

# Swiss Data Cube - Observer les impacts des changements climatiques du Grand Genève par satellite

---

Dr. Gregory Giuliani

Université de Genève & PNUE/  
GRID-Genève



Les gouvernements ont des **engagements et des obligations en matière de rapports aux niveaux national et international**, ainsi que des programmes environnementaux nationaux.

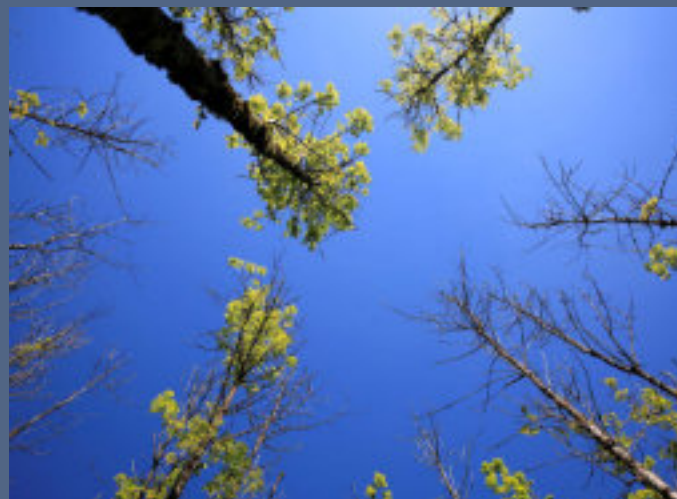
Ils ont tous besoin **d'informations synoptiques, cohérentes, spatialement explicites**, suffisamment détaillées pour **rendre compte des impacts anthropiques** et de portée nationale.

Les données d'observations de la Terre peuvent fournir la **base nécessaire pour déterminer les tendances, définir le présent et informer le futur.**



# Plan directeur de recherche Environnement 2021–2024

Domaines et thèmes de recherche prioritaires



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

## Thèmes de recherche prioritaires 2021–2024

### 1 Perspectives d'avenir: relevé de données et modélisation fondée sur celles-ci

- 1.1 Étude et modélisation quantitatives de l'incidence des grandes tendances globales sur l'environnement en Suisse.
- 1.2 Modélisation de tendances et de perspectives pour divers domaines environnementaux, à partir de données rétrospectives, en particulier de séries chronologiques spatialement distribuées.
- 1.3 Élaboration de méthodes pour la prise en compte des aspects écologiques et régionaux dans l'élaboration d'une vue d'ensemble systémique servant de base à la prise de décision.
- 1.4 Optimisation des réseaux et des méthodes de mesure, en particulier en ce qui concerne la combinaison de la télédétection et des mesures in situ, le développement des méthodes de télédétection des changements, l'analyse des opportunités et des risques des nouvelles méthodes d'observation environnementale.

- 1.5 Élaboration de bases pour le monitoring systématique à long terme des polluants persistants et des métaux lourds dans les organismes et les milieux environnementaux.
- 1.6 Détermination des facteurs pertinents pour l'examen des indicateurs utilisés actuellement dans le cadre des comptes rendus sur l'environnement et mise au point d'un système de veille (radar) pour les questions environnementales qui devraient être étudiées à l'avenir.
- 1.7 Développement de la bibliothèque de données environnementales et de la science ouverte («open science»): analyse des effets des stratégies de libre accès («open access») et de transparence des données gouvernementales («open government data») sur la recherche dans le secteur environnemental.

### 2 Diffusion d'informations, communication et mutation des valeurs

- 2.1 Évaluation et optimisation du système de rapports sur l'environnement pour chaque média (supports imprimés, voie électronique) et public cible, et étude de la manière dont les groupes cibles pertinents peuvent être identifiés et atteints.

- 2.2 Élaboration de méthodes d'agrégation et de regroupement des informations pour une communication optimale des données environnementales.
- 2.3 Élaboration d'approches pour communiquer les impacts environnementaux invisibles, intangibles et imperceptibles, tels que la perte de biodiversité ou la micropollution.
- 2.4 Analyses de l'efficacité des mesures de communication (médias sociaux, campagnes, etc.) et élaboration d'un modèle d'impact pour la communication sur les questions environnementales complexes.
- 2.5 Enregistrement des paramètres démographiques pertinents (connaissances, attitudes, etc.) pour une communication axée sur les groupes cibles.
- 2.6 Étude des possibilités d'influencer la mutation des valeurs en vue d'une transformation sociale.

### 3 Promotion des compétences environnementales chez les professionnels

- 3.1 Identification des facteurs pertinents pour l'acquisition et l'application des compétences environnementales chez les professionnels.
- 3.2 Mesure de l'efficacité des actions choisies dans les domaines professionnels pertinents en matière environnementale.
- 3.3 Étude de la contribution possible de la numérisation à la promotion des compétences environnementales.

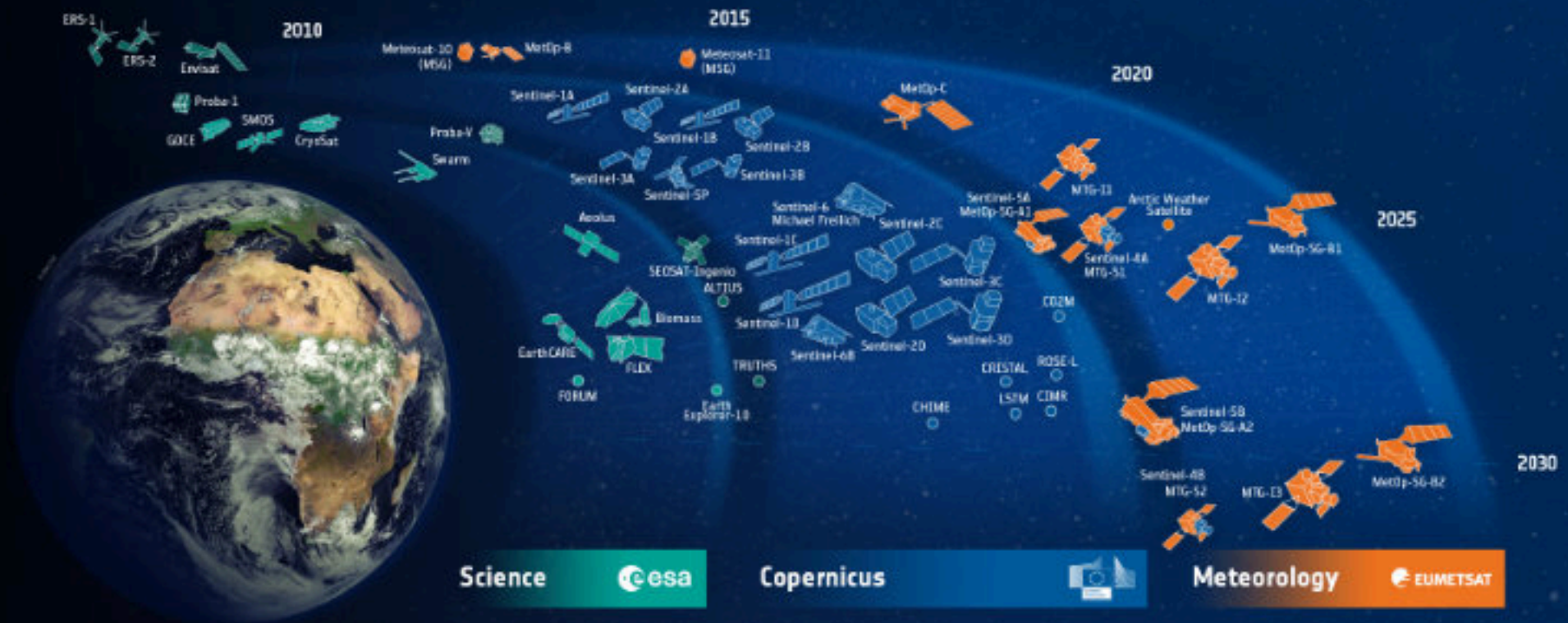
### 4 Transformation numérique

- 4.1 Étude des opportunités et des risques de la numérisation en termes d'impact sur l'environnement et les ressources, et identification des conditions-cadres nécessaires pour que la numérisation puisse exercer un effet majoritairement positif sur l'environnement.
- 4.2 Étude du potentiel de la transformation numérique de la société et de l'économie pour l'observation de l'environnement (monitoring, programme Copernicus), l'exécution de la législation environnementale et la communication environnementale.

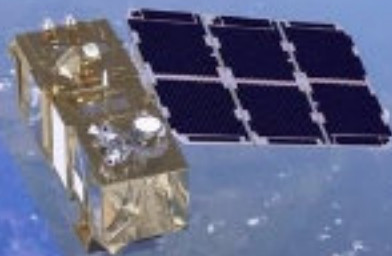
# Copernicus – Le regard de l'Europe sur la Terre

## Plus grand fournisseur de données au monde: 250TB/jour

Archive: 250PB de données stockées, croissance journalière: 220TB







## Sentinel-2

22'000 images pour couvrir la Terre

Tous les 5 jours!

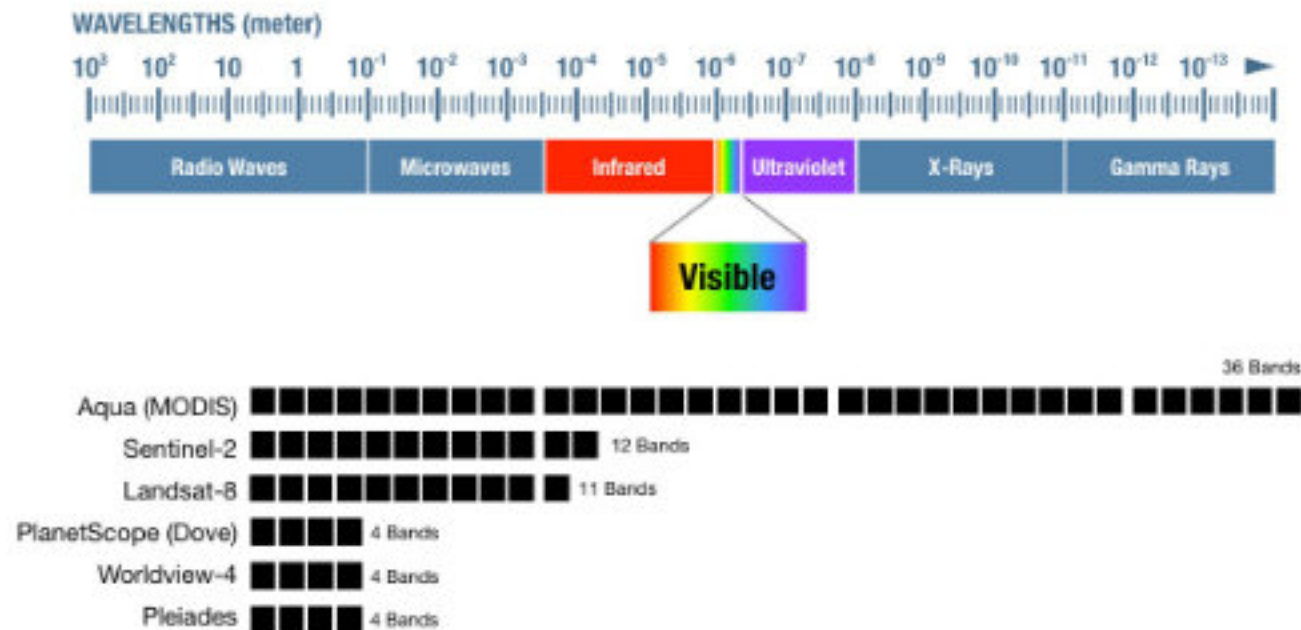
> 1'600'000 images/an!



