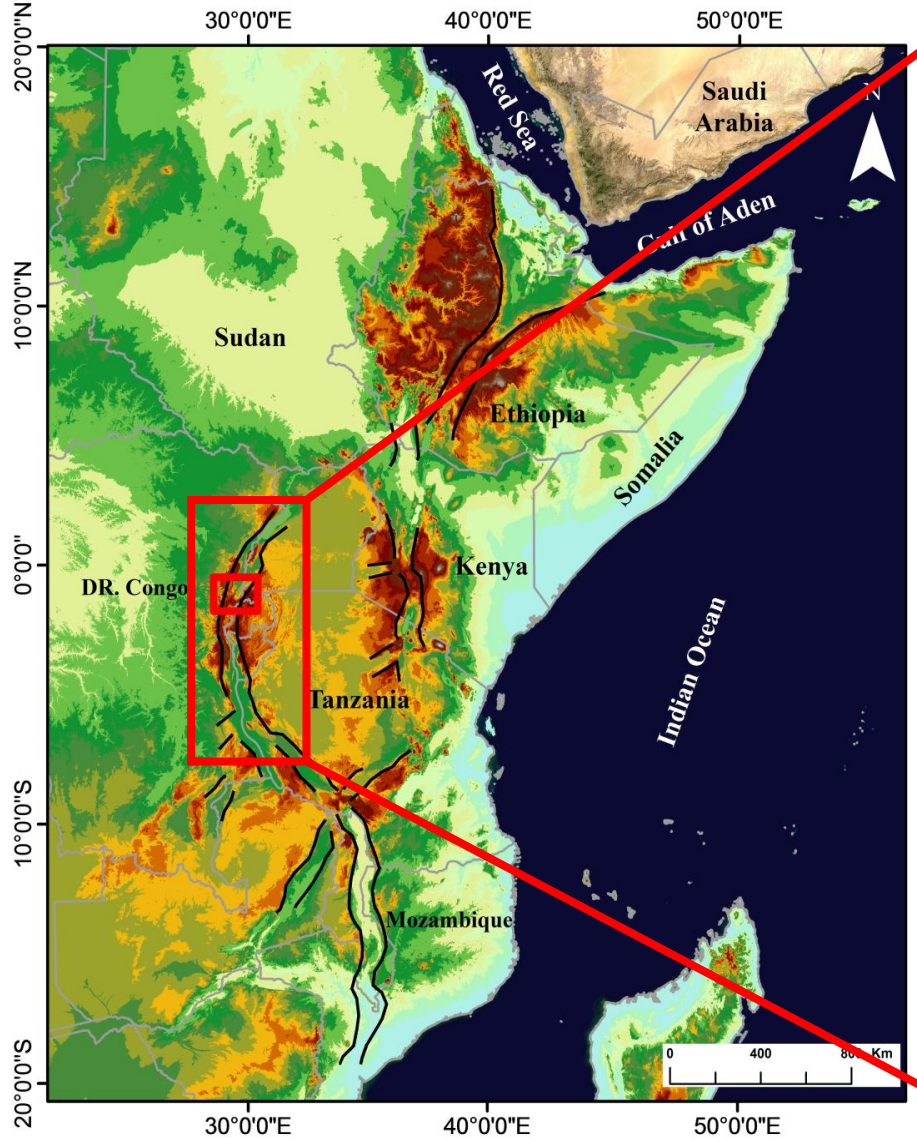
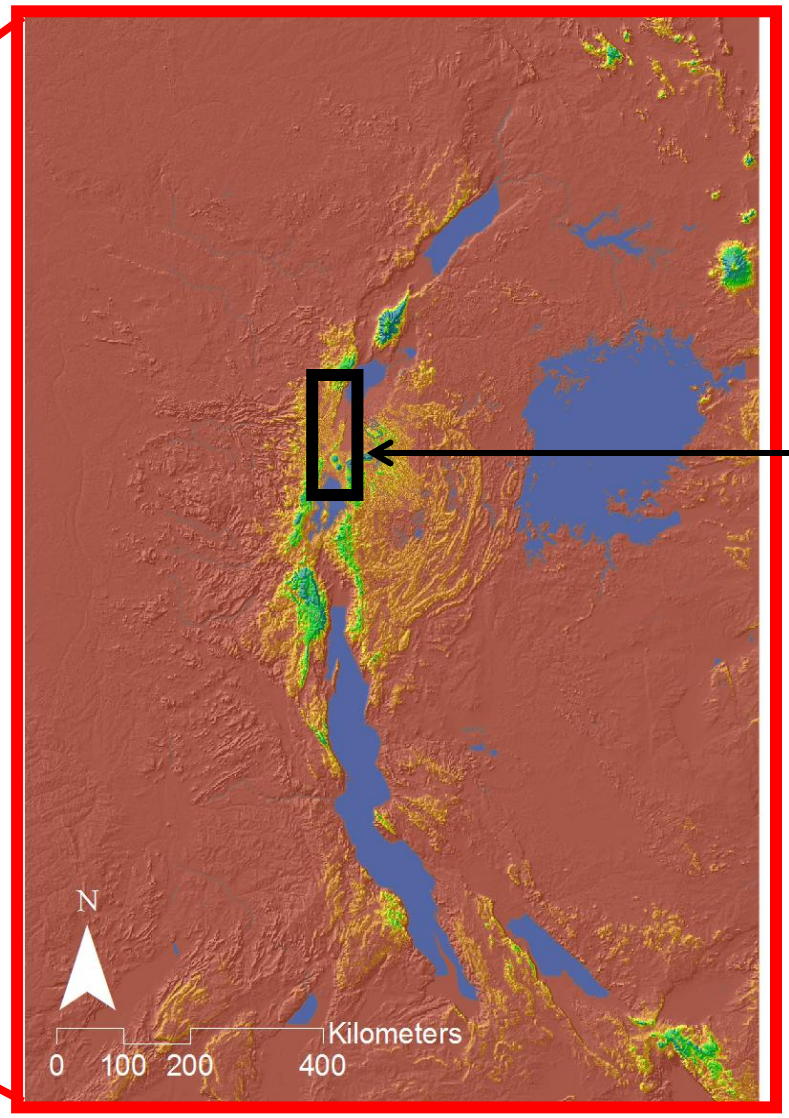
Risk assessment and stakeholder requirement in Goma, DR Congo(East Africa)

