

Faire évoluer des algorithmes de recherche scientifique vers des opérations :

l'exemple d'un service automatisé de cartographie des inondations utilisant les données d'Observation de la Terre

Patrick Matgen



LUXEMBOURG
INSTITUTE
OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY





Remote sensing & natural resources modelling



Notre mission:

mener des recherches dans le domaine de la télédétection et de la modélisation des ressources naturelles qui génèrent un impact sociétal et économique dans des domaines stratégiques d'intérêt national

Nos objectifs:

1. Atteindre l'excellence scientifique d'une grande visibilité internationale dans des domaines sélectionnés
2. Développer et mettre sur le marché des atouts technologiques
3. Développer des services opérationnels basés sur la science avec et pour les utilisateurs actifs dans les secteurs publics clés

Nos domaines de recherche:





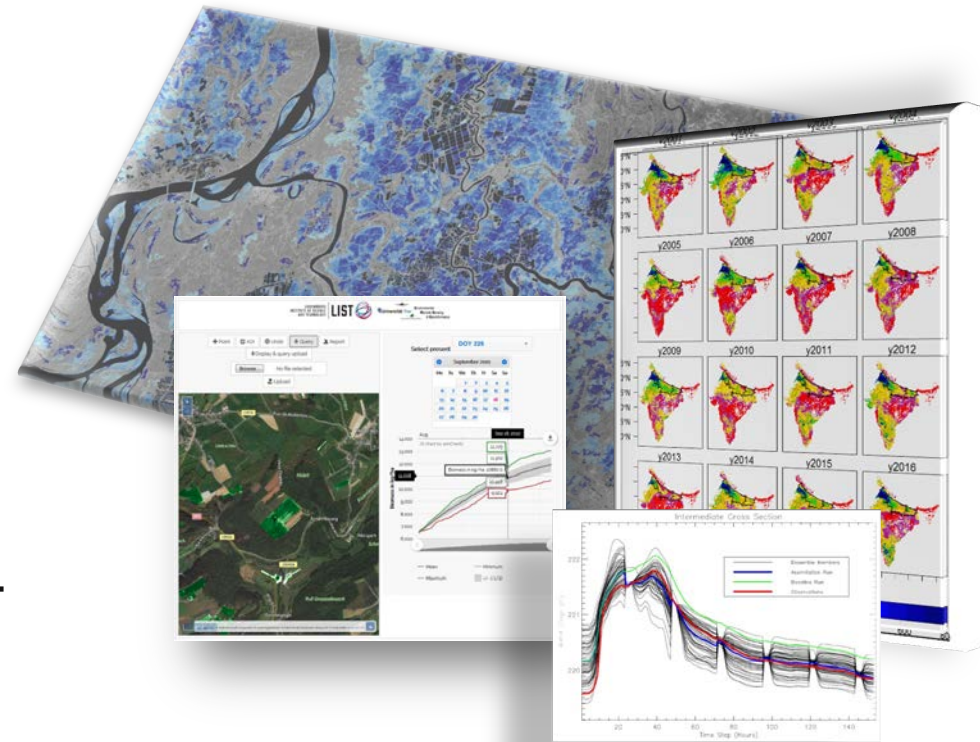
Remote sensing & natural resources modelling

- **Nos atouts technologiques:**

Algorithmes pour extraire des variables environnementales clés à partir de données de télédétection multi-sources :

- Taux d'évaporation et de transpiration
- Chlorophylle de la canopée
- Teneur en azote
- **Étendue de l'inondation**
- Risque d'inondation
- Empreinte urbaine
- Navires
- Littoral
- Indices de sévérité des maladies des plantes
- Rendement des cultures