# Pas uniquement des photos...

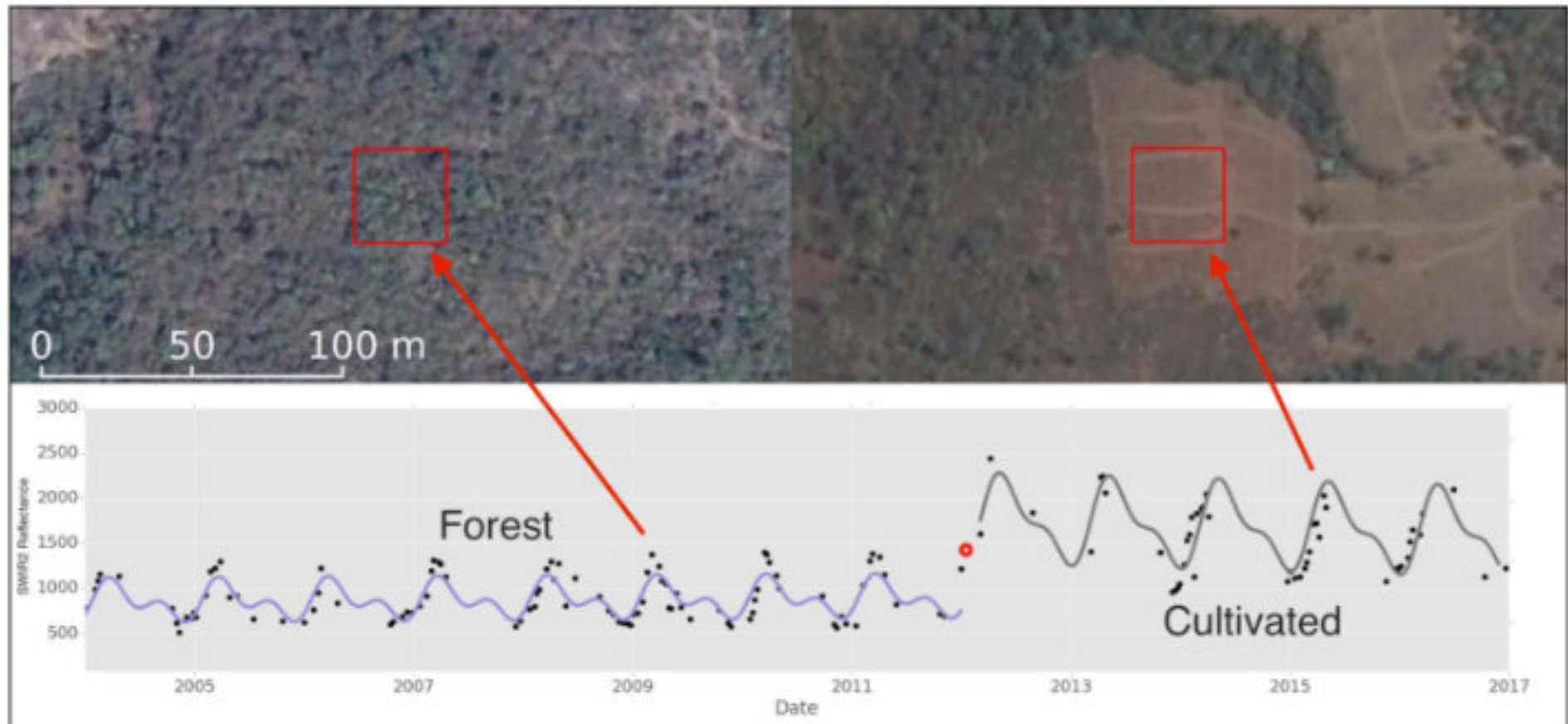
The number of bands of radiation in the electromagnetic spectrum that a satellite can sample (visible, infrared, ultraviolet, microwave, x-ray, etc.)

## Electromagnetic Radiation Spectrum



## Résolution temporelle...

Un game changer

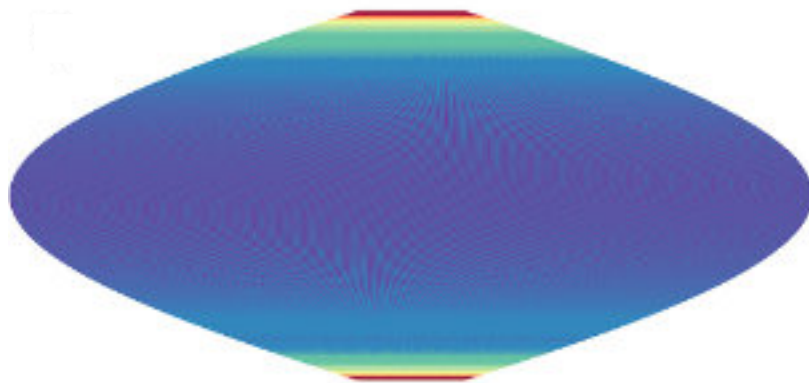




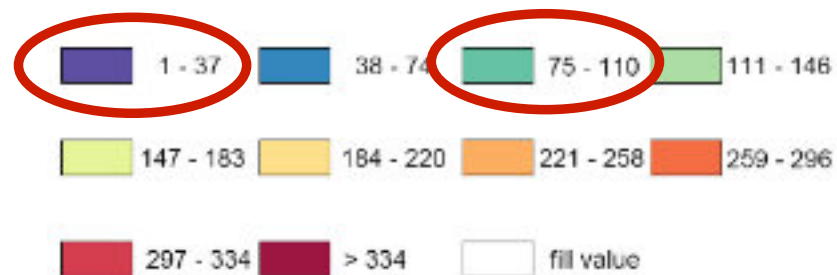
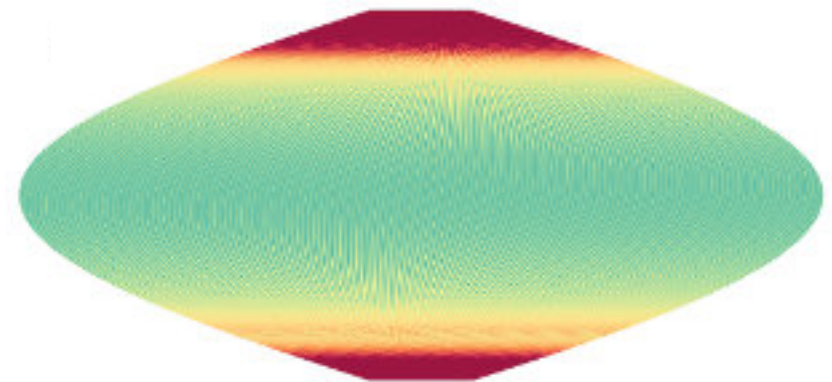
# Résolution temporelle...

Un game changer

**Landsat 8**



**Landsat 8 + Sentinel-2A&B**



Li & Roy (2017)



**Surveiller la Terre en temps (quasi) réel est désormais une réalité!**

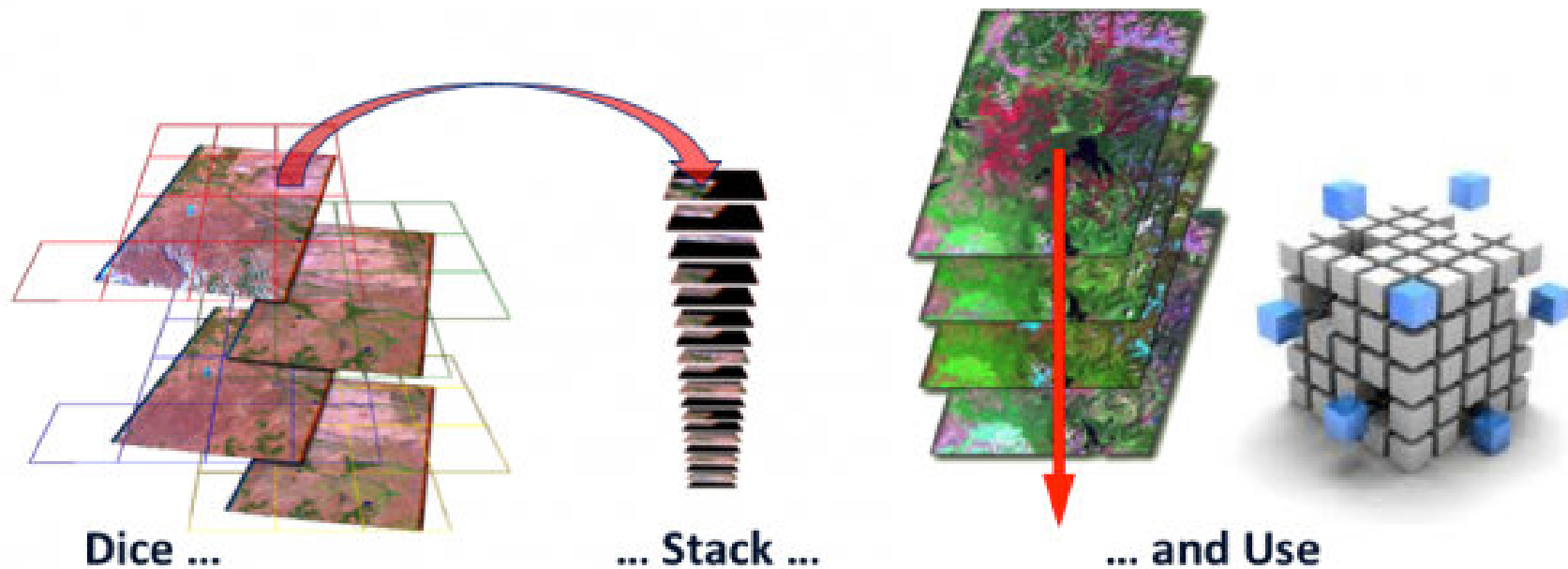




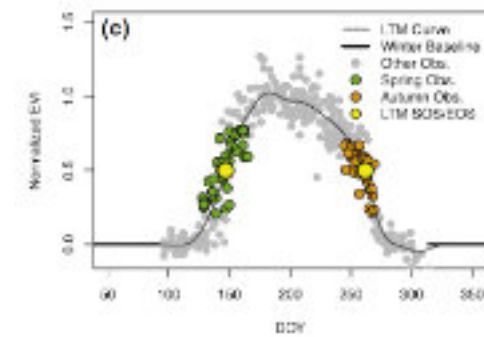
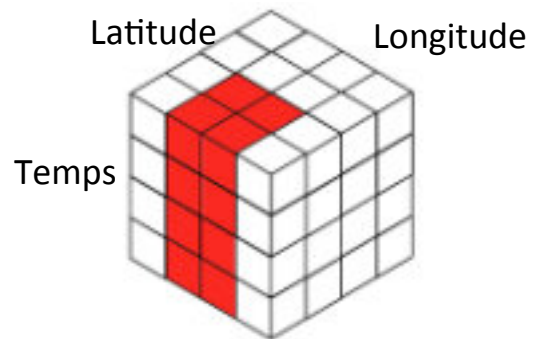
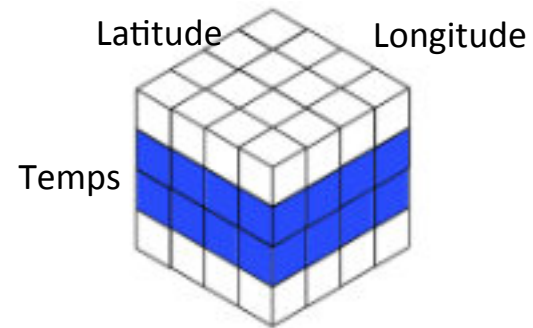
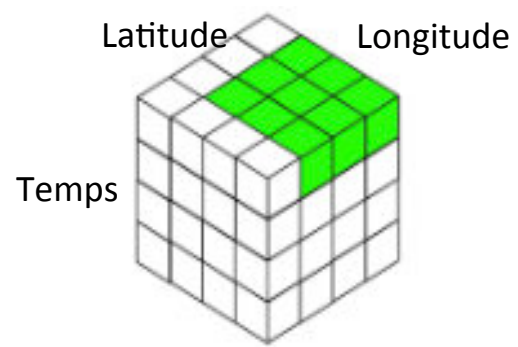
**Comment  
transformer cette  
grande quantité de  
données en  
informations utiles  
et appuyer les  
décisions fondées  
sur des preuves?**

# Que sont les cubes de données?

Pile multi-dimensionnelle (espace, temps, type de données) ordonnée en série chronologique de pixels alignés spatialement & utilisée pour un accès et une analyse efficace.







Adapted from CEOS



# SWISS DATA CUBE *in Numbers*

Updated every week!