Charles Balagizi
Goma Volcano Observatory

Advancing Volcanic Hazards in Early Warning For All Workshop 2025 —Geneva July 7-9, 2025

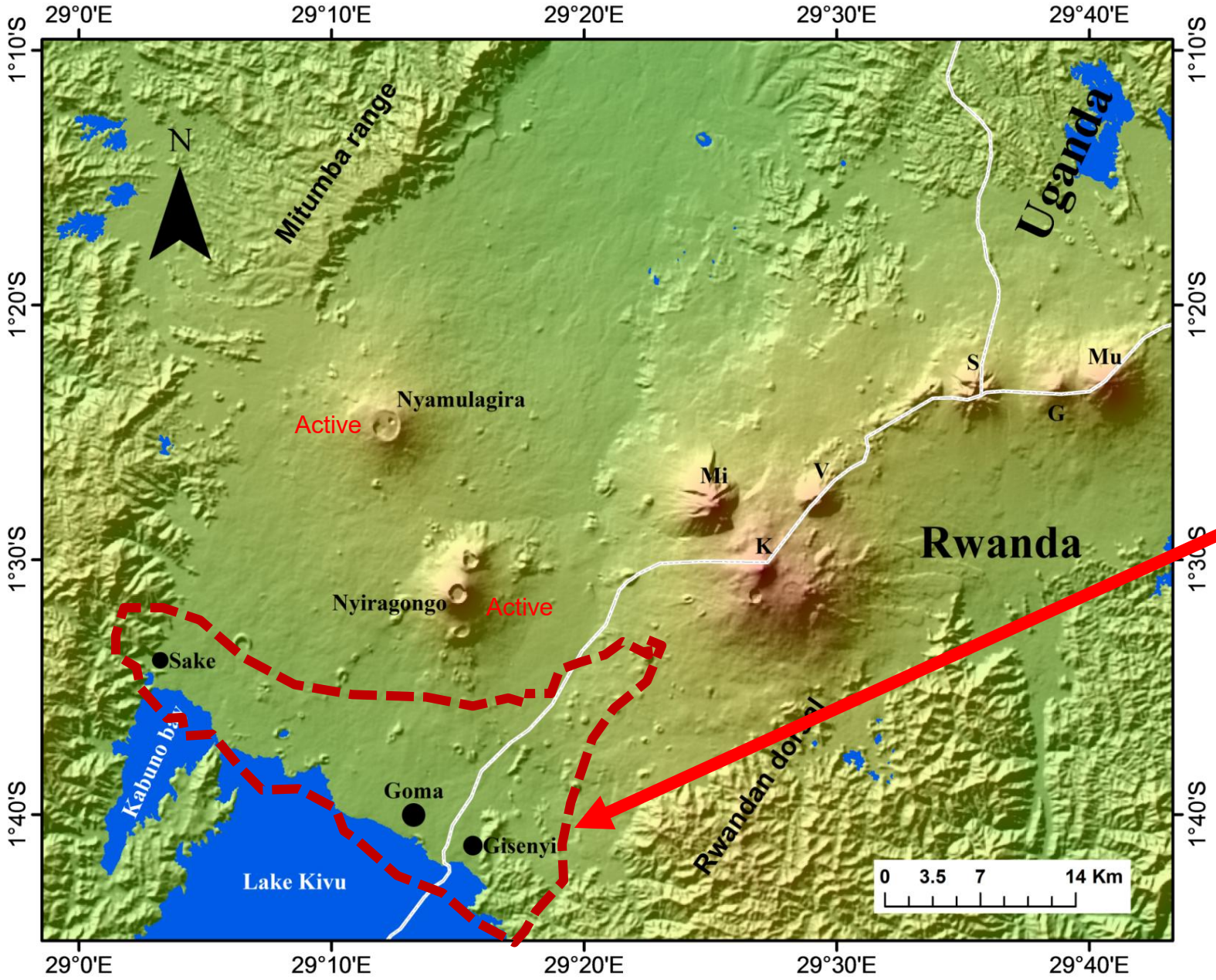
1. Location of the Virunga Volcanoes and lake Kivu basin