Filtres pour assimiler les données d'OT dans des modèles de prévision



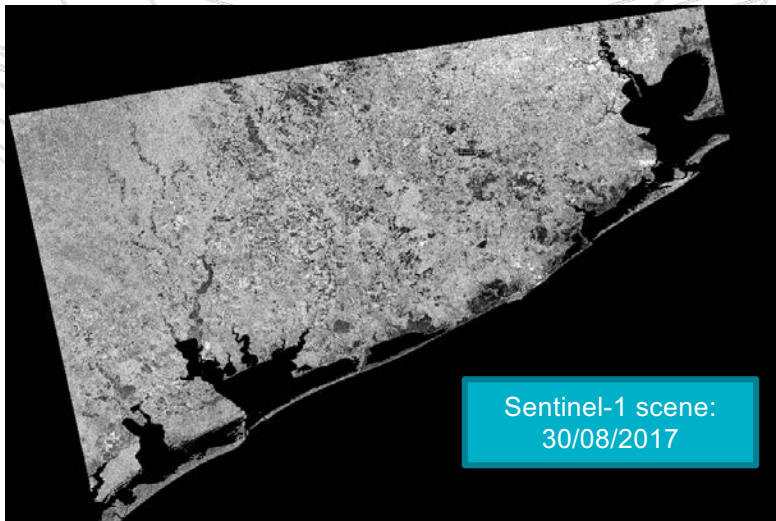


Cartographie automatique des inondations dans le monde entier

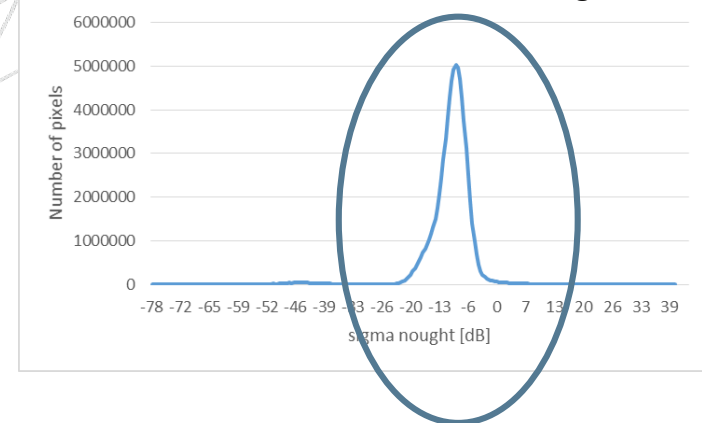
- divers satellites radar
- déploiement de services en temps quasi réel
- Traitement efficace de données à haute résolution à grande échelle
- aucune connaissance technique requise pour exécuter l'algorithme

LE PROBLÈME

- Algorithmes basés sur la paramétrisation de deux fonctions de distribution pour classer les pixels en 2 classes d'intérêt : « inondé » et « pas inondé » (et/ou « changement » et « pas de changement »)
- Les zones inondées ne représentent qu'une petite fraction d'une scène radar entière : d'où la difficulté à paramétrer une les fonctions de distribution associées aux valeurs de rétrodiffusion des deux classes

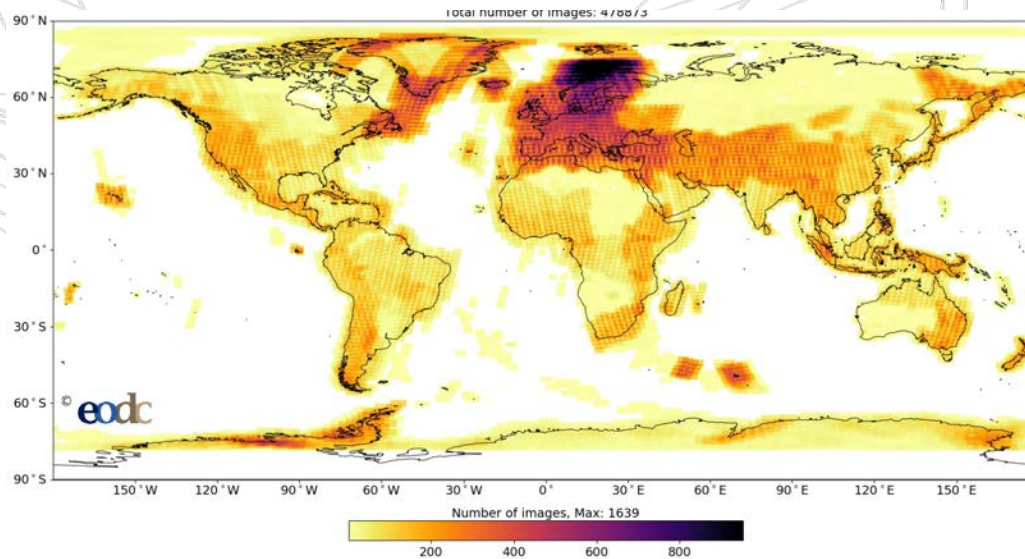


Les classes
inondé/pas inondé
sont indissociables à
partir de
l'histogramme!



