

Uncertainties and risks in the STRUDEL team : an overview of existing works

Alexandre Hippert-Ferrer

LaSTIG seminar - *Uncertainty and risks*



LABORATOIRE
EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES
DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

Sous la co-tutelle de:
IGN - ENSG
UNIVERSITÉ GUSTAVE EIFFEL



Content

A generative approach to geolocalisation

Detecting Out-Of-Distribution Earth Observation Images with Diffusion Models

Mapping theoretical audibility of siren alert systems with the NoiseModelling tool

Appel à projets générique 2025
CE56 - Interfaces : mathématiques, sciences du numérique –
sciences du système Terre et de l'environnement

« Instrument de financement : Jeunes chercheuses - jeunes chercheurs (JCJC) »

Liste des projets sélectionnés (par ordre alphabétique) :

Acronyme et titre du projet	Coordinateur / Coordinatrice
DREAMS Distillation de modèles IA efficaces en ressources pour la cartographie rapide à partir d'images satellites multicapteurs	Minh Tan PHAM
FlexMIEE Flexibilité des Modèles Imbriqués pour l'Efficacité Energétique des bioréacteurs à membranes de grande taille	Rachid OUARET
GlacioSim Suivi du déplacement des glaciers par apprentissage de similarité	Alexandre HIPPERT-FERRER 
OFML Optimisation des stratégies de lutte contre les incendies de forêt en temps réel à l'aide de techniques d'apprentissage automatique	Sibo CHENG
PROBTOOL Propagation des distributions de probabilité des conditions initiales dans les simulations d'écoulement en couche mince : application à l'évaluation de l'aléa avalanches de blocs	Marc PERUZZETTO

The GlacioSim project in brief

- ▶ Title : [Glacier displacement monitoring with similarity learning](#)
- ▶ Start-End : 2026-2030
- ▶ Recrutement : 1 PhD, 1 postdoc (1 year), 1 Master's student intern
- ▶ Persons involved :



LABORATOIRE
EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES
DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

Sous la co-tutelle de:
IGN - ENSG
UNIVERSITÉ GUSTAVE EIFFEL

Ewelina Rupnik



Sous la co-tutelle de:
CNRS
ÉCOLE DES PONTS PARISTECH
UNIVERSITÉ GUSTAVE EIFFEL

Loïc Landrieu



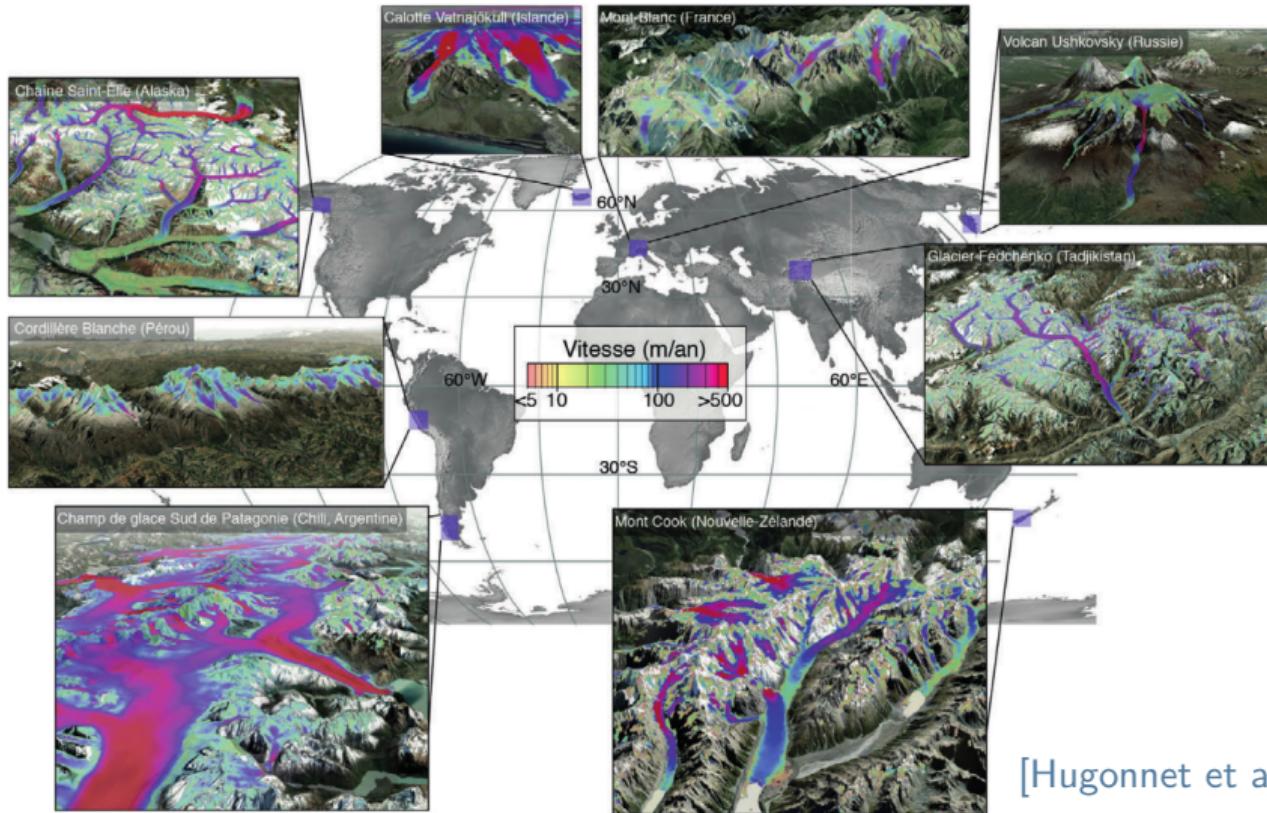
Institut des Géosciences de
l'Environnement

Antone Rabaté
Romain Millan



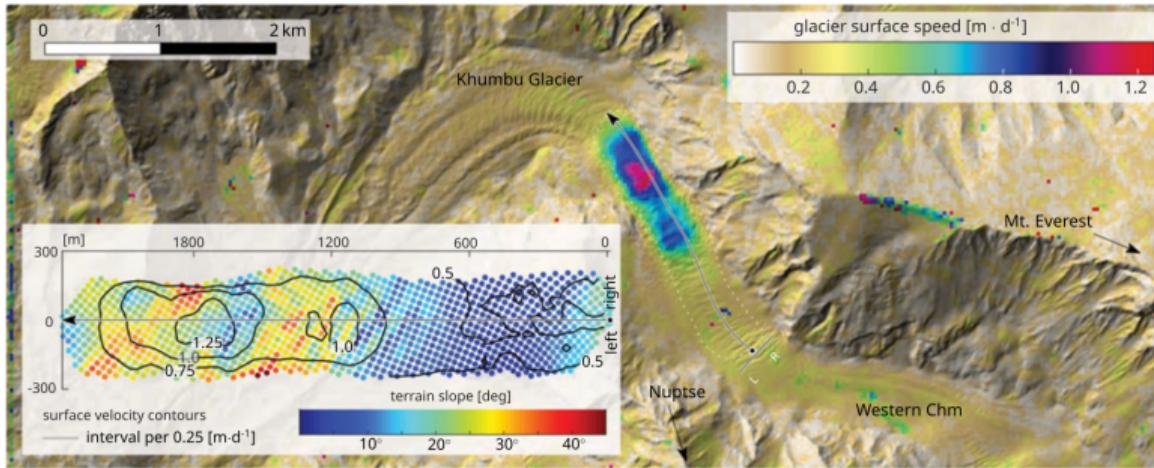
Nabil El Korso

Context : mapping glacier surface flow velocity using remote sensing images



[Hugonet et al., 2023]

Motivation



Khumbu icefall, from [Altena and Kääb, 2020].