The Virunga Volcanic Province is located in the western branch of the East African Rift, on the borders between DR Congo, Rwanda and Uganda

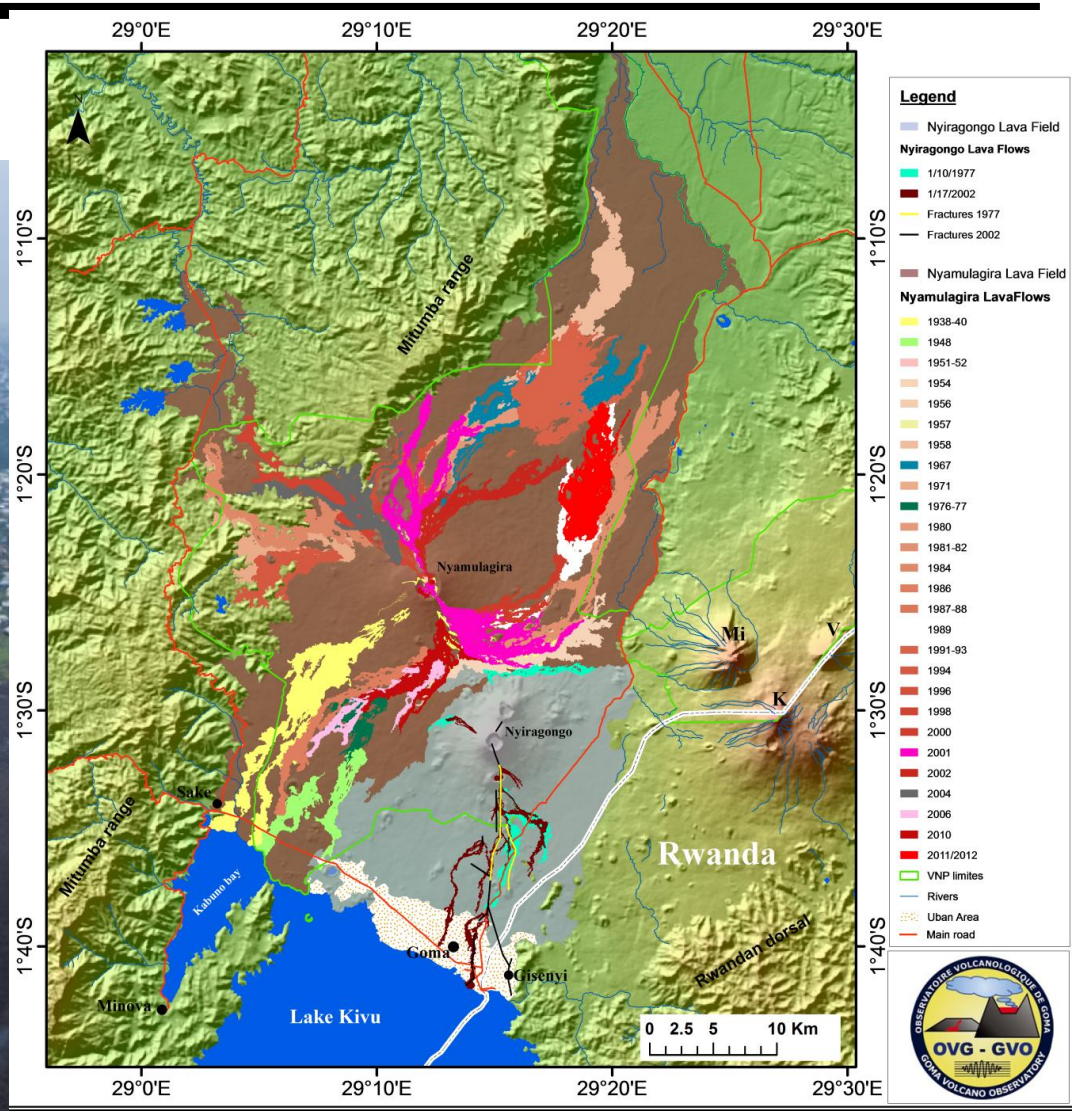
Virunga Volcanic Province and Lake Kivu basin