## A unique Analysis Ready Data Archive

**36 years**

FROM 1984 to 2020

**7 sensors**

LANDSAT 5/7/8;  
SENTINEL-1/2 A-B

**10-30-90m**

PIXEL RESOLUTION

**> 450 million**

PIXELS

**> 1000 billion**

OBSERVATIONS

**~ 12500 images**

INGESTED

**~5 TB**

ANALYSIS READY DATA

**~10 millions CHF**

COST OF DATA WITHOUT OPEN DATA  
ACCESS POLICY



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE



University of  
Zurich



Giuliani G., Chatenoux B., De Bono A., Rodila D., Richard J.-P., Allenbach K., Dao H., Peduzzi P. (2017) Building an Earth Observations Data Cube: lessons learned from the Swiss Data Cube (SDC) on generating Analysis Ready Data (ARD). *Big Earth Data* 1(1):1-18

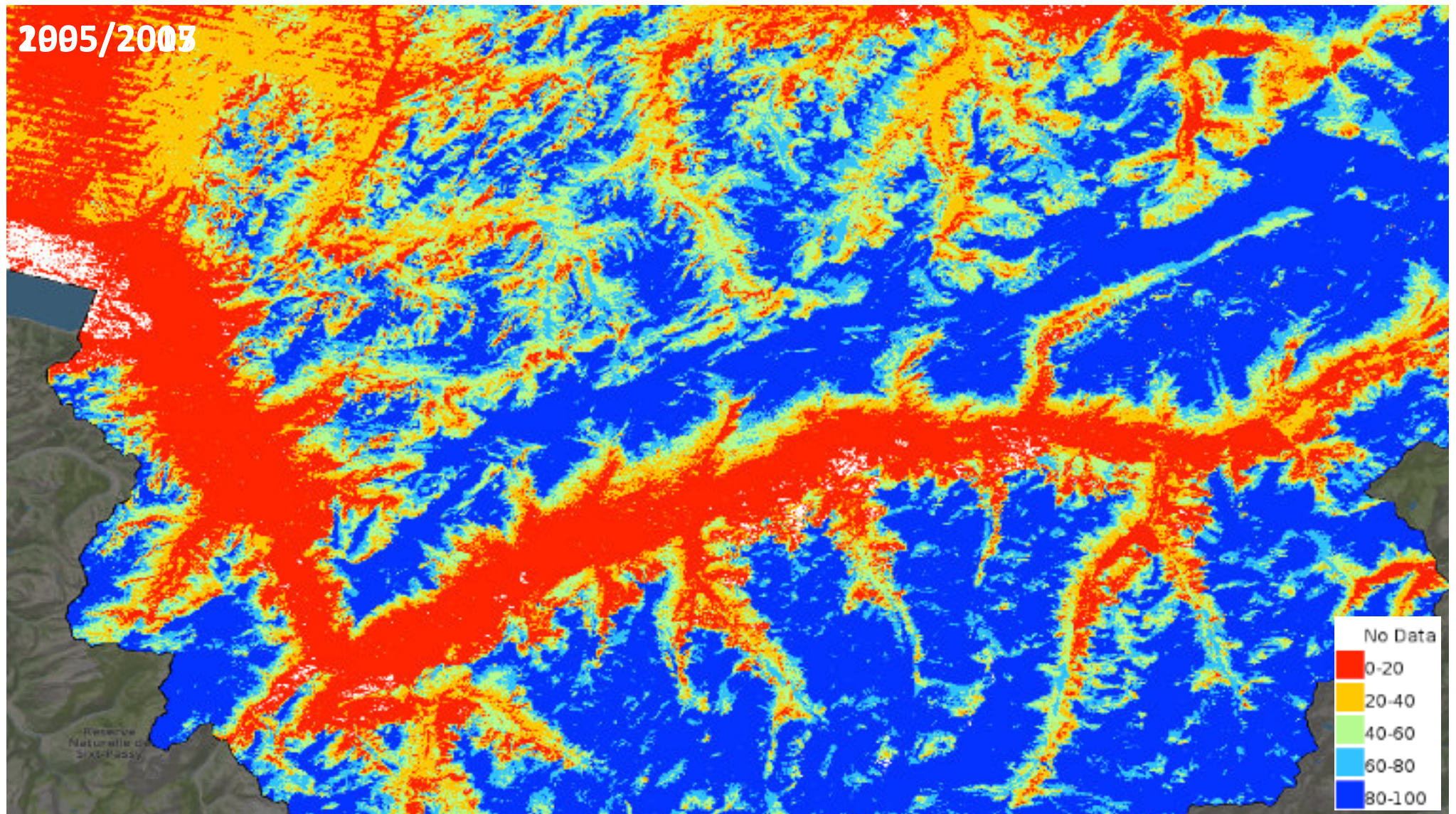




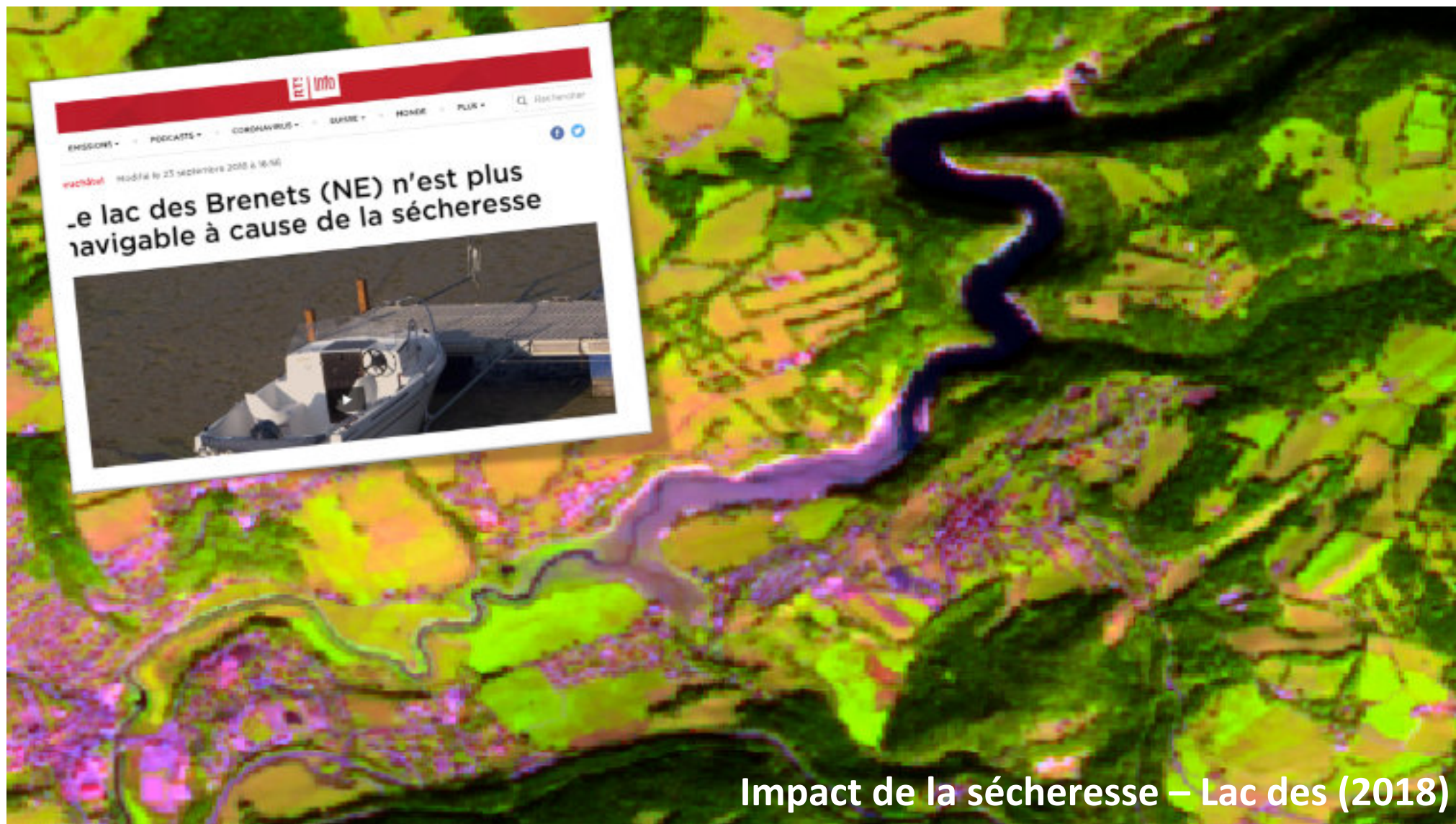
**Glacier du Rhône – 1985/2018/2020**



2005/2007







**le lac des Brenets (NE) n'est plus navigable à cause de la sécheresse**

Modifié le 23 septembre 2018 à 16:56

EMMISSIONS • PODCASTS • CORONAVIRUS • SUIVRE • HOMER • PLUS • Rechercher

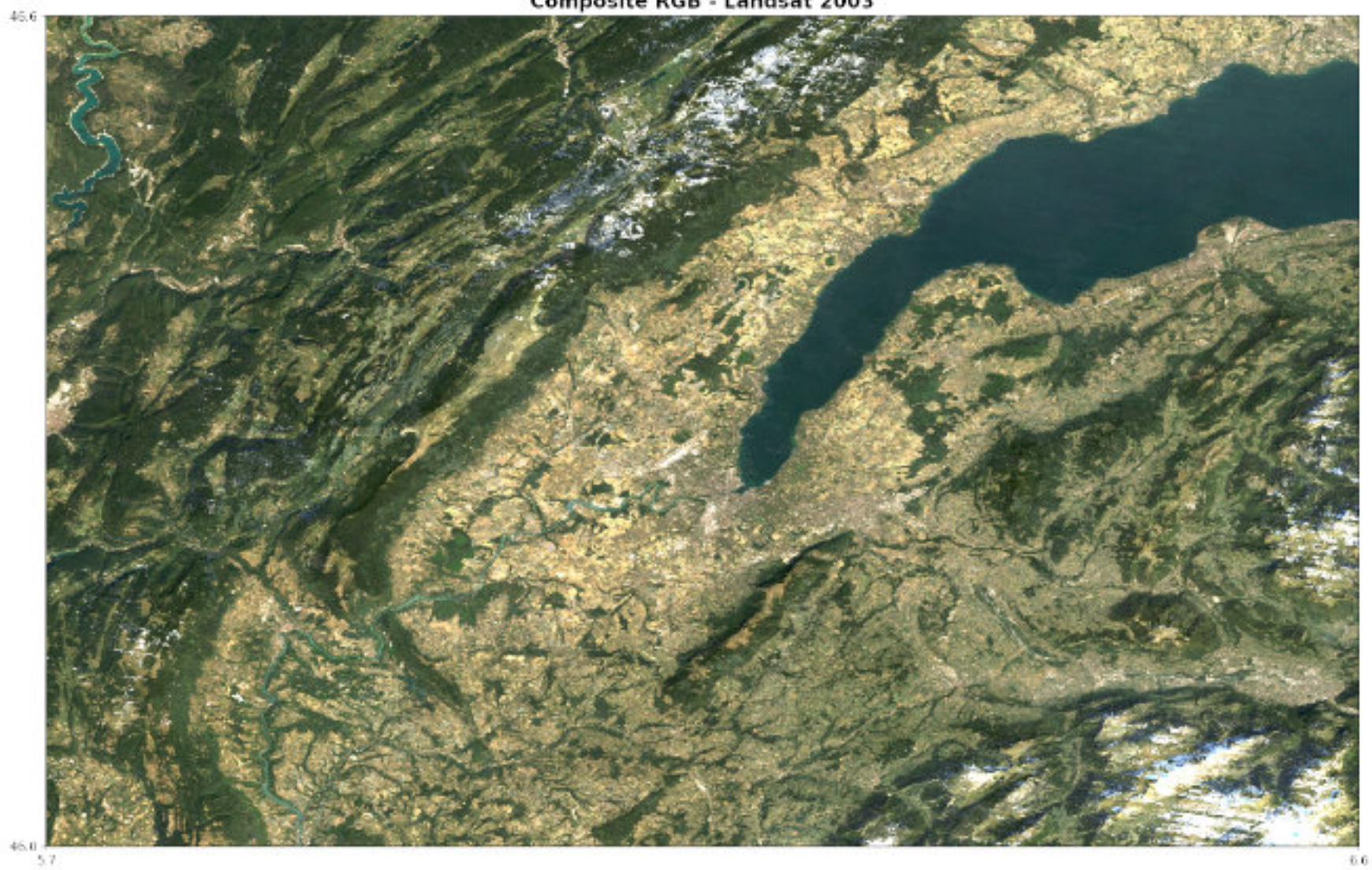
*machéval*



Impact de la sécheresse – Lac des (2018)