Accurately estimating similarity maps from orthorectified images, from which glacier surface velocities are estimated, is challenging because of...
spatiotemporal variability, complex terrain geometry, noise, data gaps, etc.

Scientific objectives

- #1 Leverage handcrafted similarity-based methods for glacier monitoring
- #2 Learn similarity maps from multi-modal imagery
- #3 Produce reliable and representative training data for glacier surface velocity prediction
- #4 Obtain continuous and reliable similarity maps with robust imputation

Data: satellite (optical, radar) and aerial images (PVA, drone)

Around the World in 80 time steps: A generative approach to geolocalisation

Nicolas Dufour (LIGM; LIX)

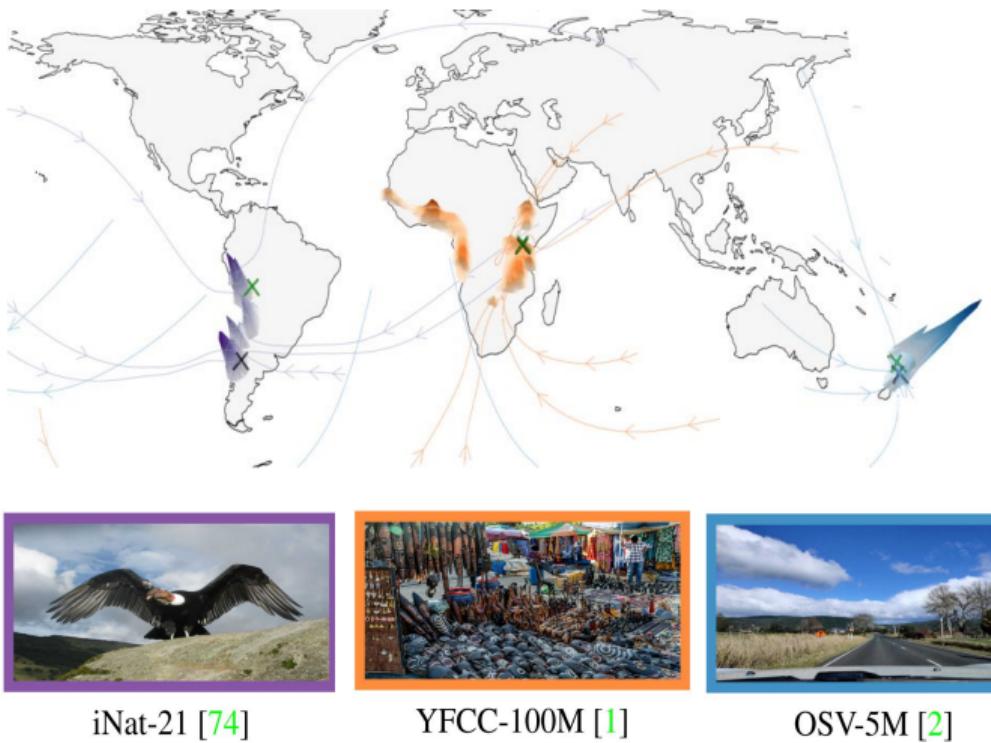
David Picar (LIGM)

Vicky Kalogeiton (LIX)

[Loic Landrieu](#) (LIGM; IGN/LaSTIG associate)

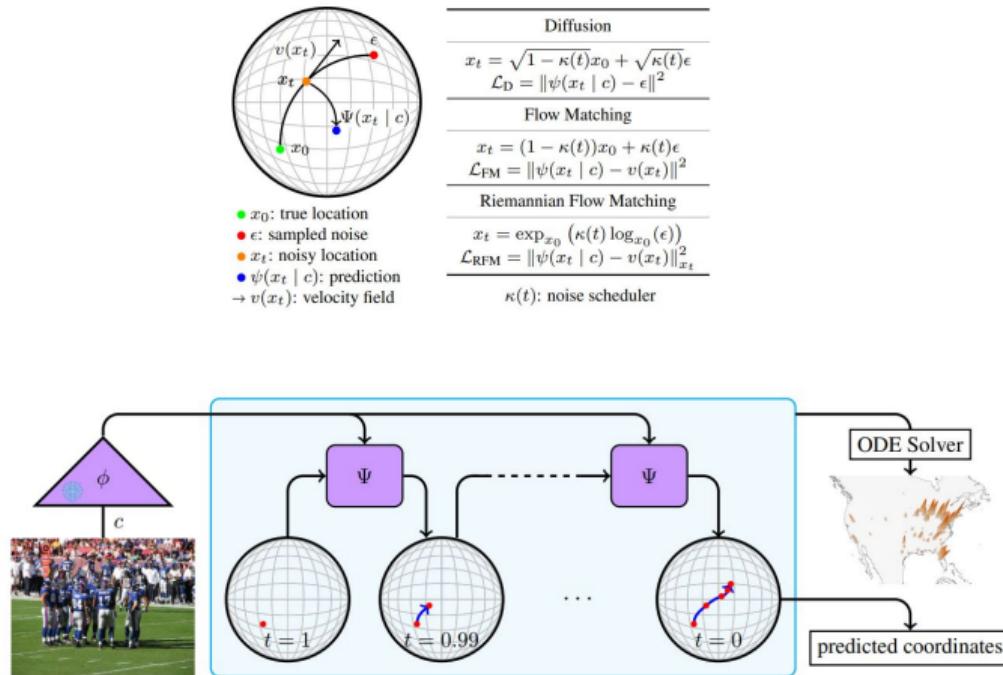
Visual Global Geolocation

- **Objective:** try to locate a image *anywhere in the world*
- **Difficulty:** often ambiguous / noisy supervision
- **Solution:** match (conditional) distributions instead of “hard” locations