The volcanic field is a highly populated with cities and villages built on active volcanoes and are home for more than 2.5 millions on both Rwandan and DRC sides

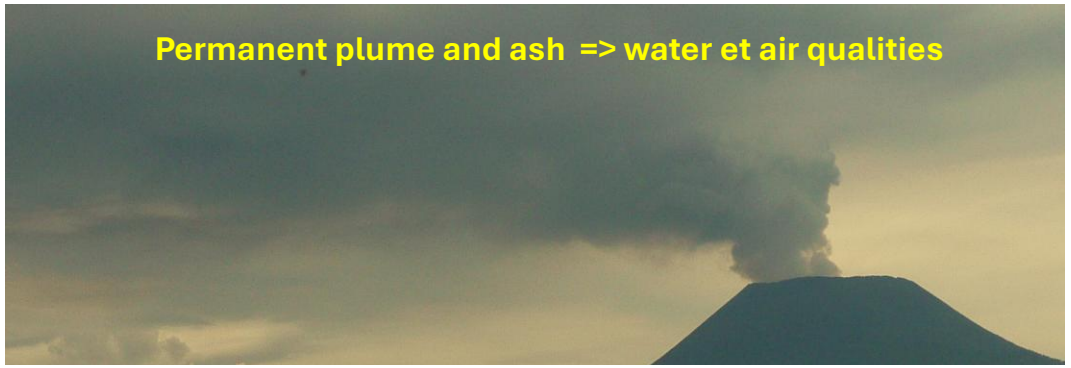
2. The Virunga is a multiple natural hazards zone