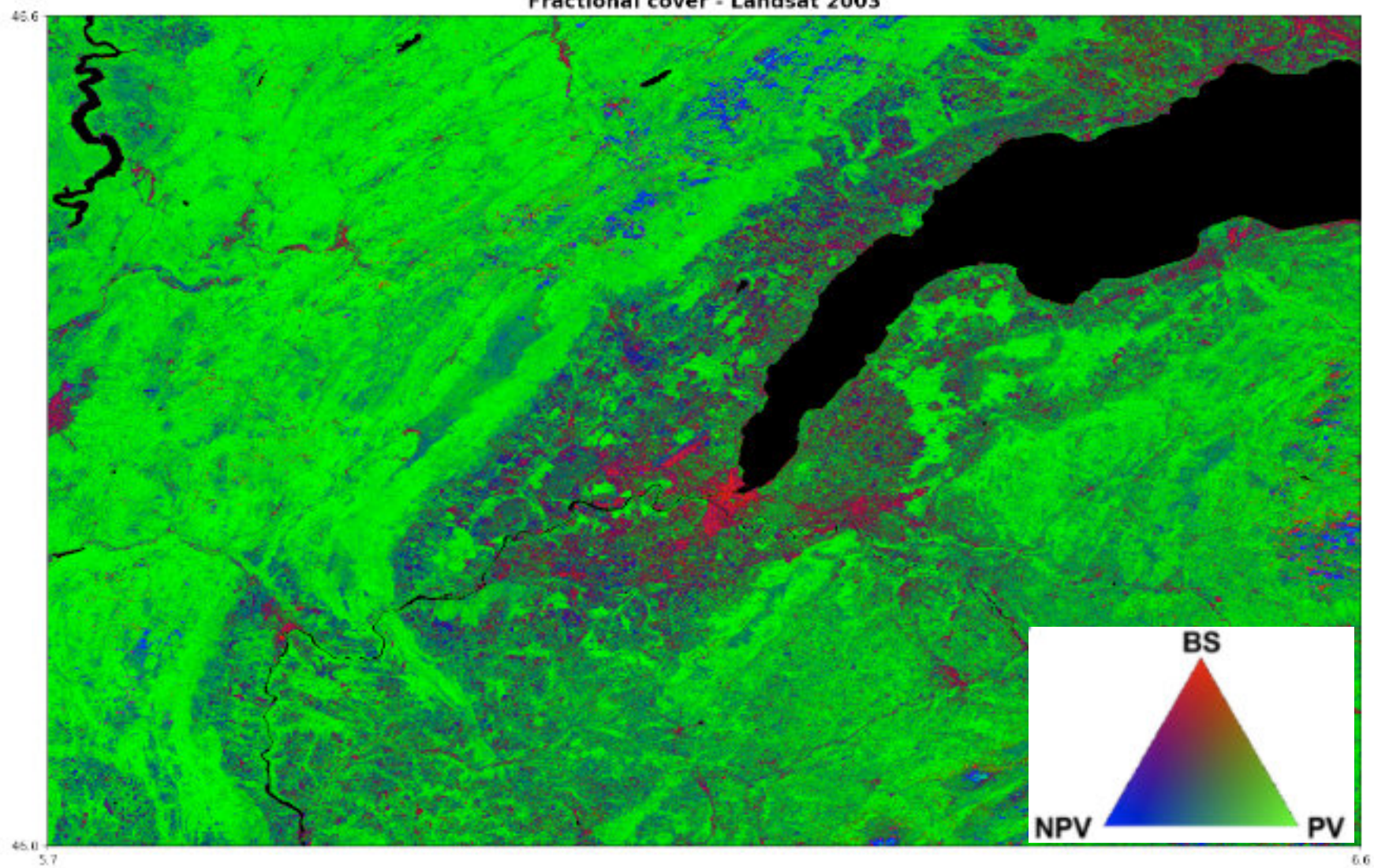


Composite RGB - Landsat 2003



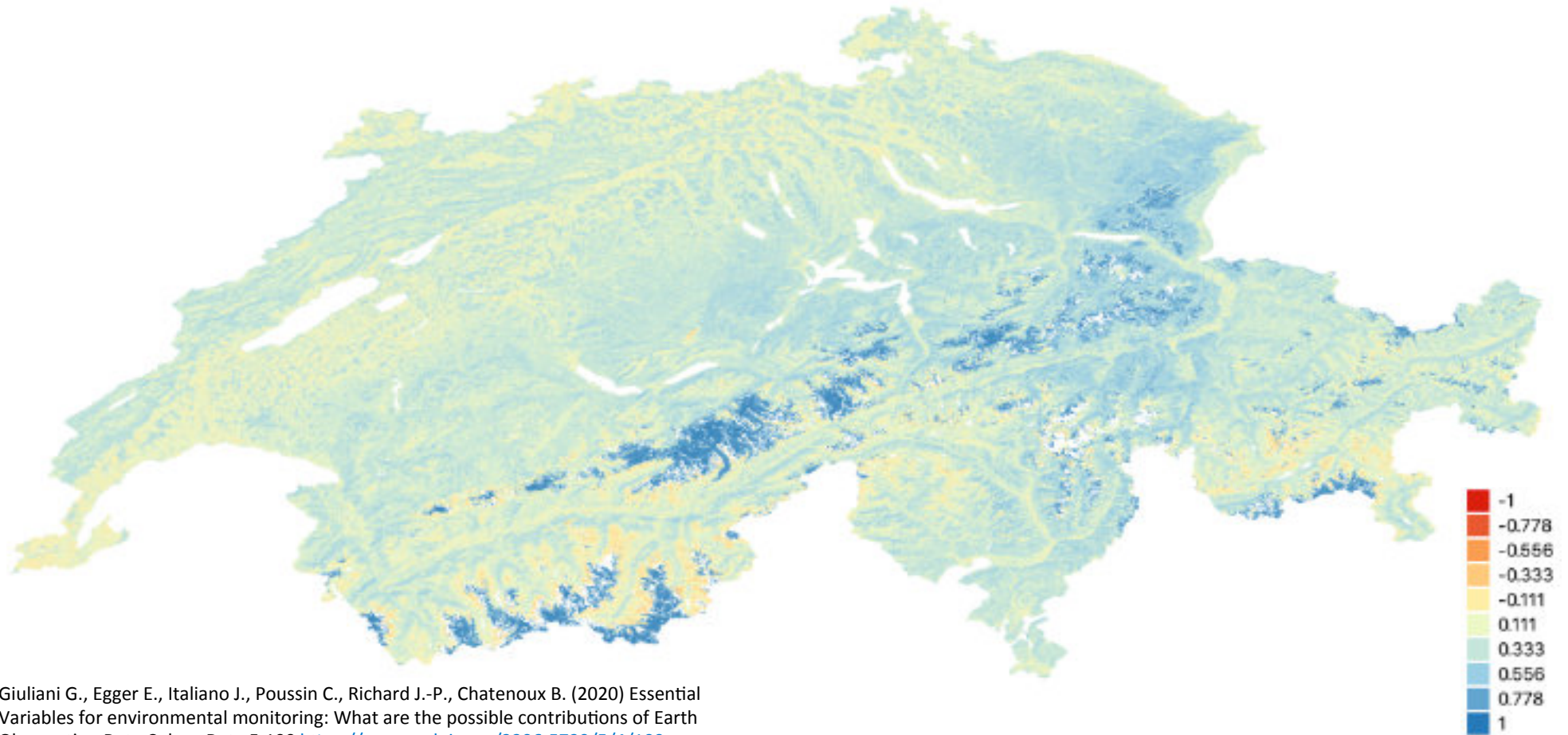


Fractional cover - Landsat 2003



# Indice d'humidité (NDWI)...

Contenu en eau de la végétation (2014 vs. 2003)

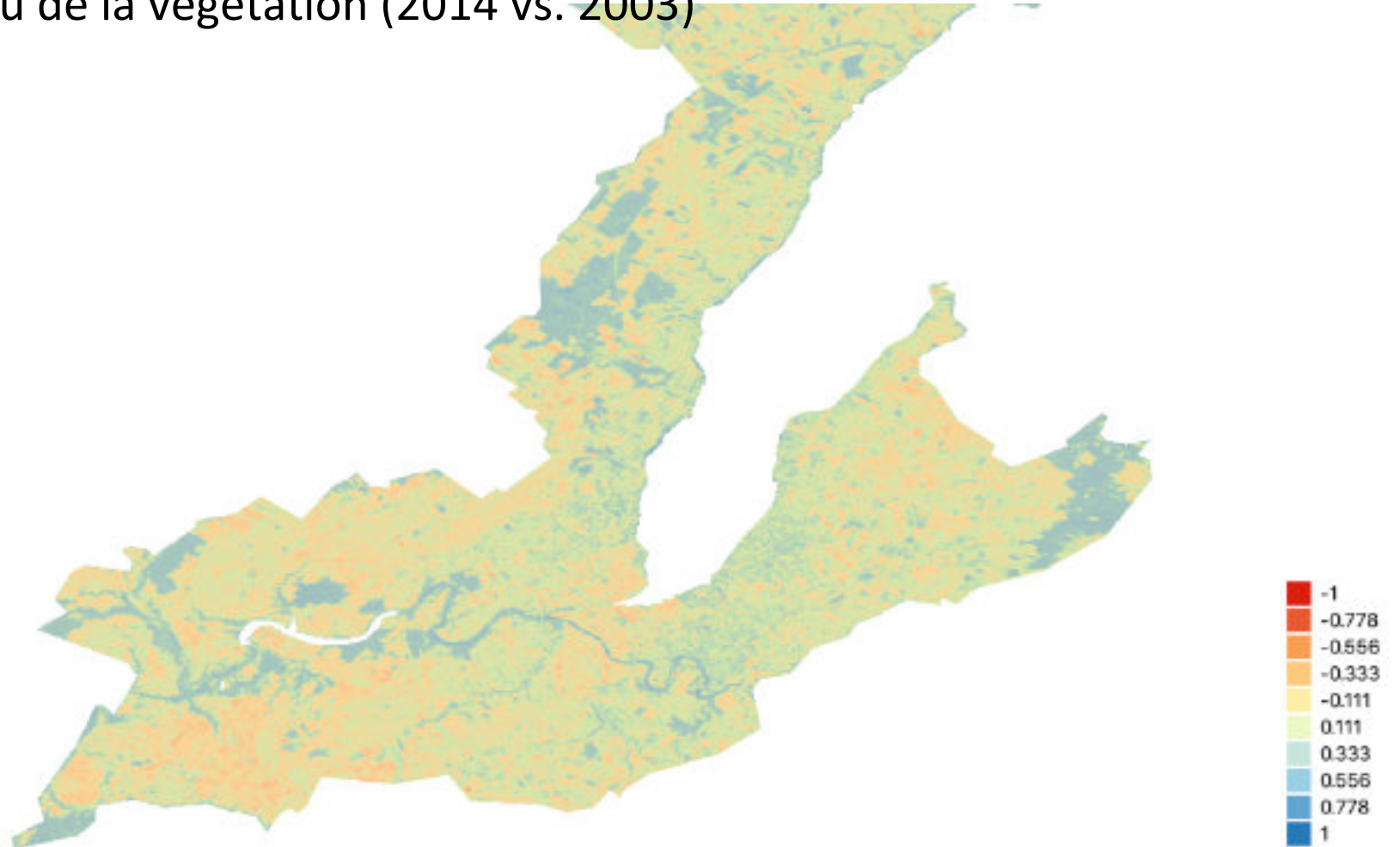


Giuliani G., Egger E., Italiano J., Poussin C., Richard J.-P., Chatenoux B. (2020) Essential Variables for environmental monitoring: What are the possible contributions of Earth Observation Data Cubes, Data 5:100 <https://www.mdpi.com/2306-5729/5/4/100>



## Indice d'humidité (NDWI)...

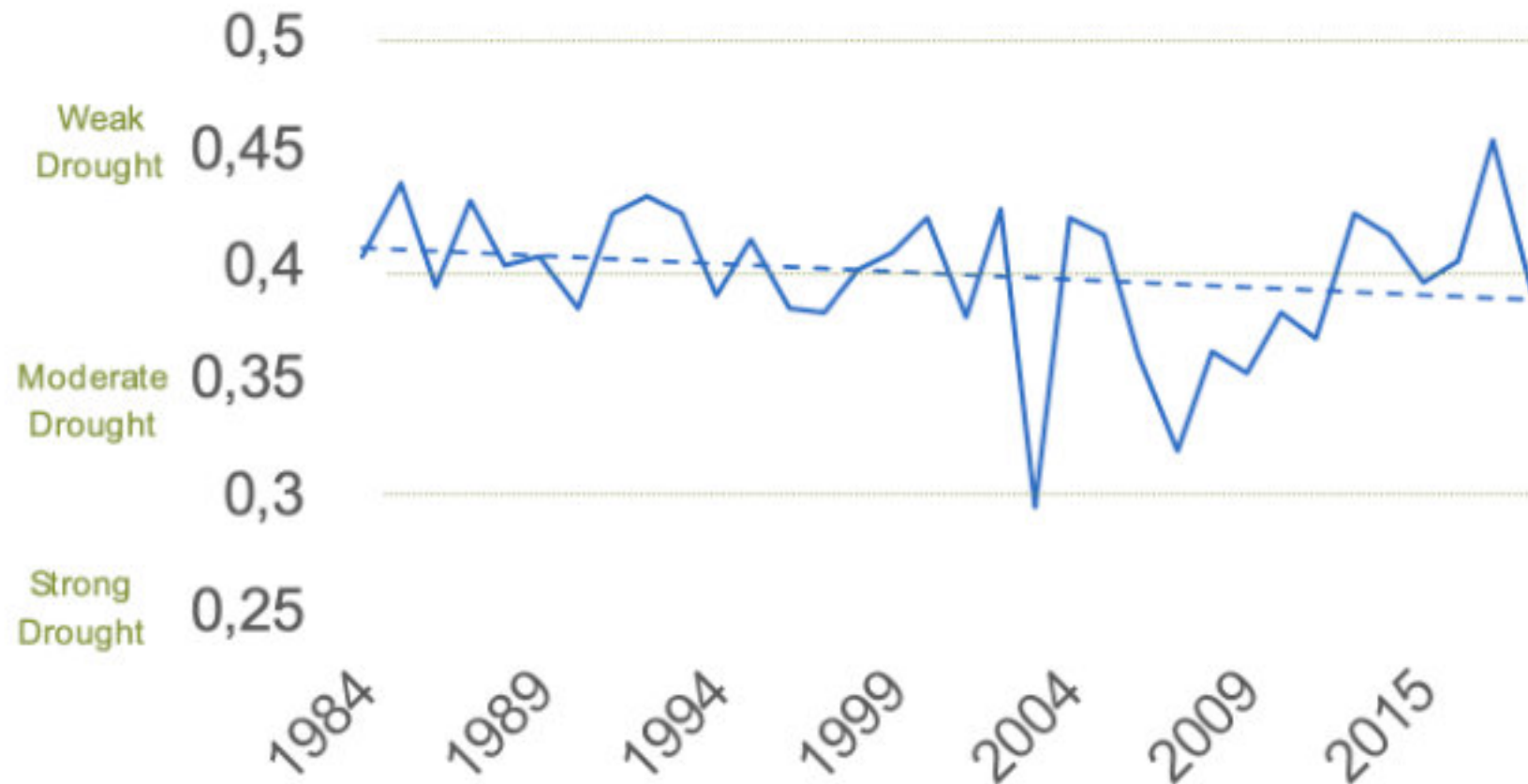
Contenu en eau de la végétation (2014 vs. 2003)