Geolocation as a Generative Process

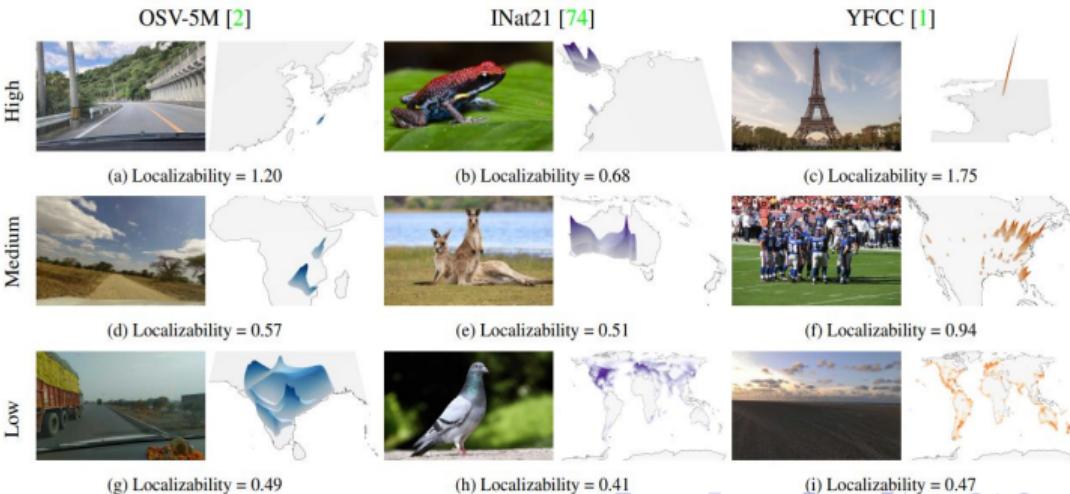
- **Method:** we use Diffusion / Flow Matching techniques
- **In Practice:** we learn to “correct” noisy coordinates - given an image
- **The Trick:** use Riemannian flow matching to take into account Earth’s geometry



Results

- **SOTA:** for geolocation for
 - OSV-5M (street-view)
 - iNaturalist21 (animals)
 - YFCC100M (uploaded on Flickr)

YFCC-4k [1, 76]							OSV-5M [2]							iNat21 [74]	
	geos. ↑	dist ↓	accuracy ↑ (in %)					geos. ↑	dist ↓	accuracy ↑ (in %)				dist ↓	
	/5000	(km)	25km	200km	750km	2500km		/5000	(km)	country	region	city	(km)		
deterministic	PlaNet [77]		14.3	22.2	36.4	55.8									
	CPlaNet [66]		14.8	21.9	36.4	55.5									
	ISNs [52]		16.5	24.2	37.5	54.9									
	Translocator [63]		18.6	27.0	41.1	60.4									
	GeoDecoder [11]		24.4	33.9	50.0	68.7									
	PIGEON [26]		24.4	40.6	62.2	77.7									
generative	Uniform	131.2	10052	0.0	0.0	0.3	3.8								
	vMF	1847	3563	4.8	15.0	30.9	53.4								
	vMFMix [36]	1356	4394	0.4	8.8	20.9	41.0								
	Diff R³ (ours)	2845	2461	11.1	37.7	54.7	71.9								
	FM R³ (ours)	2838	2514	22.1	35.0	53.2	73.1								
	RFM S₂ (ours)	2889	2461	23.7	36.4	54.5	73.6								
	RFM_{10M} S₂ (ours)	3210	2058	33.5	45.3	61.1	77.7								



Links

- **Paper:**

<https://arxiv.org/abs/2412.06781>

- **Demo:**

<https://huggingface.co/spaces/nicolas-dufour/Plonk>

- **Project:**

<https://nicolas-dufour.github.io/plonk>

- **Models:**

<https://huggingface.co/collections/nicolas-dufour/around-the-world-in-80-timesteps-6758595d634129e6fc63dad9>

Around the World in 80 Timesteps: A Generative Approach to Global Visual Geolocation

Upload an image and our model, PLONK, will predict possible locations! In red we will sample one point with guidance scale 2.0 for the best guess. Project page: <https://nicolas-dufour.github.io/plonk>

Select Model
PLONK_YFCC

Guidance scale: 0.00 Number of samples: 64

Choose your image

Upload URL Examples

Choose an image...

Drag and drop file here
Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG

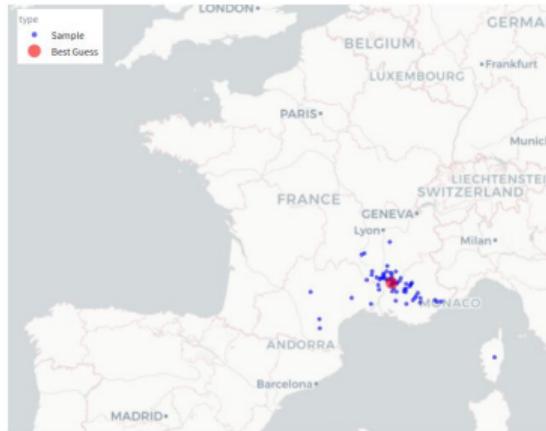
Browse files

640px-Forcalquier_France_Luberon.jpeg 103.2KB



Predict Location

Predicted Locations



Prediction Statistics

Number of sampled locations: 64

Best guess location: 44.29°, 5.13°

Detecting Out-Of-Distribution Earth Observation Images with Diffusion Models

Georges Le Bellier (CNAM)

Nicolas Audebert (CNAM, IGN/LaSTIG)

Introduction

- Remote sensing faces a multitude of distribution shifts (sensor, season, area...)
- Rare events (floods, forest fires, storms) in datasets

Post-flood satellite images



Ground truth segmentation masks

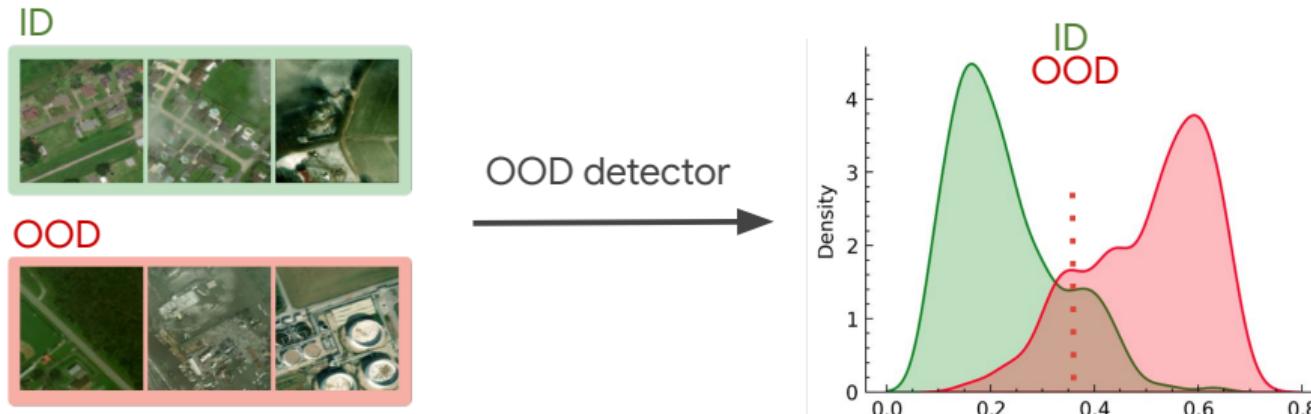


Model trained on pre-flood



Predictive models
perform poorly on
Out-Of-Distribution
(OOD) samples

Out-Of-Distribution Detection



ID samples → good reconstruction
OOD samples → poor reconstruction

Main Idea

- Diffusion models are powerful generative models
- Train diffusion models on ordinary Earth observation images