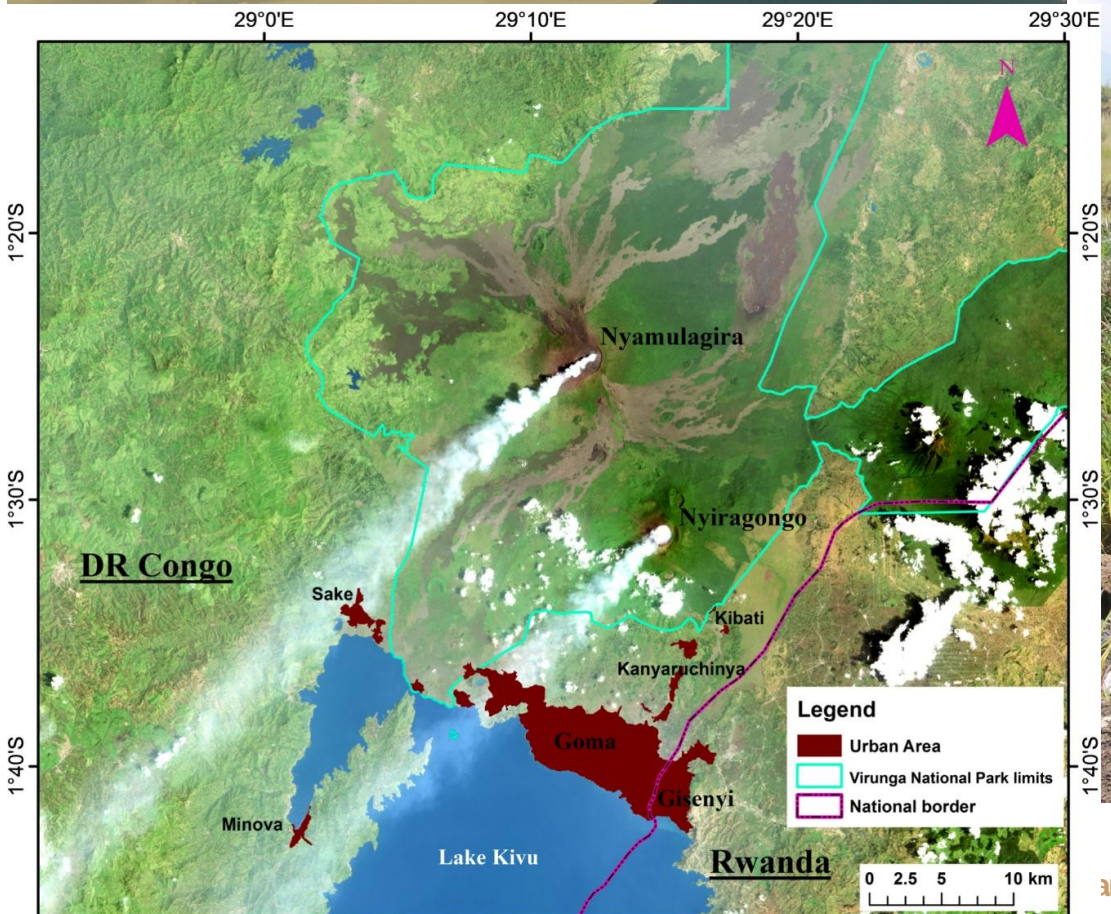
(i) Volcanic hazards: lava flows



At least 46 eruptions in the last 120 years

(i) Volcanic hazards: Gas and ash hazards



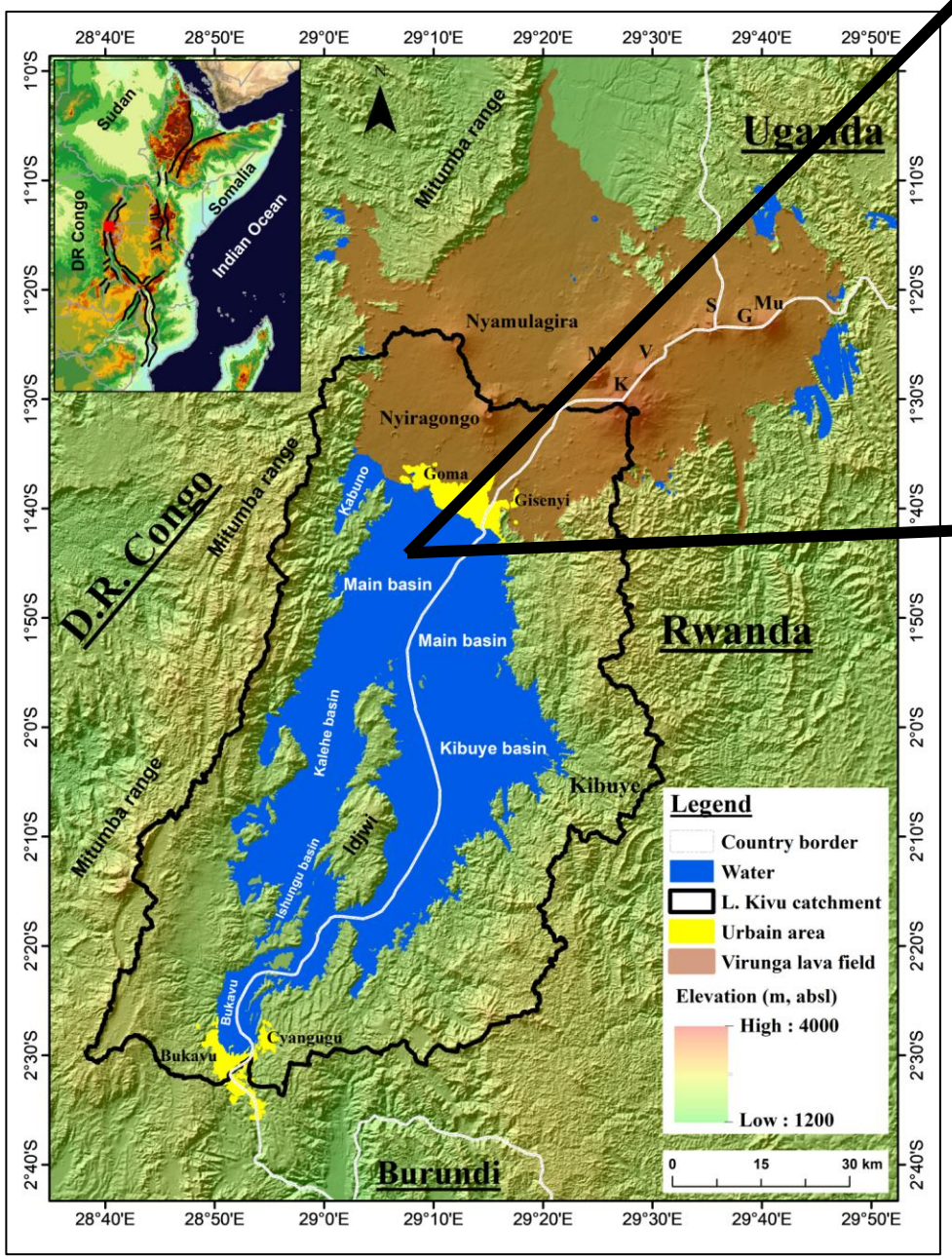


Mazuku, CO_2 diffuse

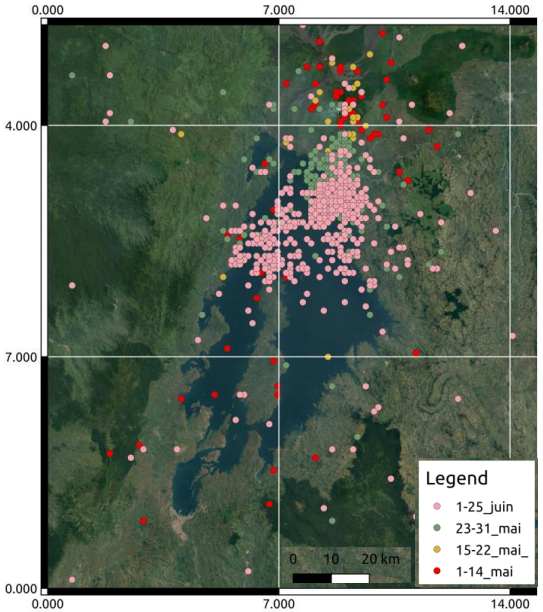
(i) Volcanic hazards: reduced water quality (rain, surface and groundwater)

Example of water pollution impacts on human health (dental fluorosis)

(ii) Gases dissolved in lake Kivu



CO_2 and CH_4–rich deep waters



Strong seismicity during the 2021 eruption, and that gave fear for eruptive vents to open inside the lake

(iii) Earthquake hazard, as a tectonically active region

(iv) **Landslides** and **floodings** as a mountainous et tropical region with earthquakes

May 4-5, 2023

3. Institutions involved in Risk management in the DR Congo

National Strategy for Disaster Risk Reduction

The specific case of volcanic Risk Management in DR Congo

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

MINISTERE DE L'INTERIEUR, SECURITE ET AFFAIRES COUMIERES

2016-2020

National contingency plan for potential volcanic eruptions in the democratic republic of the Congo

PLAN NATIONAL DE CONTINGENCE EN PREVISION DES EVENTUELLES ERUPTIONS VOLCANIQUES EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

Plate-forme Nationale de Réduction des Risques et Gestion des Catastrophes

Etapes de la Préparation suite à une alerte crédible d'éruption Possible			
N°	Activités	Par qui?	Quand ?