LE PROBLÈME

- Sentinel-1 offre une couverture systématique
- Sentinel-1 A/B fournit des observations radar tous les 2 à 4 jours à une résolution spatiale de 5 m x 20 m
- Les données sur les inondations doivent être rapidement transmises aux intervenants d'urgence
- Besoin d'accéder, de traiter et de distribuer efficacement de grands volumes de données



**2.5 PB de
données /
année!**

LES DÉFIS

LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



Défi #1:

L'algorithme de traitement d'imagerie doit être efficace et robuste et atteindre des précisions de classification élevées dans des paysages divers et dans différentes conditions d'acquisition

Défi #2:

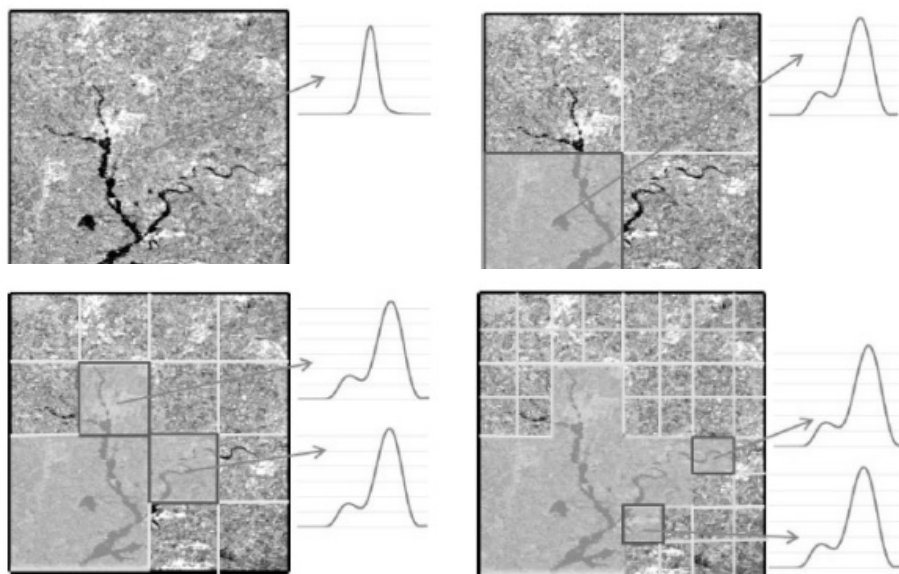
Accès rapide à l'imagerie et aux ressources de calcul à haute performance pour répondre aux besoins des intervenants d'urgence et du secteur du financement des risques de catastrophe.

LA SOLUTION

LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



HASARD est basé sur une technologie brevetée (brevet déposé numéro EP3274917) permettant d'identifier tous les types de changements se produisant sur les surfaces terrestres entre deux acquisitions de données radar. L'algorithme utilise un fractionnement d'image hiérarchique et une modélisation statistique innovante pour délimiter les zones de changement (en particulier les zones d'inondation)



