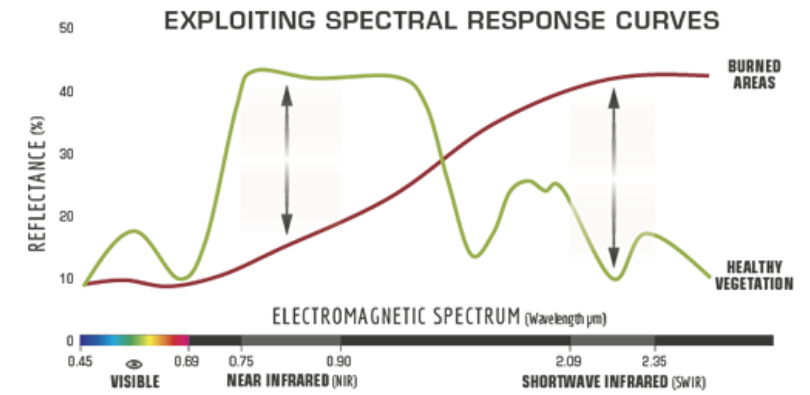
# Procédure sans MIR

- Substitution du NBR par le NDVI
- Fondée sur perte activité chlorophyllienne

$$\text{NDVI} = \frac{\text{PIR} - \text{R}}{\text{PIR} + \text{R}}$$

- Calcul du dNDVI

$$\text{dNDVI} = \text{NDVI}_{\text{pre-fire}} - \text{NDVI}_{\text{post-fire}}$$