	Renforcer l'Observatoire Volcanologique de Goma en équipements de surveillance	Ministre de la Recherche Scientifique et partenaires	Toutes les phases
1	Identifier, évaluer et préparer les sites d'accueil, points de rassemblement en cas d'imminence d'une éruption	Gouverneur de Province, Protection civile, Croix-Rouge, la PNC, CNR, UNHCR, Cluster Logistique, OIM	En phase Jaune et Orange
2	Faire un mapping de stock d'urgence disponible	Ministère sectoriel, Clusters humanitaires	En phase jaune et Orange
3	Sensibiliser les populations sur les précautions à prendre en cas d'une éruption et organiser des exercices de simulations	Ministère de l'intérieur, Gouverneur de Province, Protection Civile, Croix-Rouge, MONUSCO, PNC et FARDC, Société Civile	En phase Jaune et Orange

Premières semaine			
1	Déployer une mission conjointe d'évaluation rapide des besoins humanitaires dans les zones de crise	1er Ministre : Ministre de l'intérieur, Ministres en charge des affaires humanitaires, Santé, Genre, économie, plan,	
2	Apporter de l'assistance d'urgence aux sinistrés	1er Ministre : Ministres en charge des affaires humanitaires, Santé, Genre, économie, plan, partenaires	
4	Réviser si besoin, le plan d'urgence.	Ministère de l'intérieur, Ministre de la recherche scientifique et Ministre des affaires humanitaires	
5	Réquisitionner et Déployer le personnel additionnel requis en cas de besoins	1er Ministre, Gouverneur de Province et chaque organisation	