HASARD

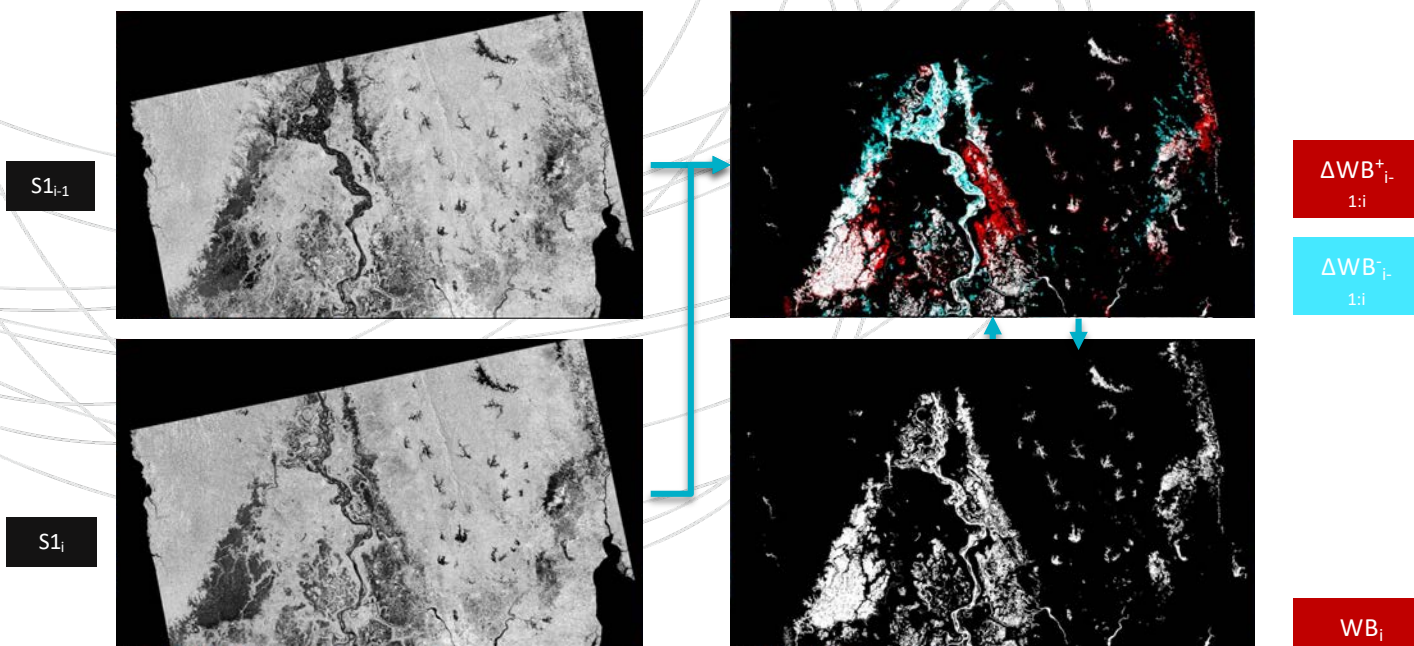
LA SOLUTION

LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



HASARD

permet une production entièrement automatisée de cartes d'étendue des inondations



LA SOLUTION

LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



HASARD

ON



The screenshot displays the WASDI web application interface for Myanmar. The top navigation bar includes 'Home', 'Plan', 'Search', and 'Edit'. Below the navigation bar, there are tabs for 'Workflow', 'Import', 'WASDI Apps', 'Processor', 'Optical', 'Radar', and 'Share'. The main content area is divided into three panels:

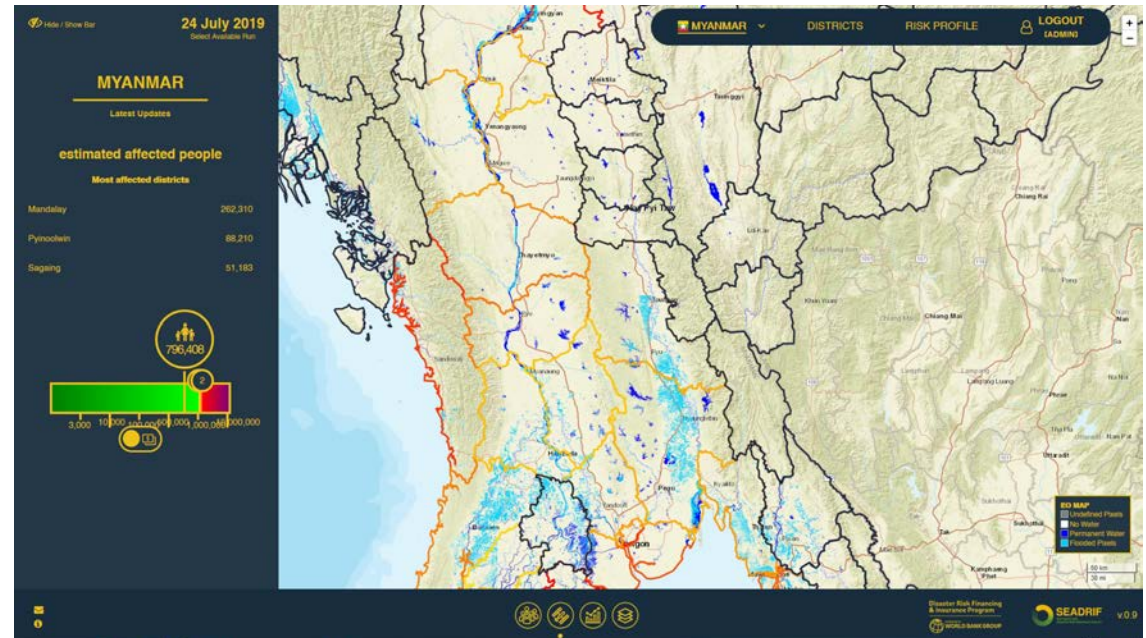
- Products Panel (Left):** A list of data products with a tree view. The selected product is 'band_1' under the 'Bands' category. Other products include 'MY_106_2019-07-18_13_4_flood.tif', 'MY_106_2019-07-18_5_5_flood.tif', 'MY_106_2019-07-18_6_4_flood.tif', 'MY_106_2019-07-18_7_5_flood.tif', 'MY_106_2019-07-18_6_5_flood.tif', 'MY_106_2019-07-18_10_5_flood.tif', 'MY_106_2019-07-18_10_4_flood.tif', 'MY_2019-07-18_flood', 'Metadata', and 'Bands'.
- Navigation Panel (Bottom Left):** A smaller map view showing a red rectangular selection area over a portion of the main map.
- Main Map Panel (Right):** A large map of Myanmar with several blue rectangular overlays indicating flood hazard areas. The map includes labels for various cities and regions, such as Kathmandu, Guwahati, and Taunggyi. The bottom status bar shows coordinates '20.48647 85.48279' and a scale of '200 km'.