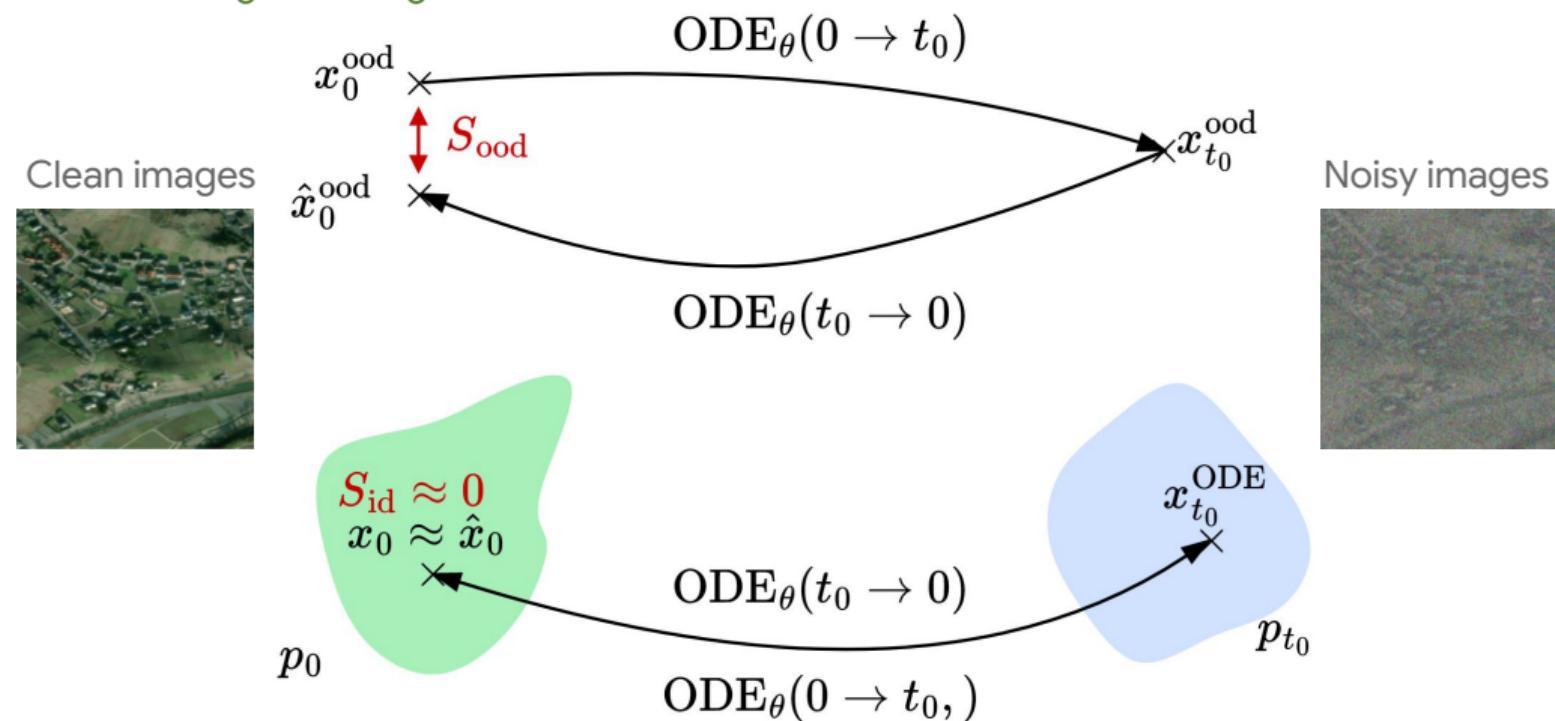
- Evaluated the reconstruction: MSE or LPIPS (perceptual similarity)

Diffusion-based OOD detectors

2. Deterministic sampling

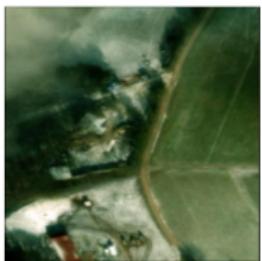
ODE encoding/decoding

ODEED reconstruction score



Main results

New area



Pre/Post



Flood



- 256x256 SpaceNet 8 images
- Model trained on **pre-event** images only
- Results: AUC/FPR@95%

Baselines

Discriminative methods:

- segmentation models
- need labelled dataset

Generative methods:

- Autoencoder-based
- Diffusion-based

Main results

	Method	Pre-flood/Post-flood		Non-flooded/flooded		Domain OOD	
		Germany	Louisiana	Germany	Louisiana	Germany	Louisiana
Discriminative Segmentation	MPC	52.6/98.9	41.1/98.4	67.4/80.0	61.0/94.3	69.8/93.4	47.7/95.5
	Neg-Entropy	59.6/97.7	42.8/95.9	64.3/80/0	60.7/97.1	76.3/92.2	48.8/94.3
	DeepKNN (k=5)	51.9/80.7	76.4/38.9	70.1/86.7	54.3/100	93.6/28.7	80.9/38.6
	Energy Logits	67.9/88.6	67.9/88.6	56.4/80.0	60.9/97.1	84.7/70.9	50.4/92.0
Generative Diffusion Loss	Training	50.4/84.1	52.3/88.5	59.7/100	71.0/71.4	67.0/86.0	55.9/98.8
	Linear	49.2/85.2	53.2/88.5	70.0/100	75.7/71.4	60.4/83.1	57.0/98.0
Reconstruction based							
Autoencoder	MSE	28.4/96.6	26.3/95.1	57.9/100	68.5/85.7	84.9/79.9	28.3/96.6
	LPIPS	21.1/97.7	27.5/96.3	55.6/100	69.5/77.1	75.2/54.9	41.4/100
1-step denoising	Mahalanobis	48.9/95.1	30.8/97.1	51.4/94.9	72.5/90.6	49.6/95.0	52.0/94.8
	MSE	28.8/81.8	42.2/73.3	68.5/100	73.4/77.1	86.3/20.9	33.5/97.7
	LPIPS	74.5/59.1	90.9/35.7	60.5/100	76.8/65.7	79.6/52.5	82.1/85.2
ODEED (Ours)	MSE	65.6/76.1	69.0/80.3	83.6/33.3	86.9/42.9	41.2/97.1	60.9/95.4
	LPIPS	87.9/20.5	94.5/24.6	<u>75.3/73.3</u>	64.1/85.7	54.3/97.5	68.3/70.4

- ODEED outperforms previous methods on pre/post and non-flooded/flooded scenarios
- ODEED does not have the best results for the geographical areas scenario