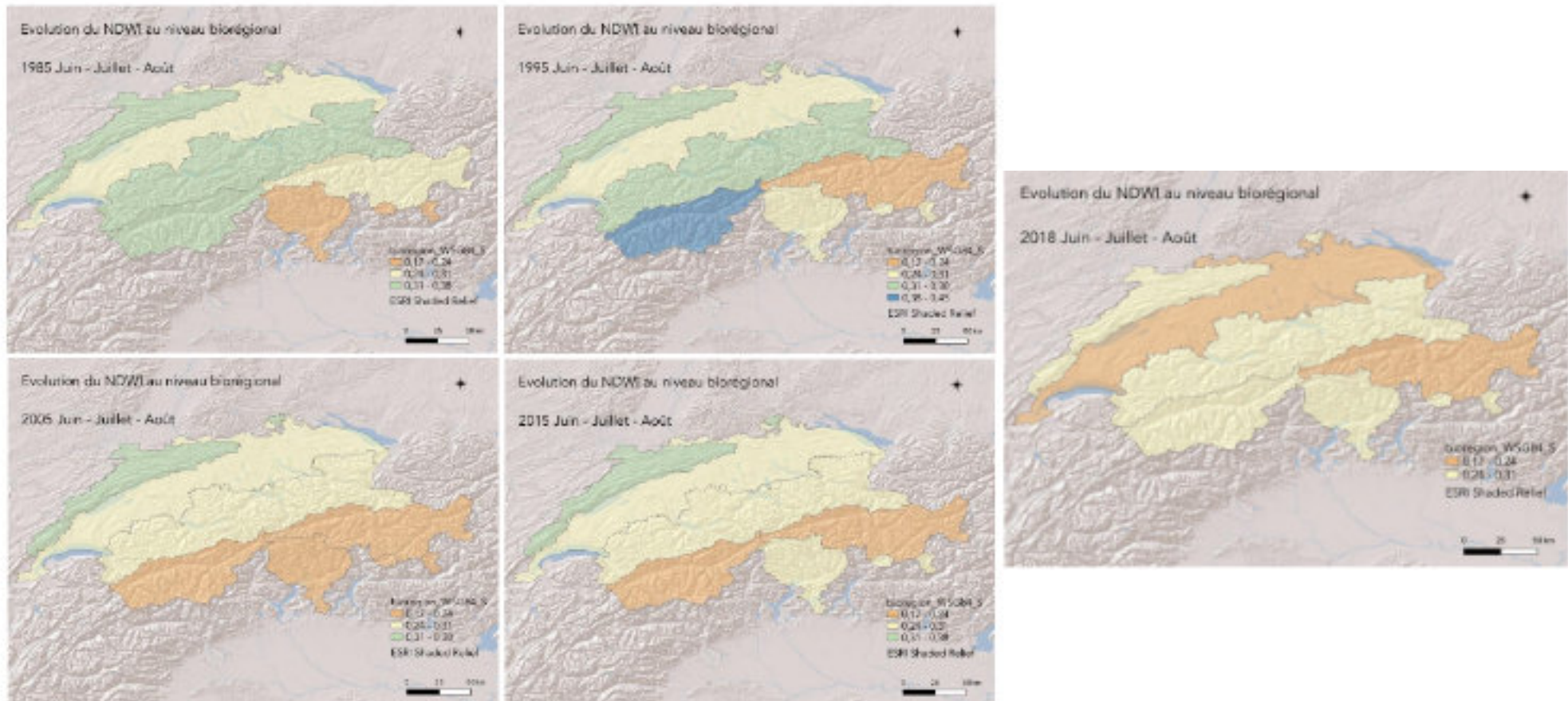
# Tendance d'humidité de la végétation

Série temporelle NDWI de 34 ans d'observations Landsat – moyenne annuelle



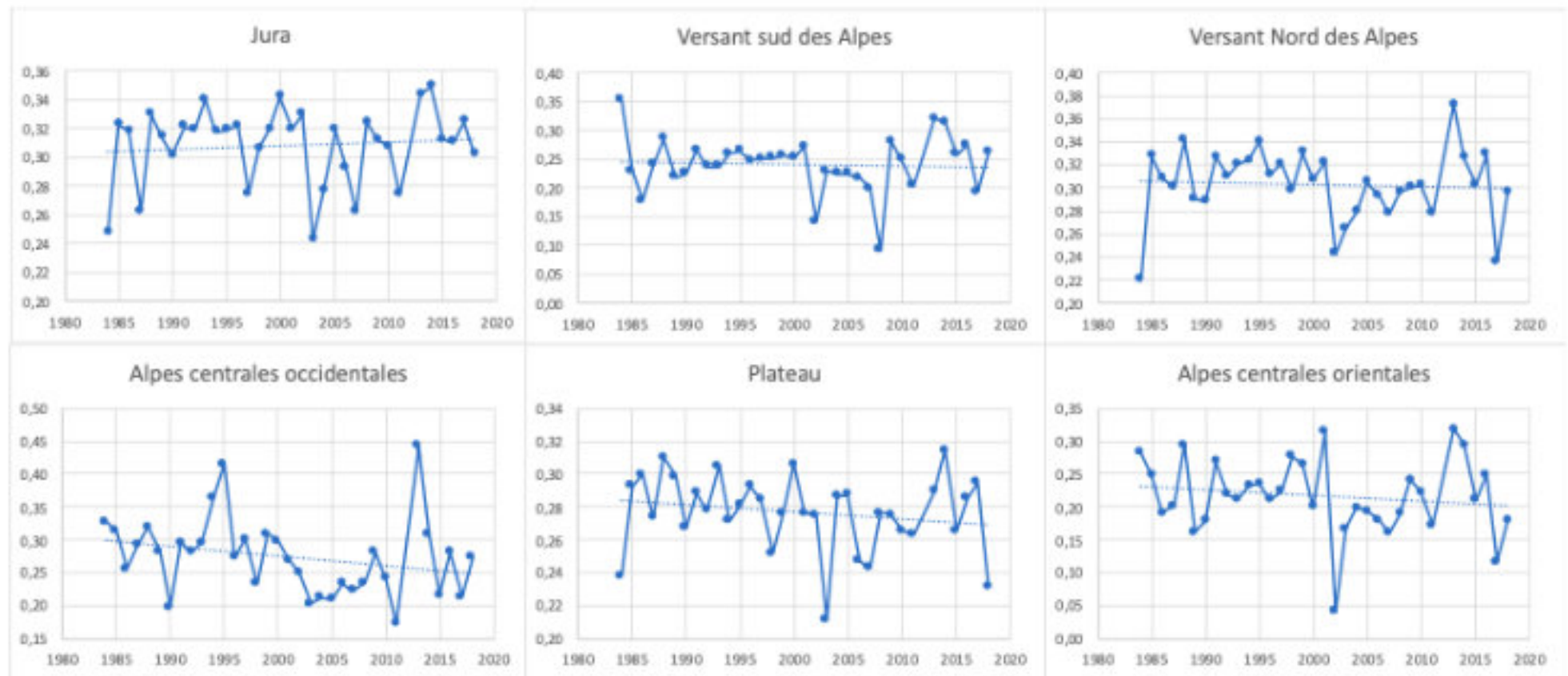
# Tendance d'humidité de la végétation

Statistiques par zones biogéographiques – moyenne été par décennies



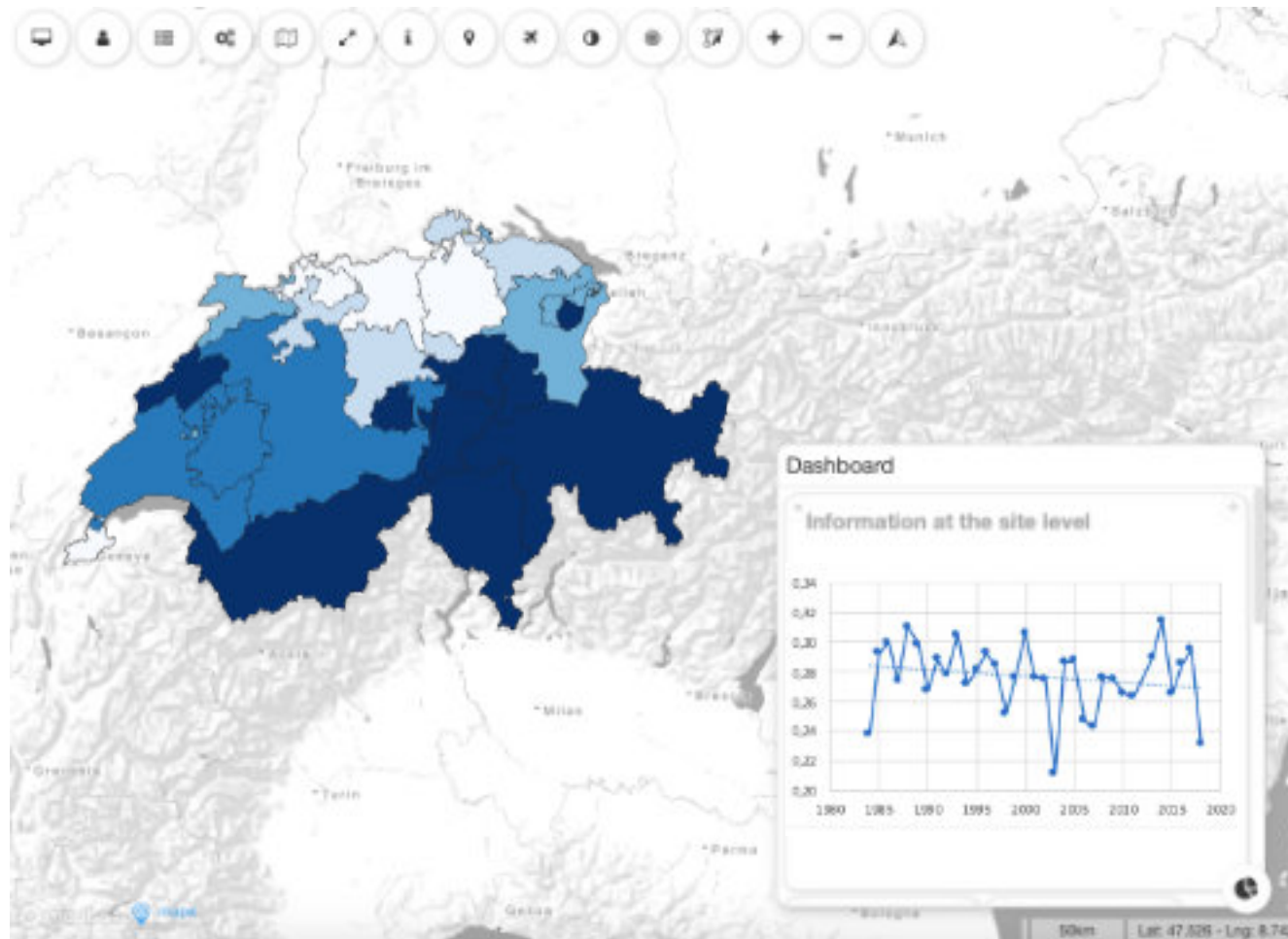
# Tendance d'humidité de la végétation

Statistiques par zones biogéographiques – moyenne d'été par décennies



# Prochainement...

Un service de suivi de la sécheresse par canton





# Feu de forêt, Loèche – 13 août 2003

## Huge fire rages near alpine resort

AUG. 14, 2003 - 14:02

The biggest single forest fire in Switzerland for three decades has forced emergency services to draft in the Swiss army to help battle the flames.

Dry conditions and winds of around 45km/h fuelled the blaze near the spa resort of Leukerbad.

Some 125 soldiers were mobilised to help firefighters tackle the blaze which ravaged 450 hectares of forest in canton Valais.

Seven helicopters – including two army Superpumas – and more than 300 firefighters were drafted in to contain the fire, which cantonal police believe could have been ignited by a cigarette. One worker was admitted to hospital with slight injuries.