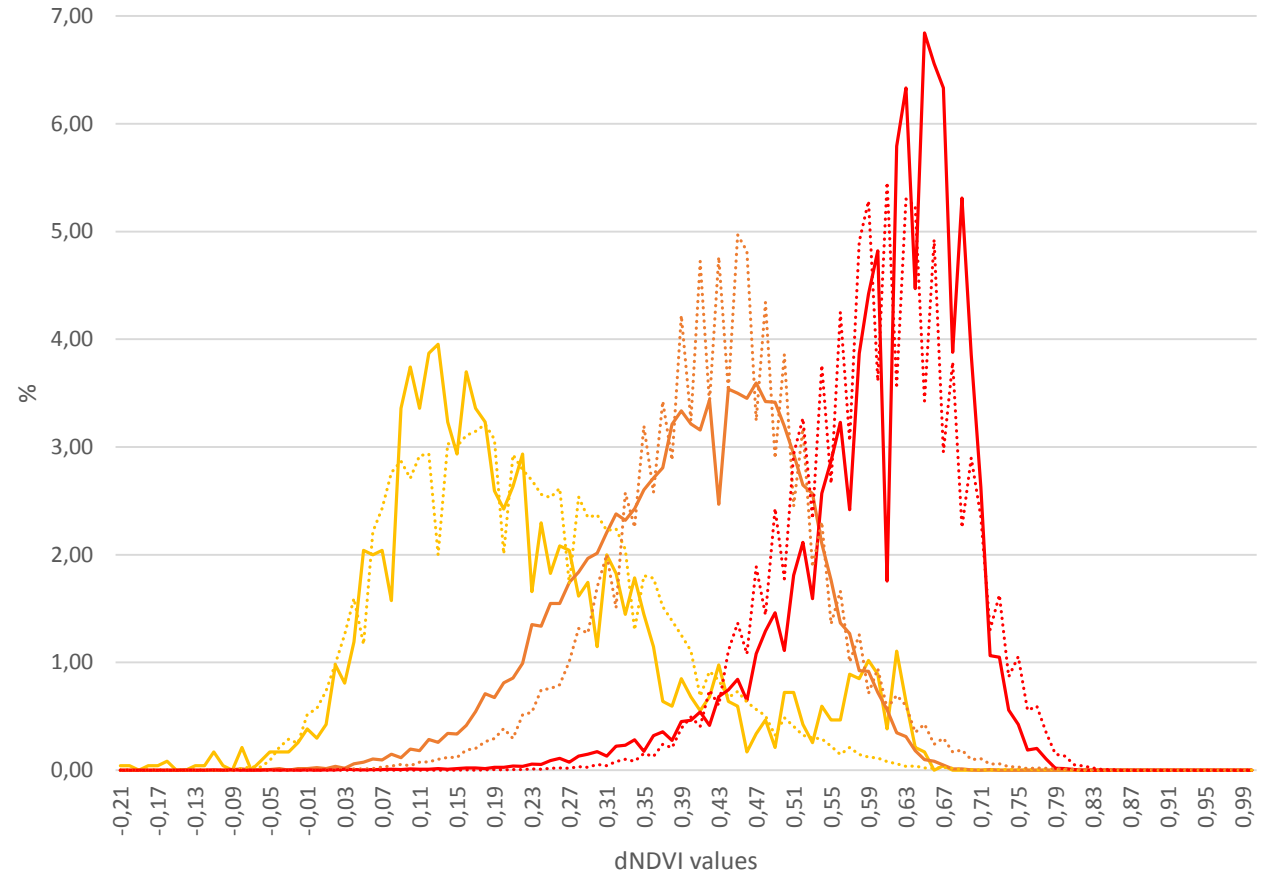




# Procédure sans MIR

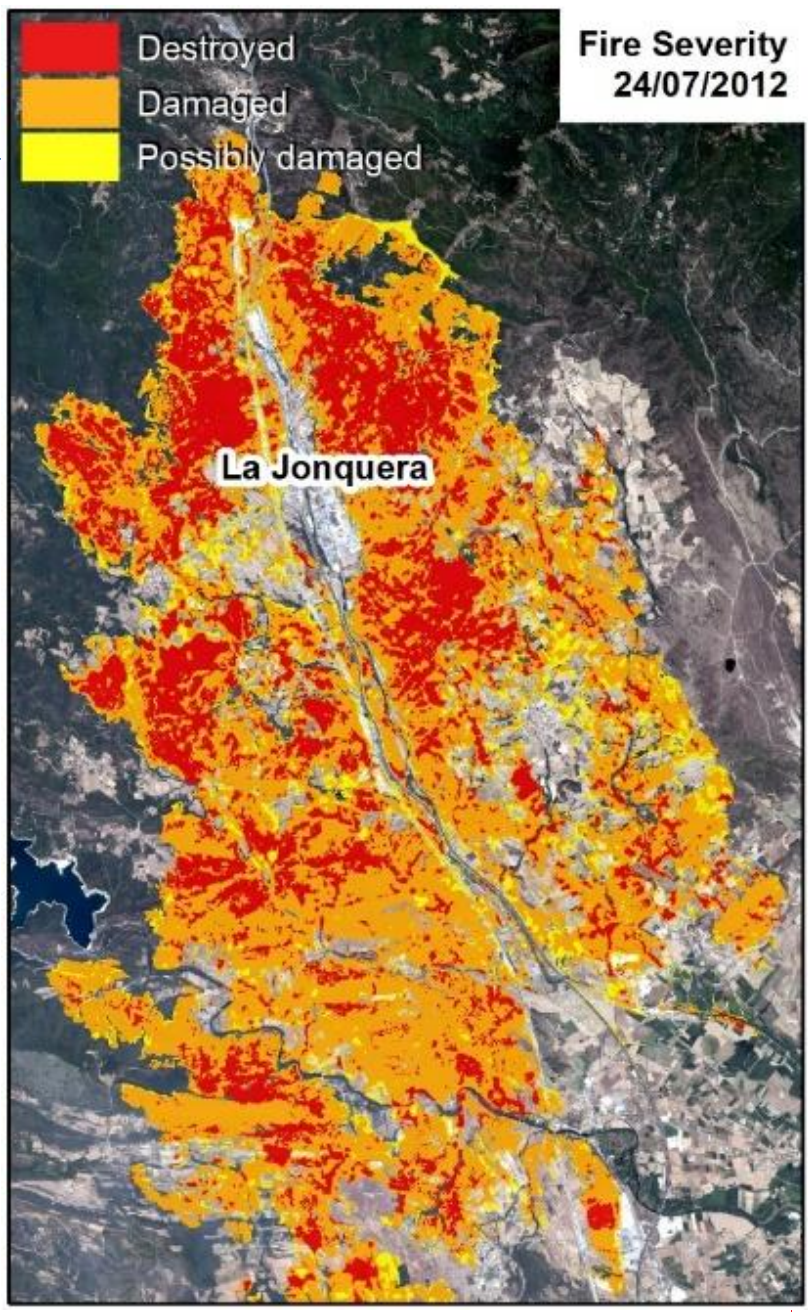
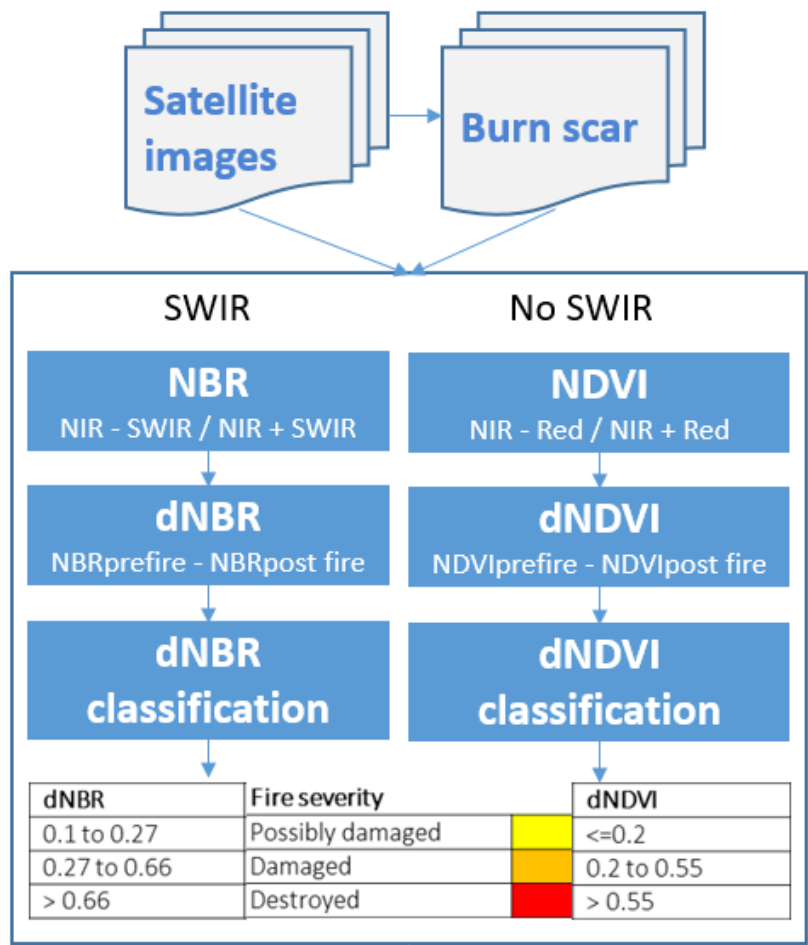
- Détermination des seuils de classes de sévérité
- Analyse spectrale des 3 classes déterminées par la méthode dNBR dans le dNDVI dérivé d'images Sentinel-2 et SPOT 6/7

dNDVI per fire severity class	Class description	Colour
$dNDVI \leq 0.3$	Low severity	Yellow
$0.3 > dNDVI \leq 0.55$	Moderate severity	Orange
$dNDVI > 0.55$	High severity	Red





# Procédure sans MIR





# Limites & Perspectives

## SURFACE BRULEES

- Complémentarité des données HR et THR
- Intérêt de la bande MIR
  
- Tester des nouvelles méthode de cartographie
  - Séparation végétation haute/basse
  - Nvx indices ou combinaison d indices  
 $3dBAIs = dBAI + dBAIM + dBAIS2$

## SEVERITE

- Méthode testées sur plusieurs évènements et plusieurs sites géographiques
- Sévérité relative ? Ou absolue ?
  
- Retours terrains pour comparer et améliorer les méthodes de cartographie des sévérités avec et sans MIR (cf projet EPyRIS, Univ Valencia)



# Merci de votre attention

---

Contact :  
[mathilde.caspard@unistra.fr](mailto:mathilde.caspard@unistra.fr)  
[herve.yesou@unistra.fr](mailto:herve.yesou@unistra.fr)