At the bottom of the interface, there are status indicators for 'Waiting' and 'Running'.

PROTOTYPAGE

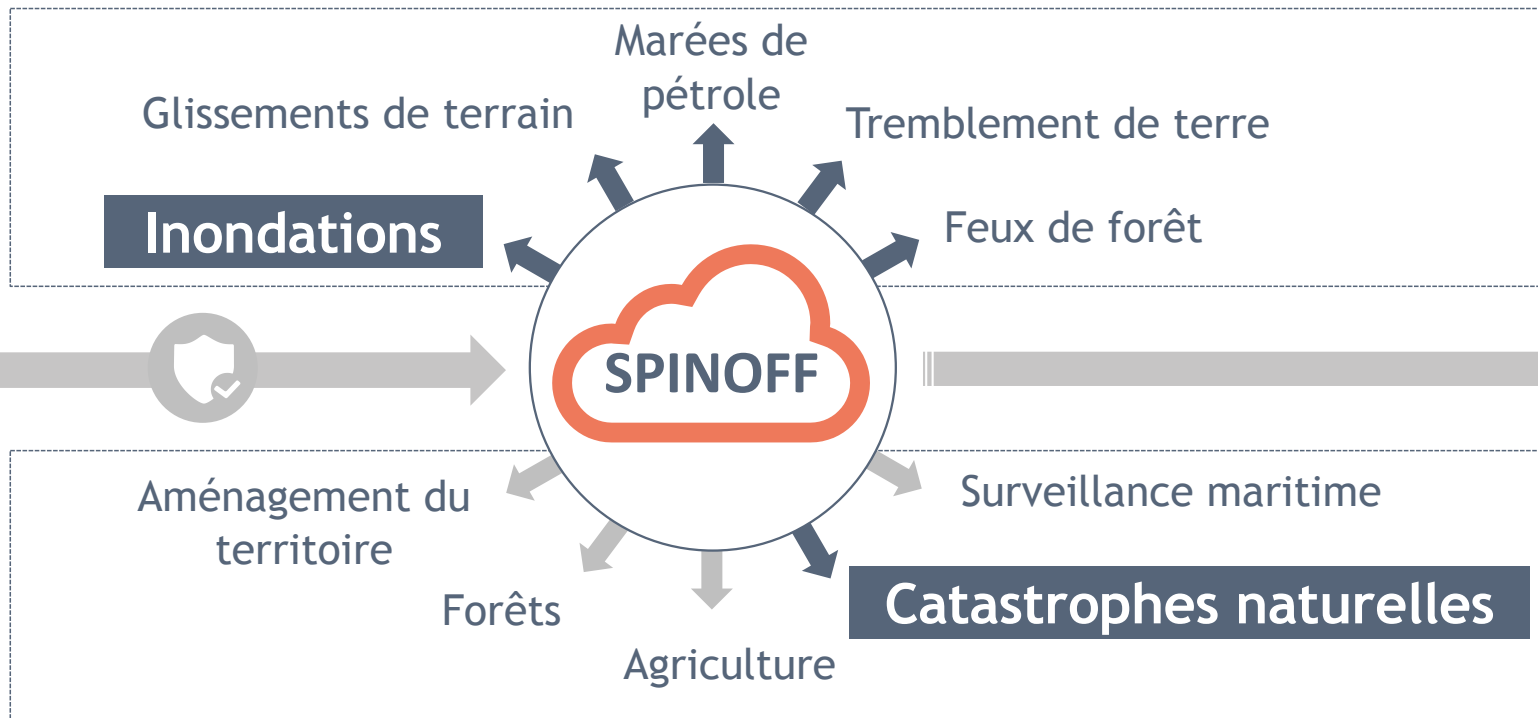
Développement de l'assurance paramétrique en Asie du Sud-Est

- La Banque mondiale a mandaté LIST et Fadeout à développer un prototype facilitant la mise en place d'une assurance paramétrique contre les inondations au LAOS, au CAMBODGE et au MYANMAR
- Le service développé est basé à la fois sur la modélisation et l'observation de la Terre et fonctionne automatiquement
- La société SEADRIF veut utiliser le service WASDI HASARD pour générer quotidiennement des cartes d'inondation



- Premier exemple d'un système de cartographie d'inondations entièrement automatisé
- Besoin d'offrir un service opérationnel!