The blaze began on Wednesday evening and rapidly spread to an altitude of 2,000 metres. Shortly before midnight, hundreds of people living in the nearby towns of Leuk, Wylor and Albinen had to be evacuated.

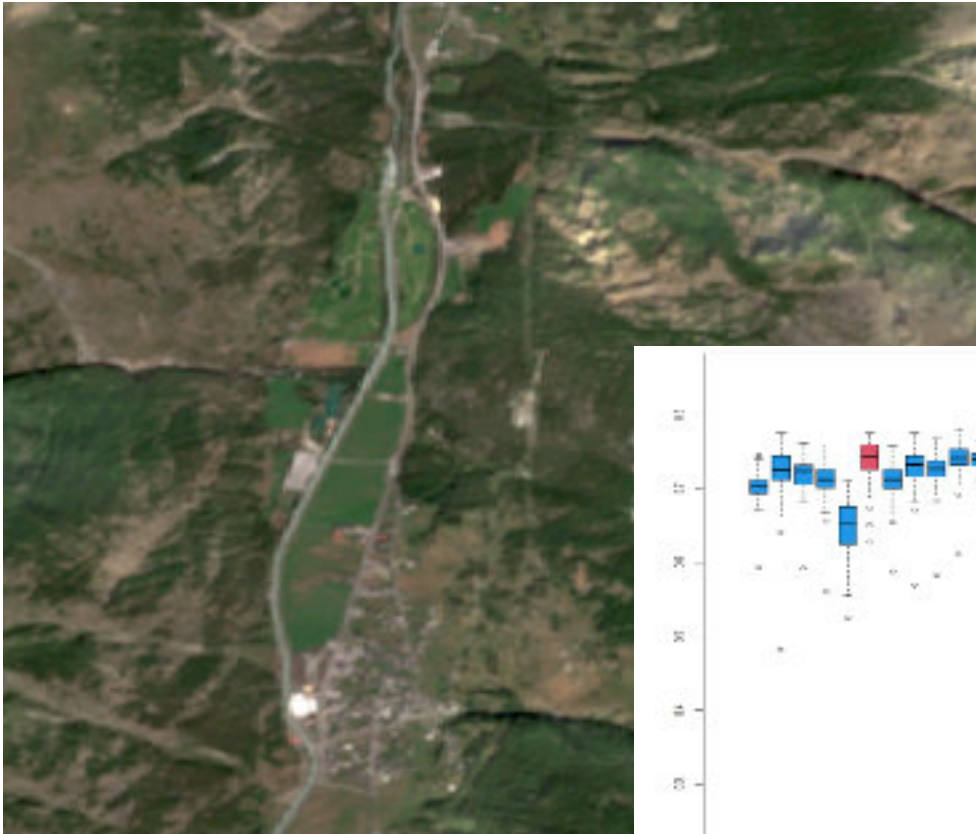
They were able to return home late on Thursday even though the fire continued to burn in patches.



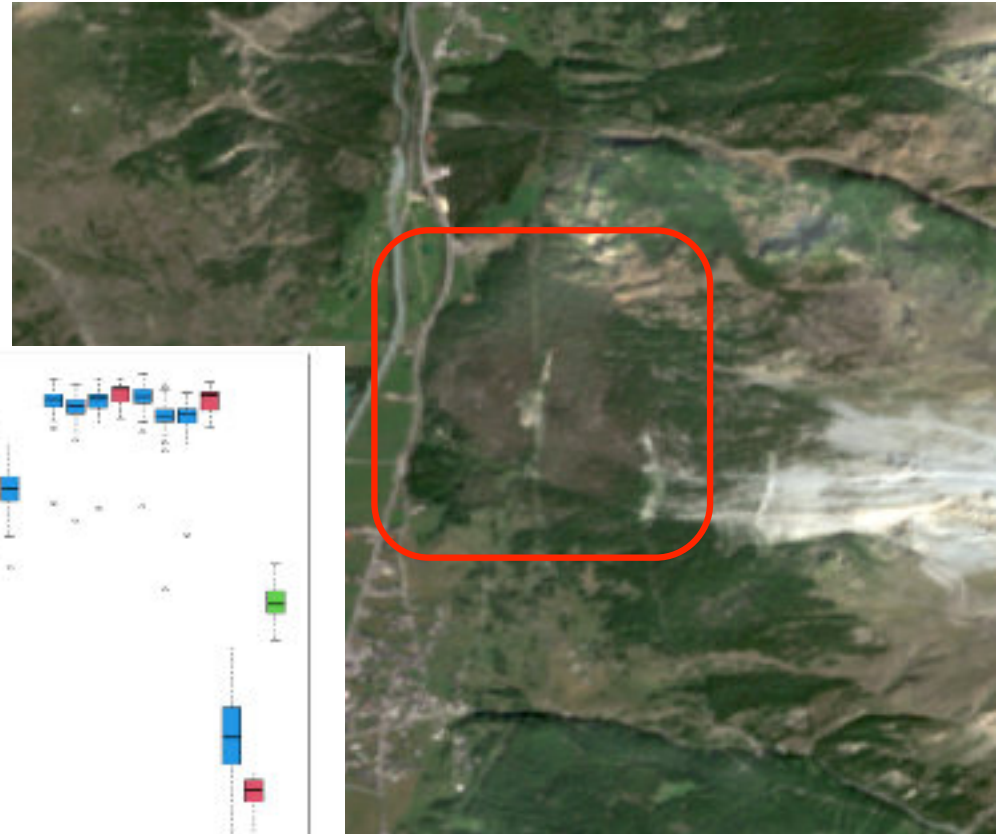
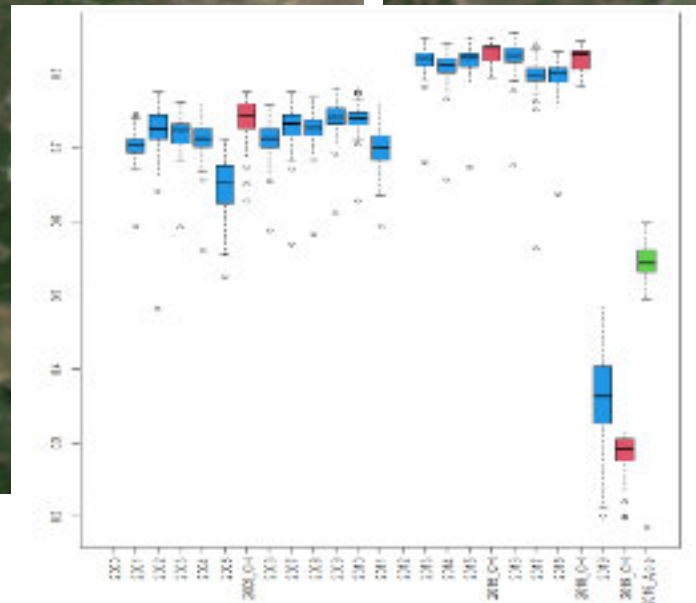
Around 450 hectares of forest went up in smoke around Leuk.  
(KeyStone)



## Mortalité des arbres (Täsch – composite vraies couleurs, été)



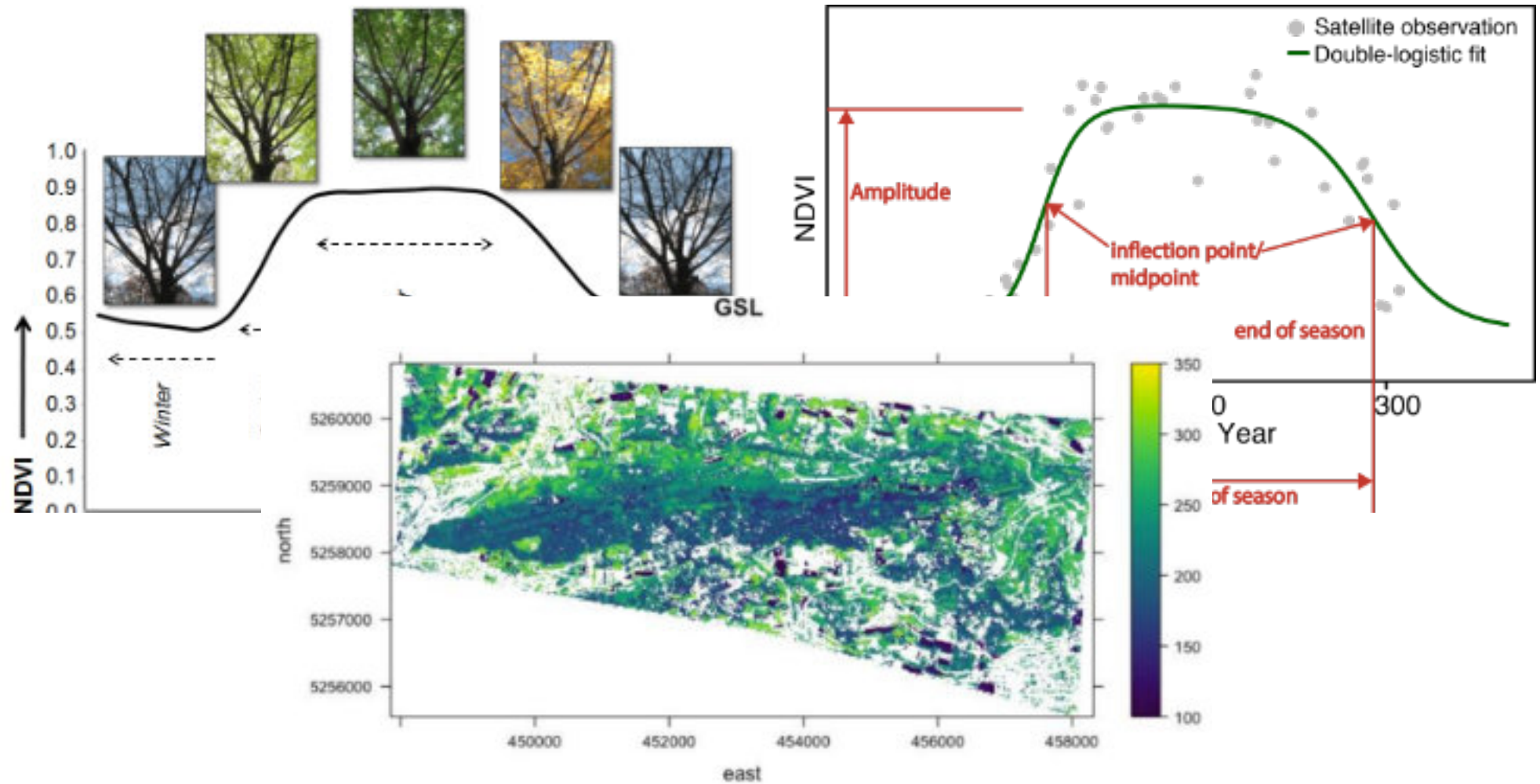
2018



2019



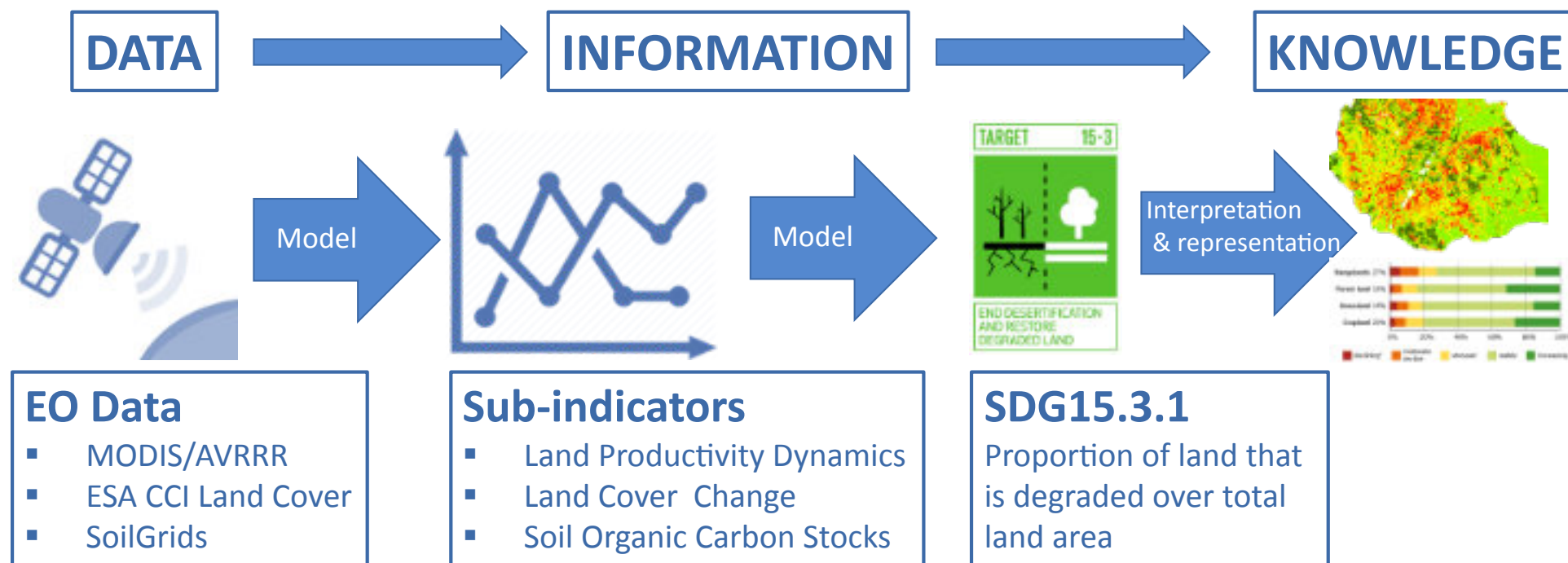
# PhenoSwiss – Projet UNIGE/UZH project sur la phénologie