Mapping theoretical audibility of siren alert systems

Pierre Aumont

Jonathan Saliezar

[Paul Chapron](#) (IGN/LaSTIG)

Aman Arora

Matthieu Péroche

Début des travaux - Projet TASOMA



PAUL VALÉRY

Se préparer face au risque tsunami en Méditerranée française

Se préparer face au risque tsunami en Méditerranée française

Contributions scientifiques du projet de recherche TASOMA (2019-2021 - CNRS/IRD)

Université Paul-Valéry Montpellier 3/Université d'Avignon/Université de Nîmes
26 novembre 2020

The slide is a screenshot of a StoryMap titled "Se préparer face au risque tsunami en Méditerranée française". It features a large aerial photograph of a coastal town with a marina and a beach. The title is prominently displayed in the center. Below the title, there is a subtitle about contributions from the TASOMA project (2019-2021) and logos for three universities: Université Paul-Valéry Montpellier 3, Université d'Avignon, and Université de Nîmes. A date, "26 novembre 2020", is also present.

Un des objectifs : cartographier au moyen d'un géoindicateur multicritères le risque tsunami :

- Quantité d'enjeux humains en zone à évacuer
- Distance d'évacuation vers un site refuge
- Temps d'arrivé du tsunami
- Amplitudes du tsunami
- **Audibilité théorique des sirènes**

<https://storymaps.arcgis.com/stories/caabb106dd684f67ab758e3ec14f2ad5>

Rapprochement avec l'UMR AE - communauté scientifique Noise-Planet



Noise-Planet

Outils scientifiques pour l'évaluation du bruit dans l'environnement

OnoMap

Une Infrastructure de Données Spatiales (IDS) dédiée aux données sur le bruit.

NoiseCapture

tag v1.2.23
Watch 29 Fork 45

Une application Android gratuite et open-source pour mesurer et partager l'environnement sonore des utilisateurs.

NoiseModelling

release v4.0.5
Watch 44 Fork 78

Un plugin SIG open-source et gratuit, permettant de produire des cartes de bruit (anciennement "NoiseM@p").

Cartes communautaires

Un navigateur cartographique pour afficher les données de bruit mesurées par des contributeurs.

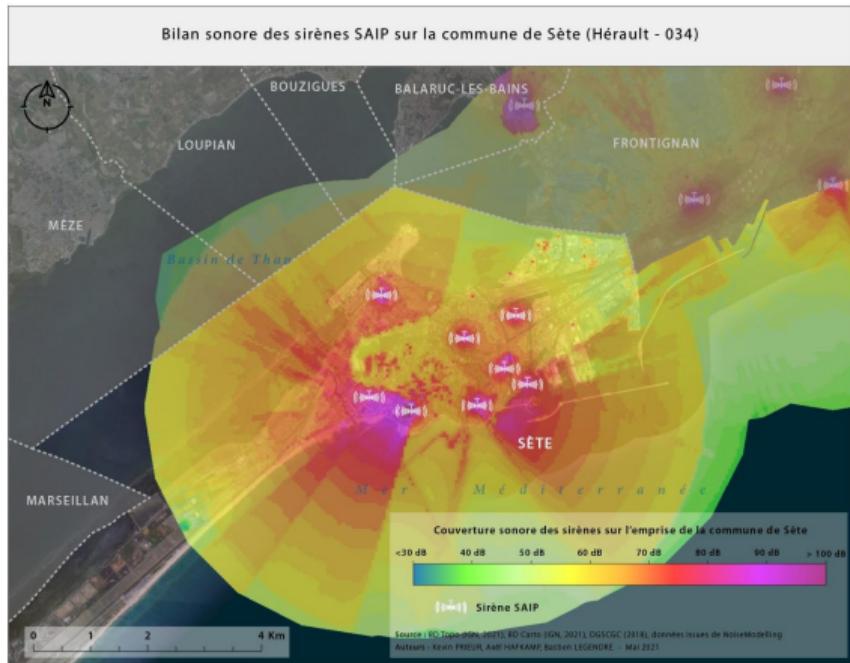
<https://noise-planet.org/>

NoiseModelling est un outil gratuit et open-source conçu pour produire des cartes de bruit environnemental sur de très grandes zones urbaines. Il peut être utilisé comme une bibliothèque Java ou être contrôlé par une interface web conviviale.

Premières modélisations de l'audibilité théorique des sirènes

Prise en compte des conditions locales :

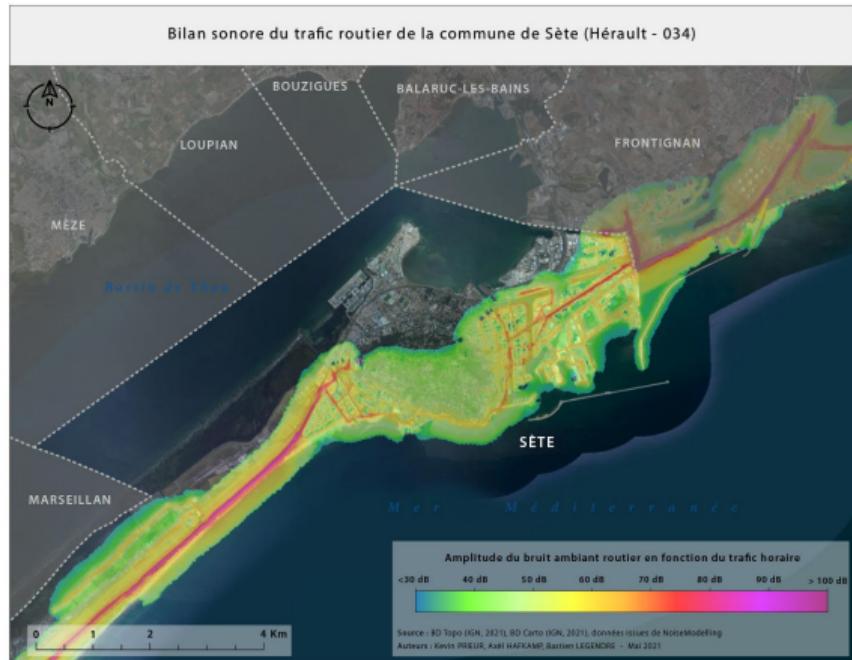
- d'occupation du sol ;
 - de topographie ;
 - météorologiques
 - ...