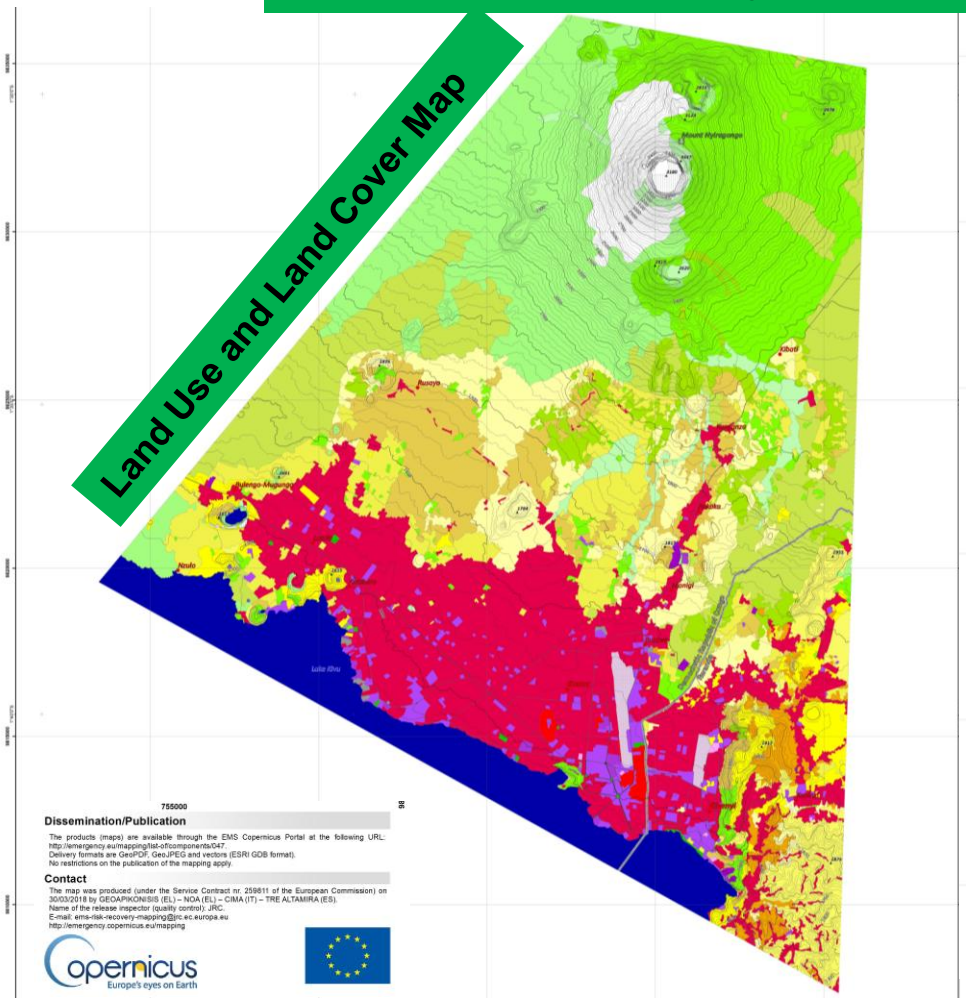
Premières 24h			
1	Informer les autorités nationales sur l'imminence de l'éruption volcanique	Ministre de la Recherche Scientifique, OVG et Gouverneur de Province	En Phase Orange et rouge
2	Déclarer l'urgence, activer les sirènes d'alertes pour autoriser l'évacuation de la population.	Ministre de l'intérieur et Goupro NK	En Phase rouge
3	Mise en place de la cellule de crise au niveau national et provincial	1er Ministre et Gouverneur	En Phase rouge
4	Mobiliser et déployer les équipes de secours et de gestion de l'évacuation de la population	Ministre de l'intérieur, de la défense, de la santé et le Gouverneur	En phase rouge
5	Alerter les partenaires et les pays voisins de la RDC concernés par l'éruption volcanique et ses impacts	Président de la République, Ministre des Affaires étrangères et Gouverneur de Province	En phase Orange et rouge