Applications



Développeurs
d'applications
spatiales



Clients

Secteurs

COPERNICUS EMERGENCY MANAGEMENT SYSTEM

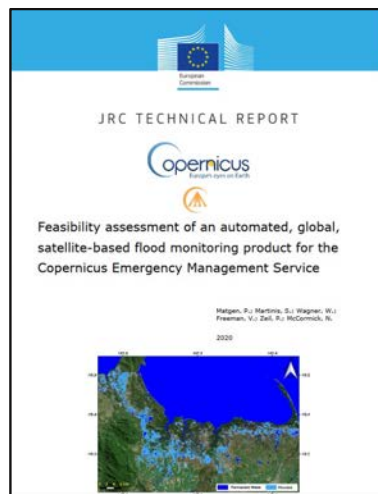
Limitations du CEMS (2020):



- Pas de surveillance automatique et continue
- Nécessite l'activation d'un utilisateur autorisé
- Les demandes d'activation arrivent souvent en retard
- Impossible de cartographier toutes les inondations (ressources limitées)



© Copernicus EMS



Besoins des utilisateurs:

Rapidité : meilleure planification de la réponse

Surveillance continue : adapter les mesures en fonction de l'évolution de la crue

Haute résolution : doit être adéquate pour l'évaluation d'impact

Données historiques : amélioration de la planification de la prévention

Accès : aussi diversifié que possible pour tenir compte de tous les besoins des utilisateurs

SERVICE OPÉRATIONNEL

LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



← → ↻ https://dev.globalfloods.eu/glofas-forecasting/ ☆

INITIAL CONDITIONS METEOROLOGICAL HYDROLOGICAL FLOOD RISK EVALUATION STATIC MONITORING EXTERNAL WMS

HOME MAP BACKGROUNDS ABOUT GLOFAS FLOOD MONITORING SEARCH

LAYERS GFM Layers Date 2022-09-03 Observed Flood Extent Layer Date 2022-09-03

2022-09-03 13:28:20Z
2022-09-03 13:28:25Z
2022-09-03 13:28:00Z
2022-09-03 13:27:30Z

Pakistan - Almost 1,000 Dead, 33 Million Affected in Worst Floods in a Decade

27 AUGUST 2022 BY RICHARD DANES FOR NEWS

share tweet save in share

The catastrophic flooding continues to cause widespread destruction in Pakistan, where 33 million people have now been affected, according to the government. The situation is likely to worsen over the coming days, and warnings have been issued for rising levels of the Indus and Kabul rivers.