Premières modélisations de l'audibilité théorique des sirènes

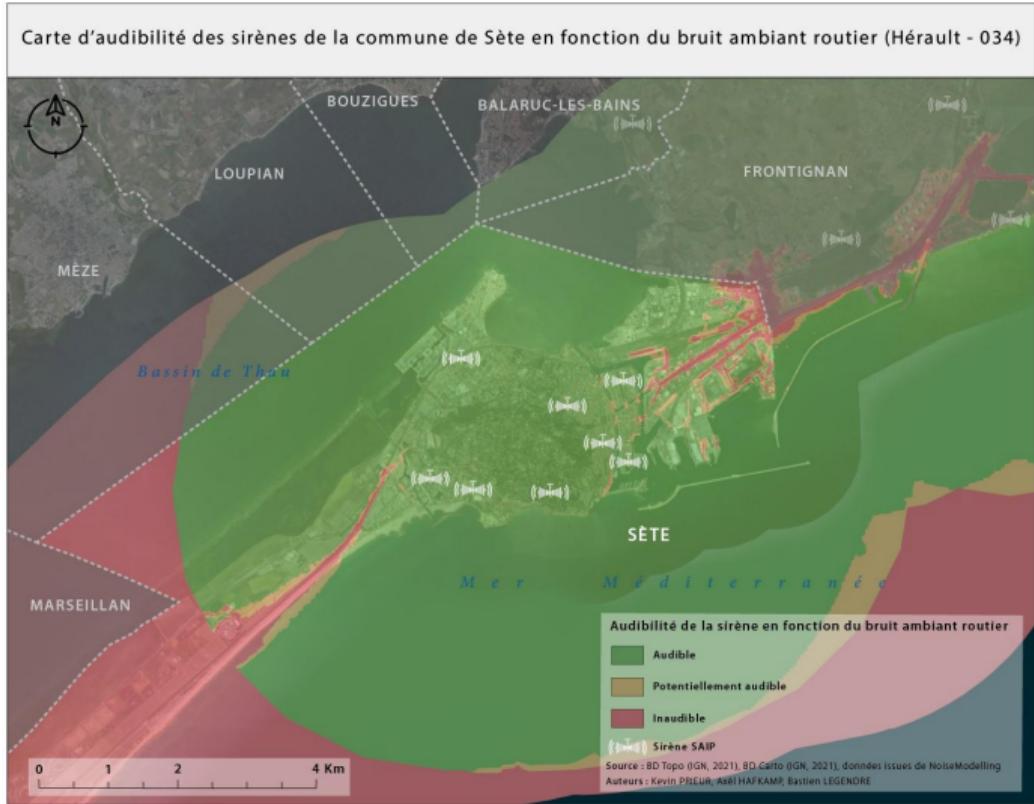
Prise en compte des conditions locales :

- du bruit routier.



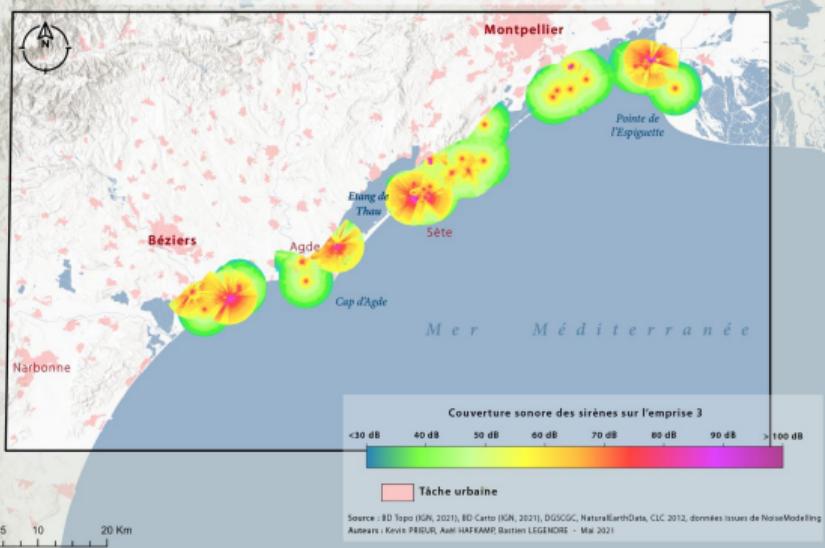
Premières modélisations de l'audibilité théorique des sirènes