# SDG 15.3.1 – Dégradation des terres...

porte atteinte au bien-être de 3,2 milliards de personnes (IPEBS)

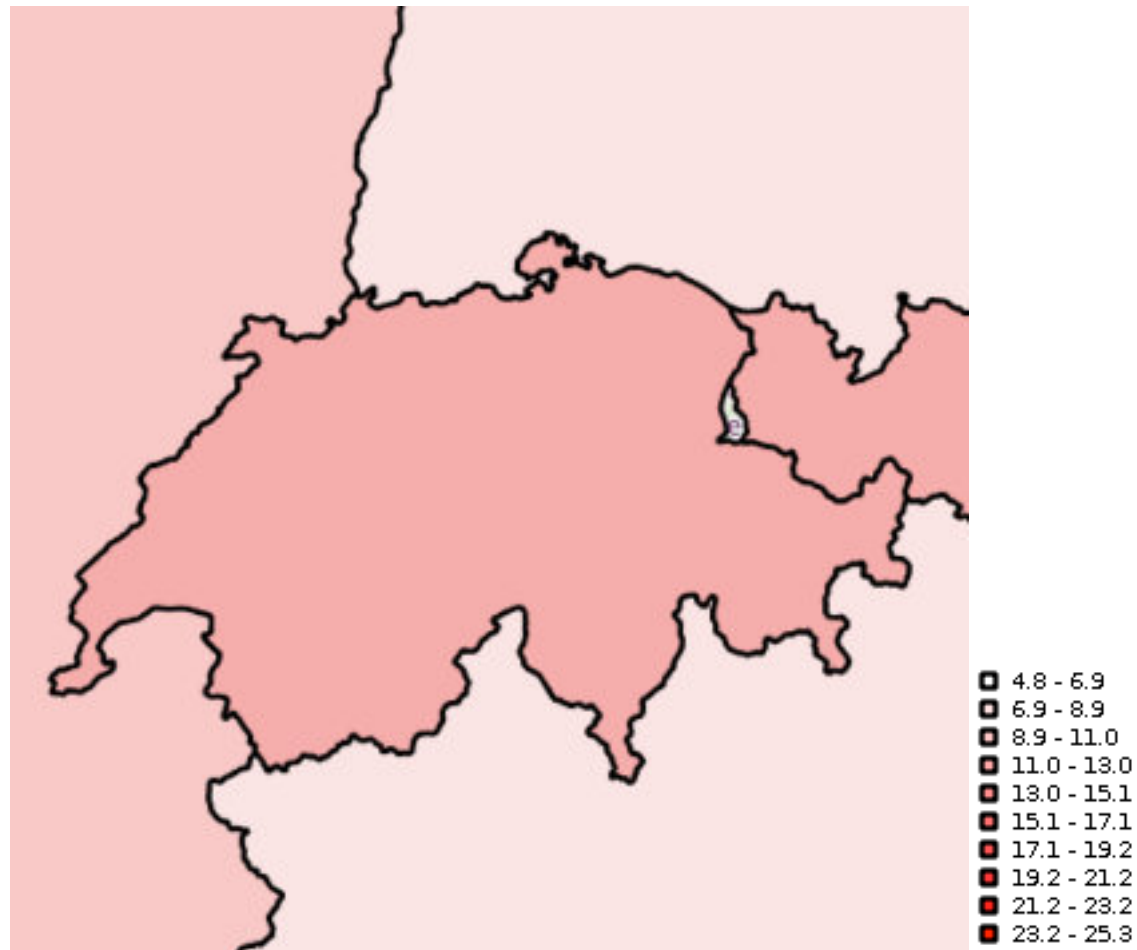


Collaboration: UNIGE, GEO, ESA, CNR, JRC, UNEP

Giuliani G., Mazzetti P., Santoro M., Nativi S., Van Bemmelen J., Colangeli G., Lehmann A. (2020) Knowledge generation using satellite Earth Observations to support Sustainable Development Goals (SDG): a use case on Land Degradation, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 88:102068 <https://doi.org/10.1016/j.iag.2020.102068>

# L'agrégation d'indicateurs...

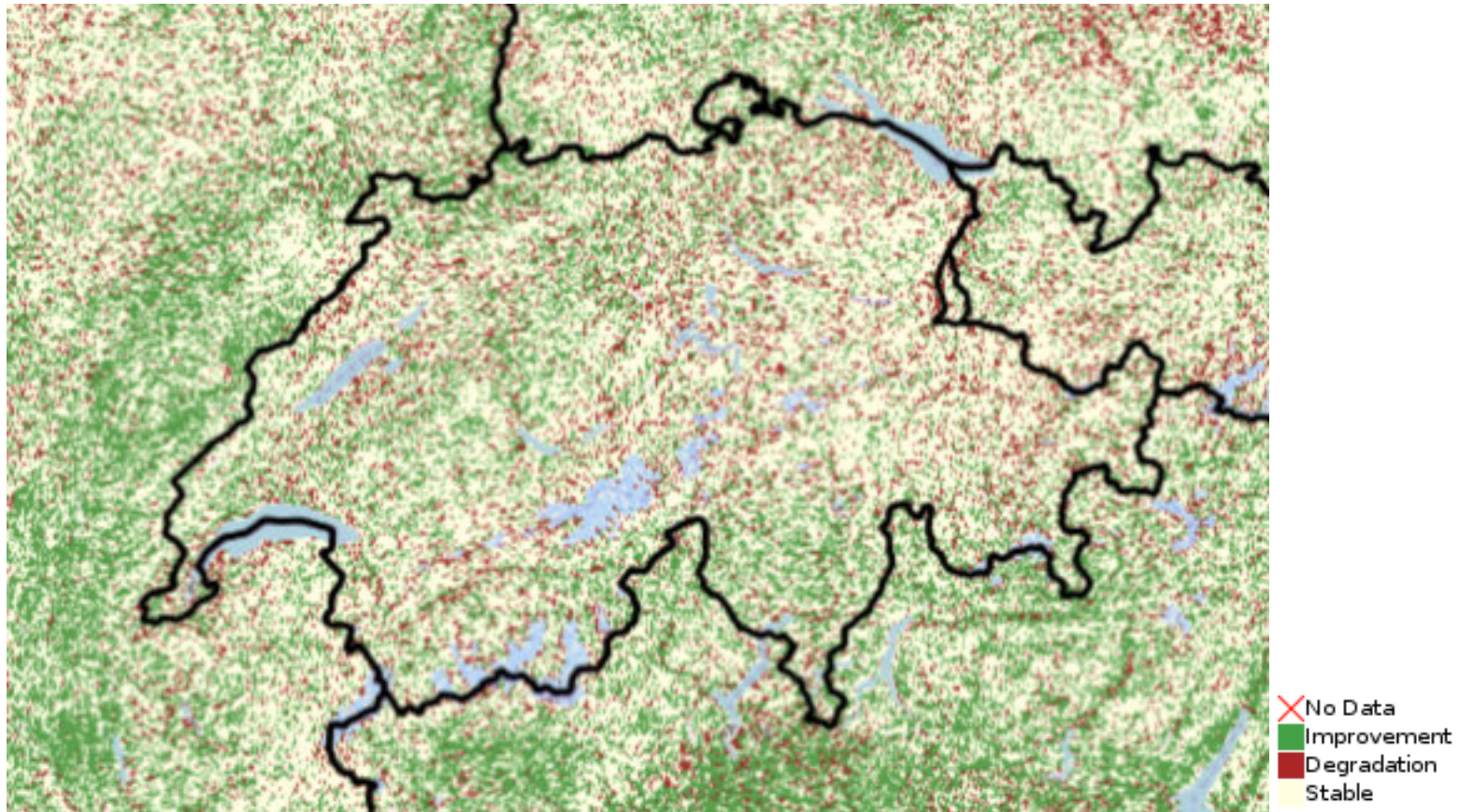
... n'est pas suffisante pour les politiques publiques!



# Désaggrégation d'indicateurs...

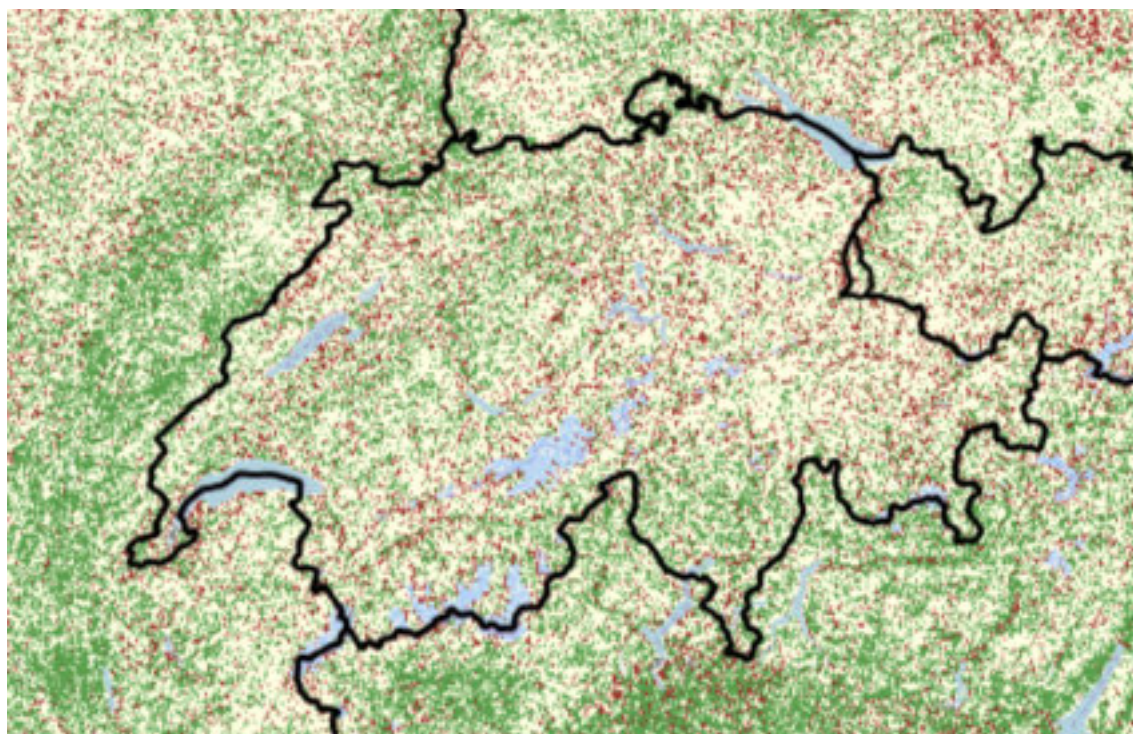
... pour capturer la dynamique spatiale (cartes) et temporelle (graphs)

How much? Where? When? Who?





## SDG 15.3.1 – Résultats pour la Suisse



**Valeur Officielle: 4.7%**

**Valeur SDC: 9.7%**

La définition officielle n'est basée que sur l'imperméabilisation des sols et ne considère pas la productivité!