floodlist.com

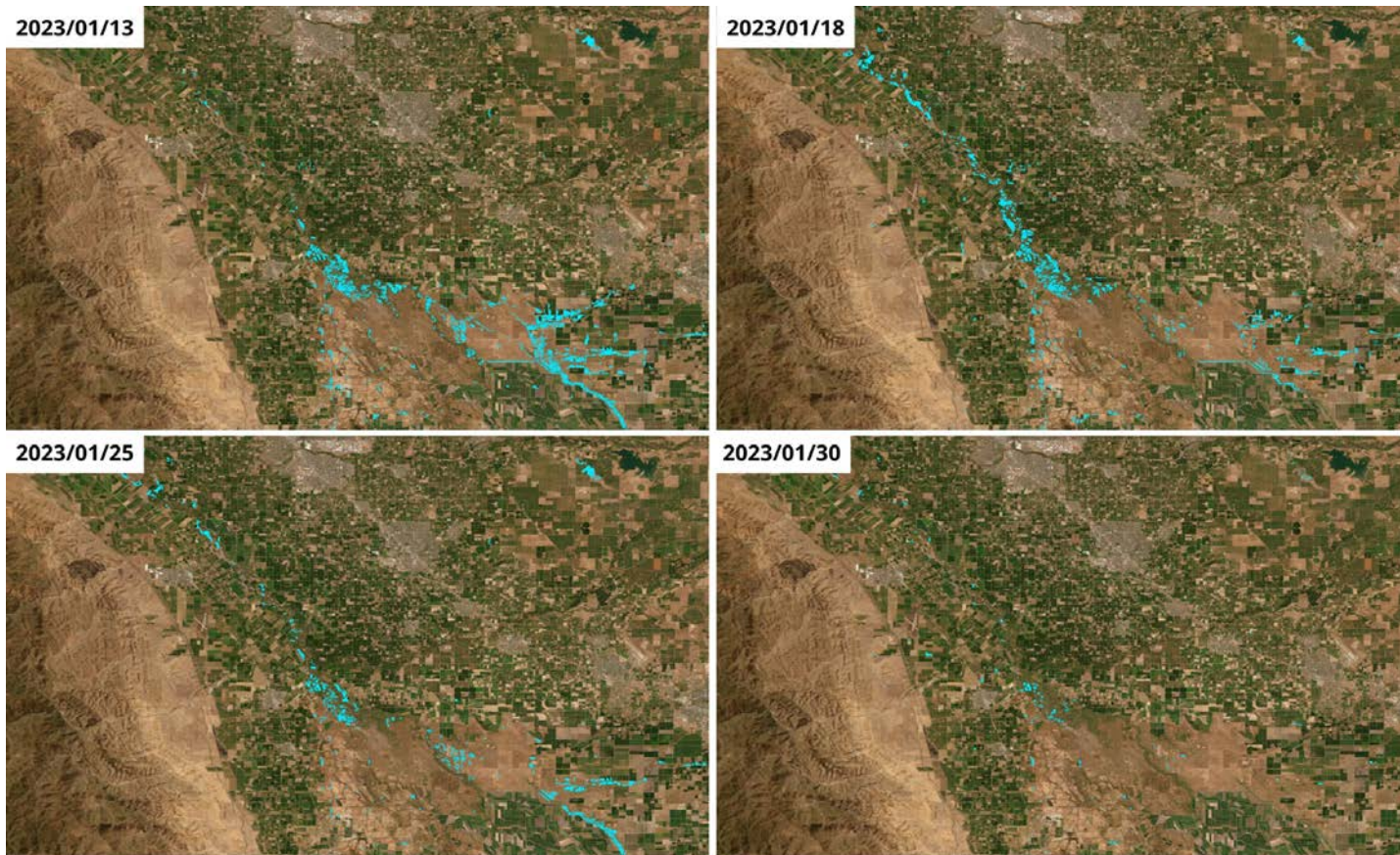
Disclaimer

https://dev.globalfloods.eu/glofas-forecasting/#close

eodc
GeoVille
TU WIEN TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN Vienna | Austria
Joint Research Centre JRC
RESEARCH FOUNDATION cimox OBSERVE TO PREDICT, PREDICT TO PREVENT
DLR