Etude exploratoire

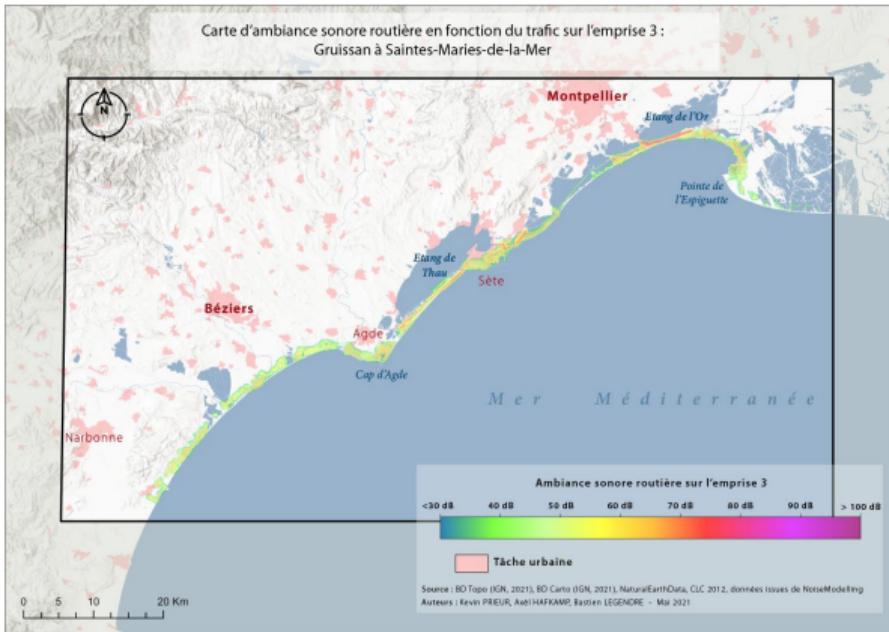


Premières modélisations de l'audibilité théorique des sirènes

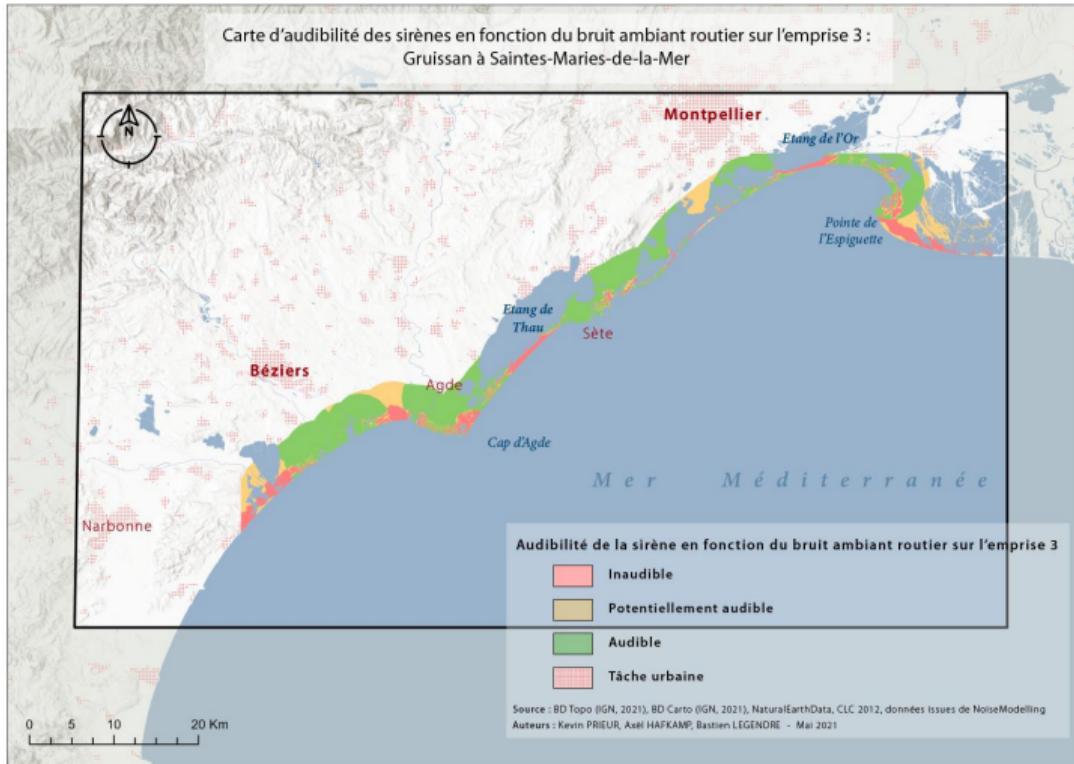
Carte de couverture sonore des sirènes sur l'emprise 3:
Gruissan à Saintes-Maries-de-la-Mer



Carte d'ambiance sonore routière en fonction du trafic sur l'emprise 3:
Gruissan à Saintes-Maries-de-la-Mer



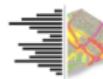
Premières modélisations de l'audibilité théorique des sirènes



Alertabilité théorique à Mayotte

Un sous objectif : définir l'alertabilité théorique de la population par la modélisation des niveaux sonores du signal des sirènes du SAIP

Outils mobilisés :

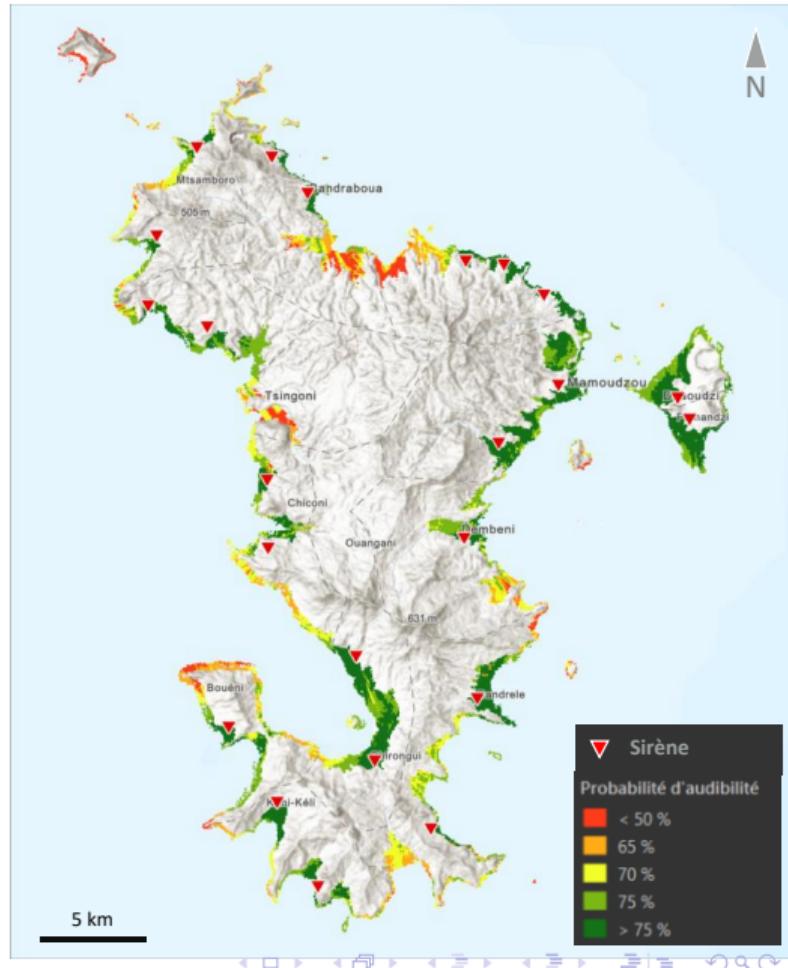


NoiseModelling

Projet EVACTSU-Mayotte - <https://arcg.is/1be4iC0>),

Cofinancement : Préfecture de Mayotte, SGDSN, DIRMOM/MAPPROM , UPVM3

Carte de la probabilité d'audibilité des sirènes du SAIP



Alertabilité théorique à Mayotte

Perspectives :

1. Spatialiser les secteurs à enjeux non couverts par le signal sonore
2. Confronter les résultats de simulation (~~enquêtes en ligne diffusée les 1^{er} mercredi du mois~~)
3. Développer un modèle d'optimisation spatiale pour l'implantation des sirènes

EchoGéo

64 | 2023

Les risques environnementaux dans des contextes ultramarins français : gestion, acceptabilité sociale et conflictualité

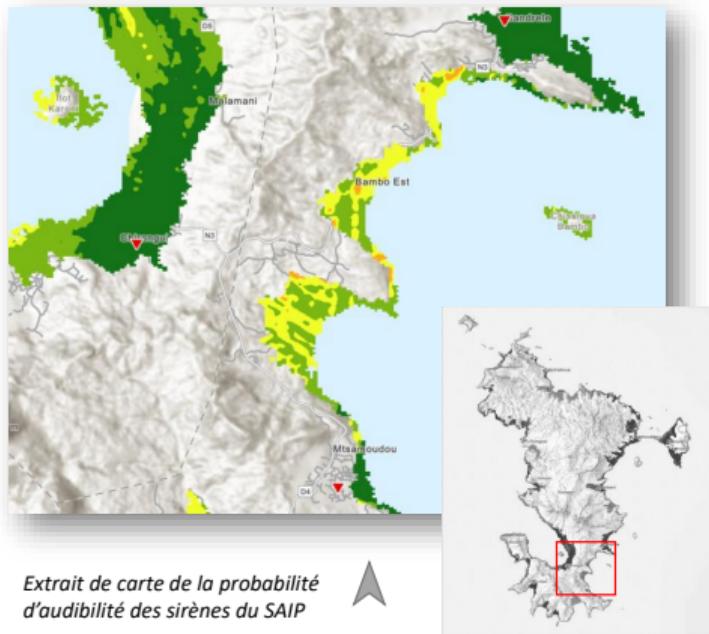
Sur le Champ

Mayotte se prépare au risque tsunami : modélisations, alerte, évacuation, sensibilisation

Tsunami risk in Mayotte: Assessment, warning, evacuation, preparedness

Frédéric Leone, Monique Gherardi, Matthieu Péroche, Émilie Lagahé, Pierre Aumont, Jonathan Sileizar Montoya, Fahad Idaroussi Tsima, Pablo Poulaïn, Anne Le Friant, Anne Mangeney, Said Hachim Mogne et Valentin Roudier

Pour en savoir +
<https://journals.openeditio.org/echogeo/25078>



Nouveau défi, optimiser l'implantation spatiale des sirènes

Proposition initiale pour le positionnements des sirènes électroniques



Sites testés



Orientation des diffuseurs



Couvercle driver



Diffuseur



Nouveau défi, optimiser l'implantation spatiale des sirènes à Saint-Barthélemy

Tests *in situ* ...