**Ne se conforme pas à la définition officielle de l'ONU!**

*Giuliani G., Chatenoux B., Benvenuti A., Lacroix P., Santoro M., Mazzetti P., Monitoring Land Degradation at national level using satellite EO time-series data to support SDG15 – Exploring the potentiation of Data Cube, Big Earth Data, <https://doi.org/10.1080/20964471.2020.1711633>*

# Applications potentielles

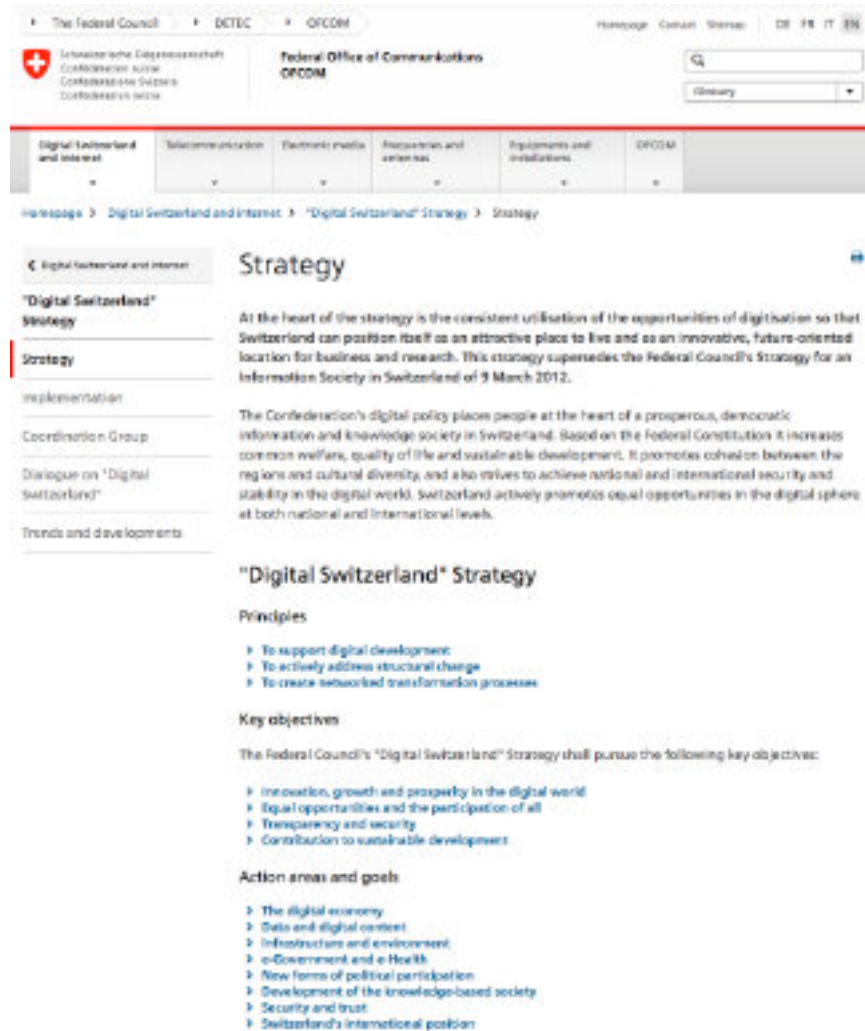


- Suivi des changements de couverture et utilisation du sol
- Suivi des glaciers et la neige
- Agriculture: surveillance des cultures, sécurité alimentaire
- Surveillance de la végétation et des forêts, génération de paramètres (concentration de chlorophylle, estimation de la masse de carbone)
- Suivi de la qualité de l'eau
- Gestion et cartographie des inondations
- Suivi et cartographie urbaine





# Le SDC supporte la stratégie « Digital Switzerland »



- Support innovation and growth in the digital economy
- Improve efficiency and effectiveness of government investments
- Improve management of natural resources
- Stimulate research
- Effective monitoring mechanism
- Generate information products
- Improve data access and use & enable new products/services that can transform everyday life

# La Vision...

## ... devenir une infrastructure nationale dans d'ici 3 à 5 ans

- Le Swiss Data Cube (SDC) offre une capacité unique **pour suivre les changements** environnementaux en de traitement, d'interrogation et de présentation des données de satellites d'observation de la Terre en réponse aux problèmes environnementaux de la Suisse.
- Cette information en temps quasi réel peut **facilement être utilisée** comme base de preuves pour la conception, la mise en œuvre et l'évaluation de politiques, de programmes et de réglementations, et pour l'élaboration de conseils stratégiques.

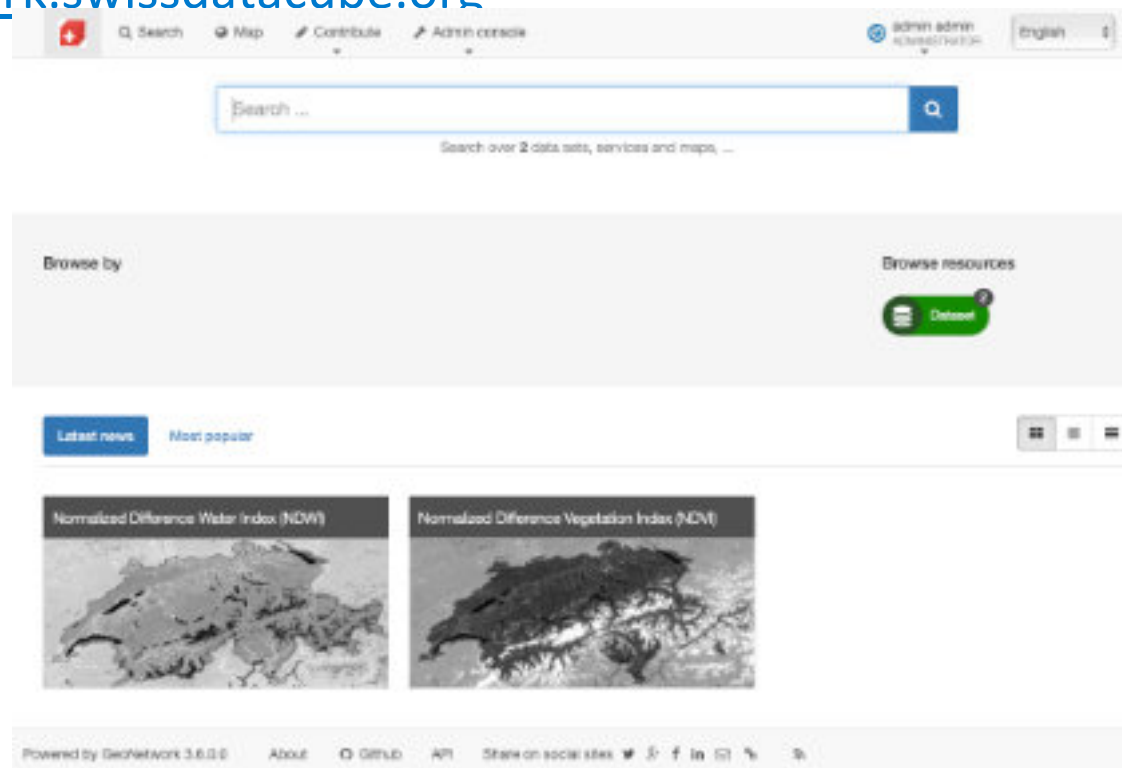




# SwissEnvEO: une base de données satellitaire nationale

Premiers produits disponibles d'ici la fin de l'année: NDVI, NDWI, Fractional cover, ...

<http://geonetwork.swissdatacube.org>

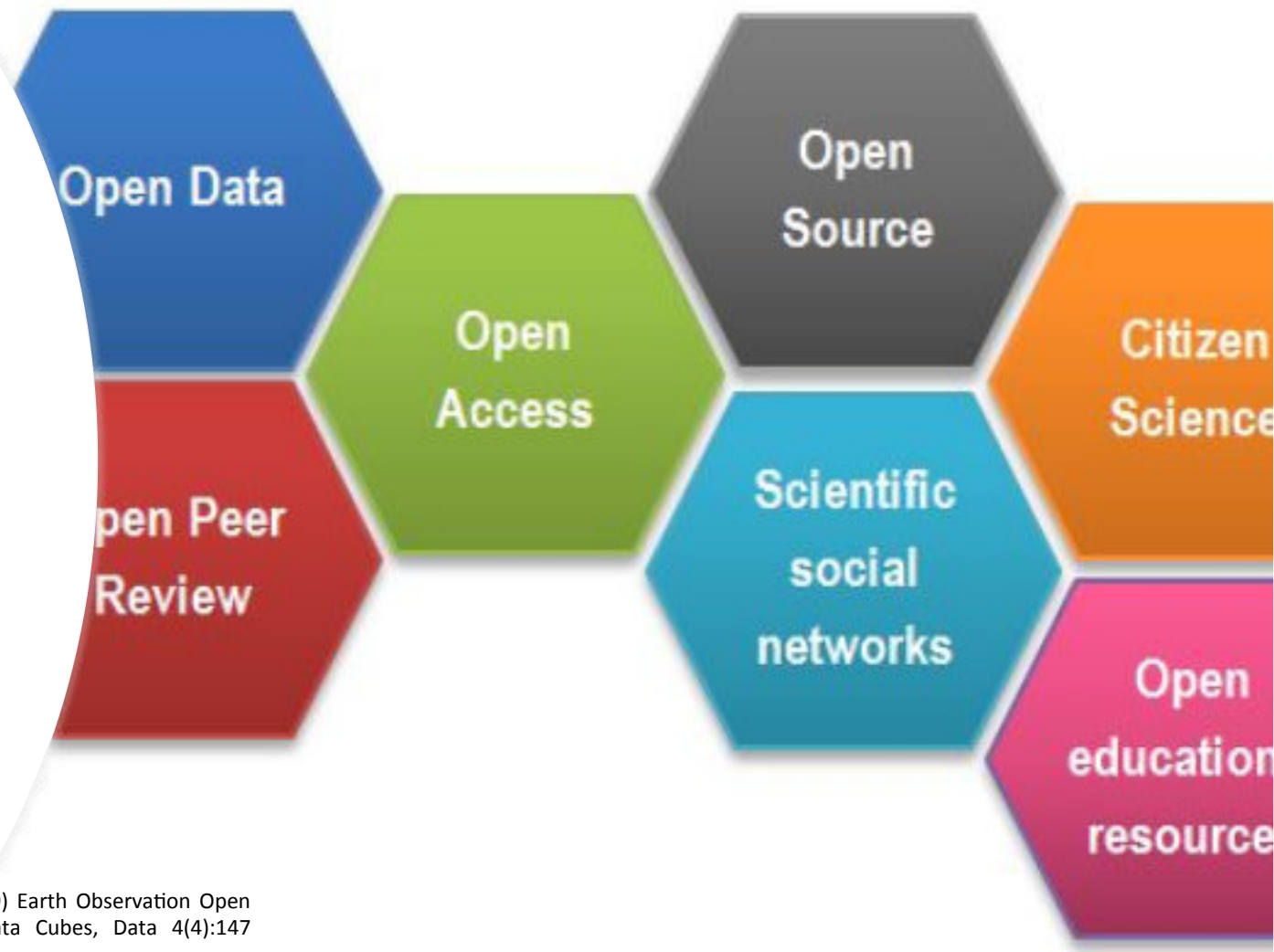


*Giuliani et al., in prep*

## SDC Open & Reproducible EO Science

- **Open Data:** Landsat 5,7, 8 ARD; Sentinel 1-2 ARD + All scientific/ decision-ready products are freely, openly available & FAIR compliant
- **Open Notebooks:** All algorithms are documented and openly available
- **Open Access:** All publications
- **Open Source:** All applications
- **Open Educational Resources:** Bringing ODC into practice

Giuliani G., Camara G., Killough B., Minchin S. (2019) Earth Observation Open Science: Enhancing reproducible science using Data Cubes, Data 4(4):147  
<https://www.mdpi.com/2306-5729/4/4/147>



**EO Data Cubes offrent le potentiel...**

**... d'améliorer la responsabilité et la crédibilité scientifiques**

Sans confiance et savoir partagés:

- Faire de la science peut être difficile,
- Prendre des bonnes décisions peut être problématique,
- Et envisager un développement durable peut être compliqué!

## Amazon deforestation: Brazil's Bolsonaro dismisses data as 'lies'

© 20 July 2019

f     Share



Amazon has suffered losses at an accelerated rate since Mr Bolsonaro took office

Bolsonaro has accused his own country's national  
at the scale of deforestation in the Amazon.

Brazil's reputation abroad by publishing data  
on there.



# Follow us

<http://www.swissdatacube.ch>

The screenshot displays the Swiss Data Cube (SDC) website. At the top, a navigation bar includes links for ABOUT, NEWS, PRODUCTS, TEAM, PUBLICATIONS, CONTACT, and HELP. Below this, the 'Latest News' section for the year 2018 is featured. The news items include:

- Drought impact on Lac des Brenets** (October 23, 2018): A text-based article with a small image showing a lake and surrounding landscape.
- Scientific collaboration with WSL & UZH** (October 17, 2018): A text-based article with a small image showing a group of people in a meeting.
- ADC4SD: Supporting Armenia in Building the Armenian Data Cube** (September 28, 2018): A text-based article with a small image showing a map of Armenia.
- Special Issue on "Earth Observation Data Cubes" – Call for Papers** (September 24, 2018): A text-based article with a small image showing a computer screen displaying data.
- Swiss Geoscience Meeting 2018 at Bern, Switzerland**: A text-based article with a small image showing a map of Switzerland.

Each news item includes a brief description and a 'More...' link. On the right side, there is a 'Tweets' section showing a tweet from @SwissDataCube about the drought impact on Lac des Brenets.



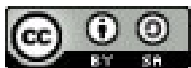
@SwissDataCube



GRIDgva/SwissDataCube



gregory.giuliani@unepgrid.ch



gregory.giuliani@unige.ch  
gregory.giuliani@unepgrid.ch  
<http://www.unige.ch/envirospace/people/giuliani/>