SERVICE OPÉRATIONNEL

LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



GFM ensemble result
flood extent


Background: ESRI Satellite
Data available: globalfloods.eu



0 7,5 15 km



CONSTRUCTION D'UNE ARCHIVE MONDIALE

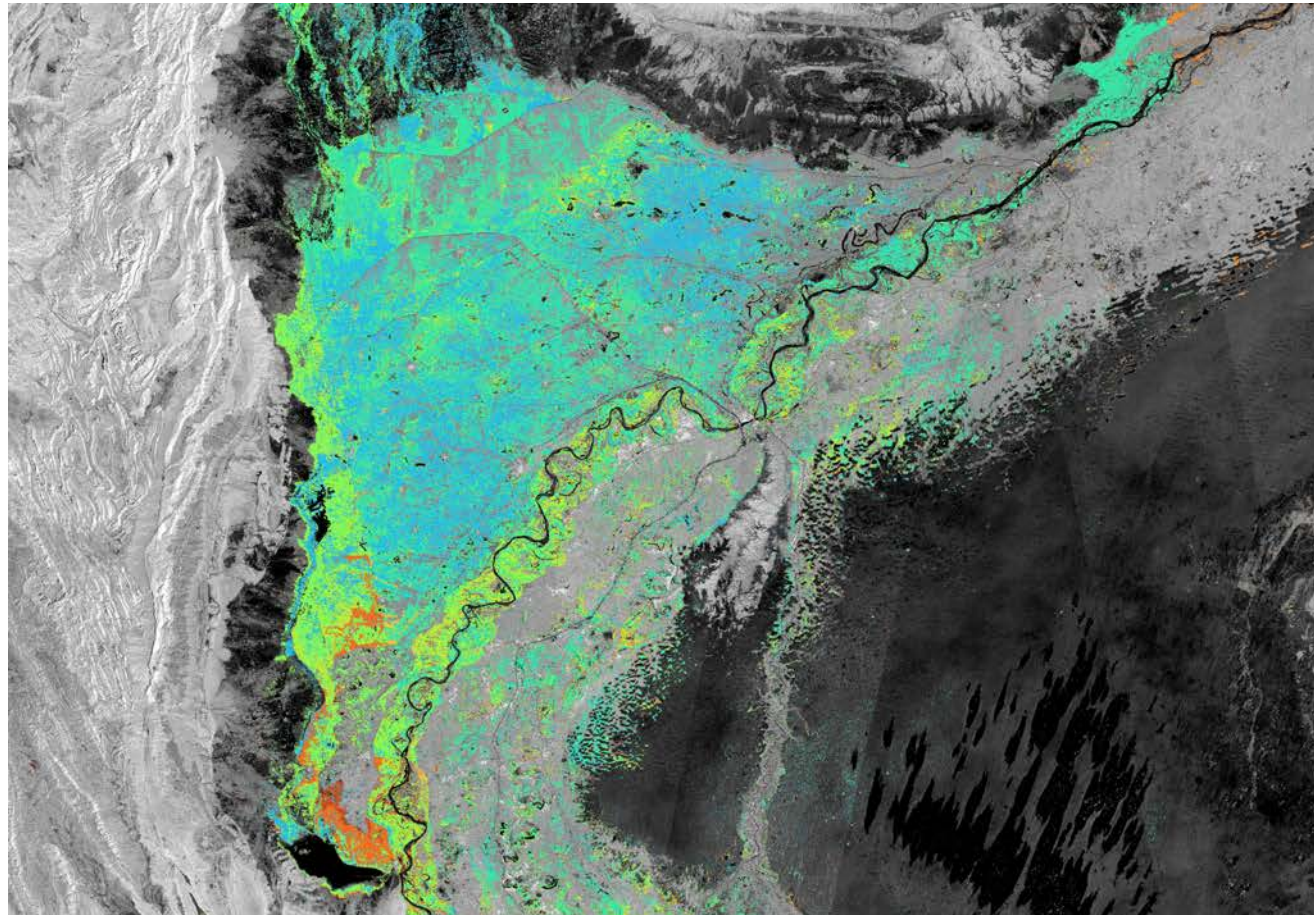
- principale infrastructure de traitement hébergée par 
- calcul a eu lieu sur VSC5 sur 100 nœuds avec 128 CPU et 512 GB par nœud
- 10 scènes Sentinel-1 en parallèle par nœud => 1000 scènes traitées en parallèle

statistiques sur l'effort de traitement:

- **1,4 million de scènes traitées**
 - durée moyenne du traitement d'une scène : 13:12 min
 - temps nécessaire pour la création d'une archive globale d'inondation (hors données auxiliaires) ~ 330 000 heures ~ 38 ans (si elles avaient été traitées de manière séquentielle)
 - 110 TB de stockage de données



CONSTRUCTION D'UNE ARCHIVE MONDIALE



Inondations au Pakistan en 2022

- Évolution des étendues
entre août et septembre



EN RÉSUMÉ

Travail scientifique

Towards an automated SAR-based flood monitoring system: Lessons learned from two case studies

P. Matgen^{a,c,*}, R. Hostache^a, G. Schumann^b, L. Pfister^a, L. Hoffmann^a, H.H.G. Savenije^c

^aCentre de Recherche Public – Gabriel Lippmann, | IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING

^bSchool of Geographical Sciences, Bristol BS81SS, |

^cWater Resources Section, Faculty of Civil Engineer

A Hierarchical Split-Based Approach for Parametric Thresholding of SAR Images: Flood Inundation as a Test Case

Marco Chini, Senior Member, IEEE, Renand Hostache, Laura Giustarini, and Patrick Matgen

Prototypage

- Trouver des partenaires
- Implémentation des algorithmes sur des plateformes
- Développement d'un prototype

Spin-off

- Accord de license avec la Spin-off



Développement
des atouts
technologiques

A VENIR

- Amélioration continue de la précision, efficacité et fiabilité du système (e.g. réduction des sous-détection sous couvert végétal)
- Réduction des zones d'exclusion: e.g. cartographie des inondations en milieu
- Développement de nouvelles applications (e.g. hauteurs d'eaux, cartes d'aléas et de risques)
- Intégration de modèles de prévision des crues
- Intelligence artificielle...

Merci beaucoup!

patrick.matgen@list.lu



LUXEMBOURG
INSTITUTE
OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



Data access & user manual

For Product Visualization

<https://www.globalfloods.eu/>

For Product Download and configuration log in at

<https://gfm.portal.geoville.com/>

One login for all components and functionalities
(synchronised in the backends)

Product user manual & Product definition document

<https://extwiki.eodc.eu/en/GFM>