Sismographe (colombier) 17°54'46.12"N, -62°50'57.80"W

Date et heure du test	19/01/2022 – 10h00
Hauteur du dispositif	123 mètres
Orientation des diffuseurs	134 SE – 329 NW
Bruits environnants	Vent (fort)
Météo	35 km/h- EST (Ressenti plus fort sur le site)



Gendarmerie (Gustavia) 17°53'50.39"N, -62°51'12.89"W

Date et heure du test	25/01/2022 – 09h00
Hauteur du dispositif	20 mètres
Orientation des diffuseurs	142 SE – 331 NW
Bruits environnants	Vent (faible)
Météo	20 km/h- EST



Nouveau défi, optimiser l'implantation spatiale des sirènes à Saint-Barthélemy

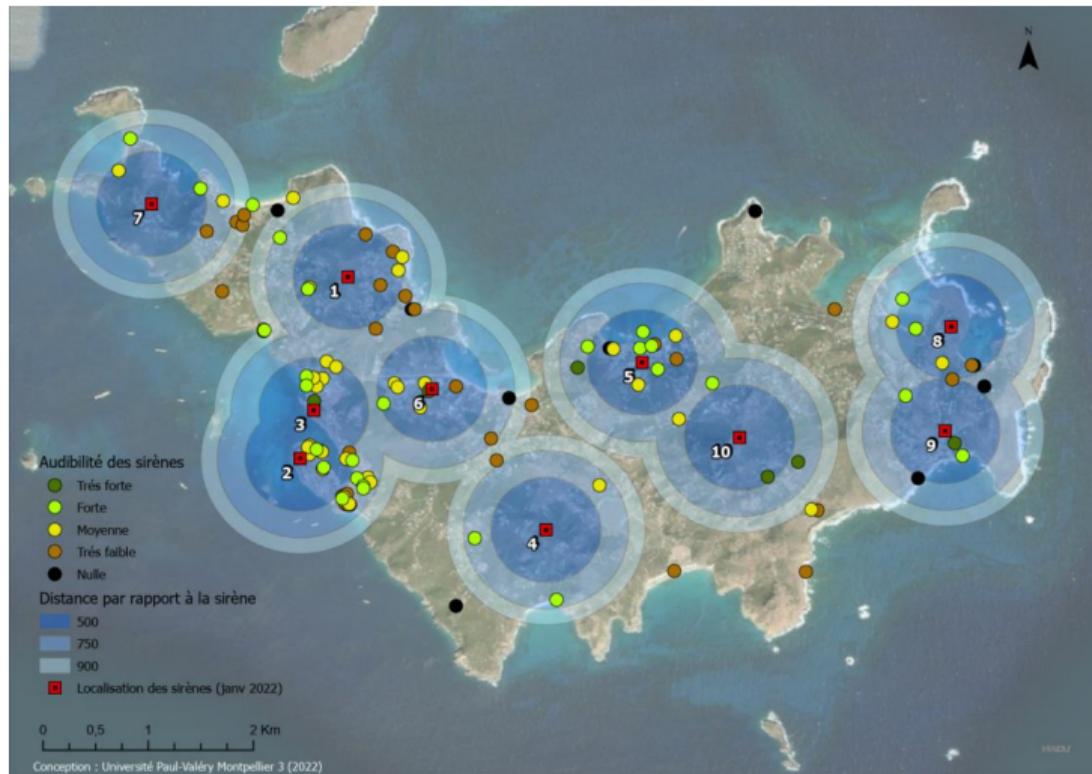
Tests *in situ* ...

148 questionnaires exploitables
33 questionnaires non géolocalisés

En extérieur



Situation (E7)	en extérieur	distance max.	distance min.	nombre de participants
Erreur localisation E3	0			
Brut Ambiant (E8) (Plusieurs éléments)	✓			
Étiquettes de lignes	-	distance moyenne	distance max.	nombre de participants
Forte		533	911	11
Moyenne		730	1630	20
Nulle		1695	3740	4
Très faible		898	3071	16
Très forte		520	588	2
Total général		805	3740	53



Nouveau défi, optimiser l'implantation spatiale des sirènes à Saint-Barthélemy

Recherches en cours
Aman Arora / Pierre Aumond / Paul Chapron

&

Projet SAFE SAINT-BARTH

La version finale de ce site internet sera disponible très prochainement !

SAFE S' BARTH

Présentation du projet ▾ Actualités Contexte ▾ Les risques ▾ Ressources Cartographie Contact

SAFE Saint-Barth : un projet scientifique pour un territoire résilient face aux risques majeurs

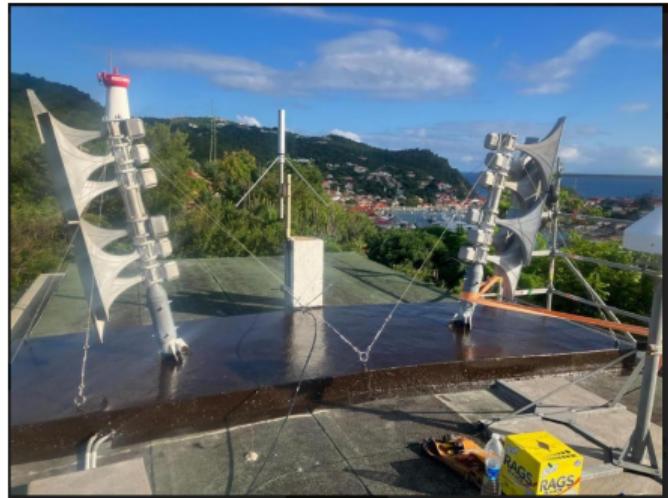
EN SAVOIR PLUS



S A F E



<https://safestbarth.fr/>



References I

-  [Altena, B. and Kääb, A. \(2020\).](#)
Ensemble matching of repeat satellite images applied to measure fast-changing ice flow, verified with mountain climber trajectories on khumbu icefall, mount everest.
[Journal of Glaciology, 66\(260\):905–915.](#)
-  [Hugonet, R., Millan, R., Mouginot, J., Rabatel, A., and Berthier, É. \(2023\).](#)
Un atlas mondial pour caractériser la réponse des glaciers au changement climatique.
[La Météorologie, 2023\(120\):37–45.](#)