4. Roles of the Goma Volcano Observatory

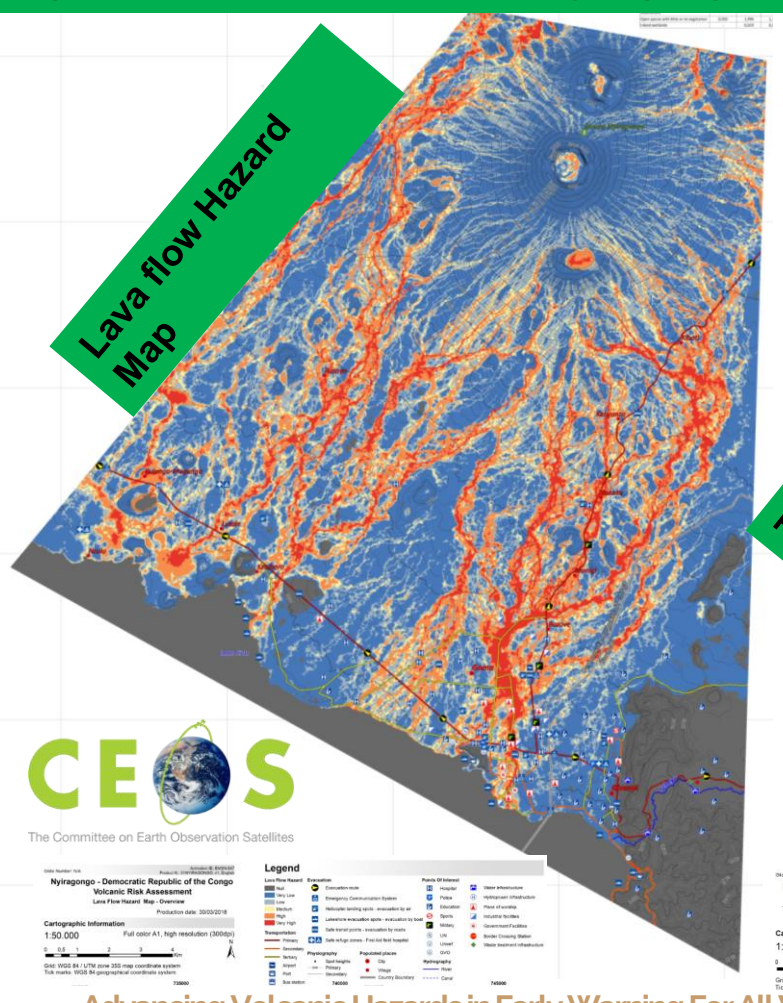
4.1. Hazard assessments – hazard maps

pre-disaster situation analysis concerning a potential eruption of the Nyiragongo volcano located near the city of Goma

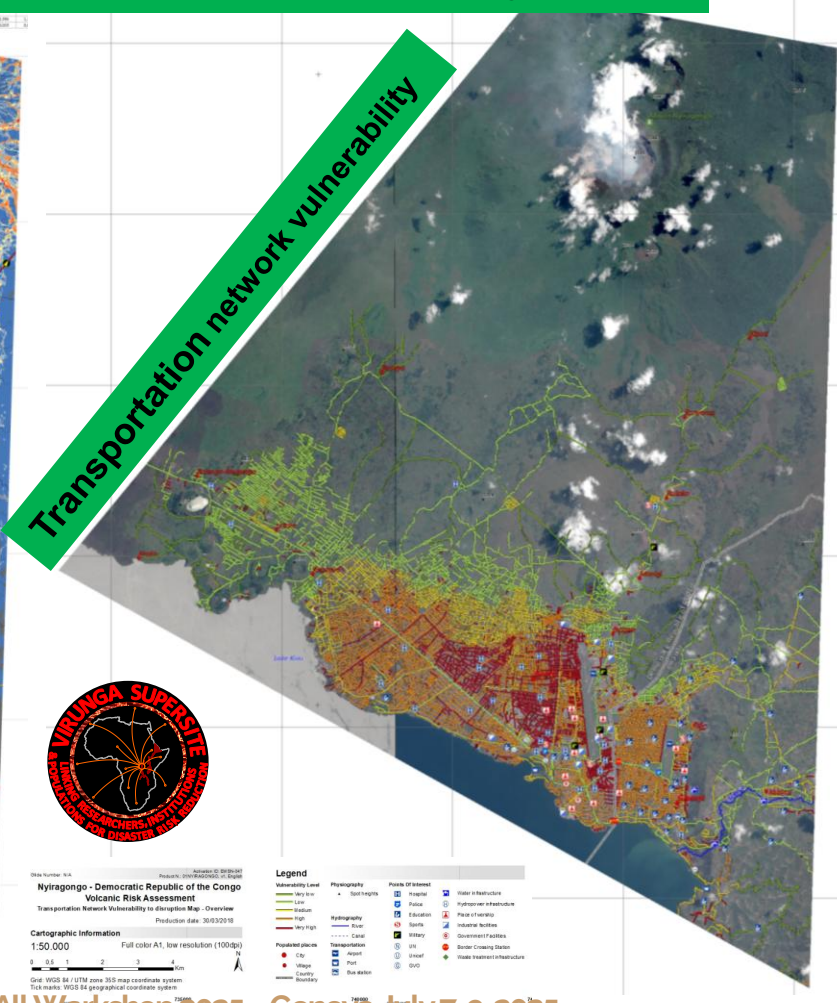
Land Use and Land Cover Map



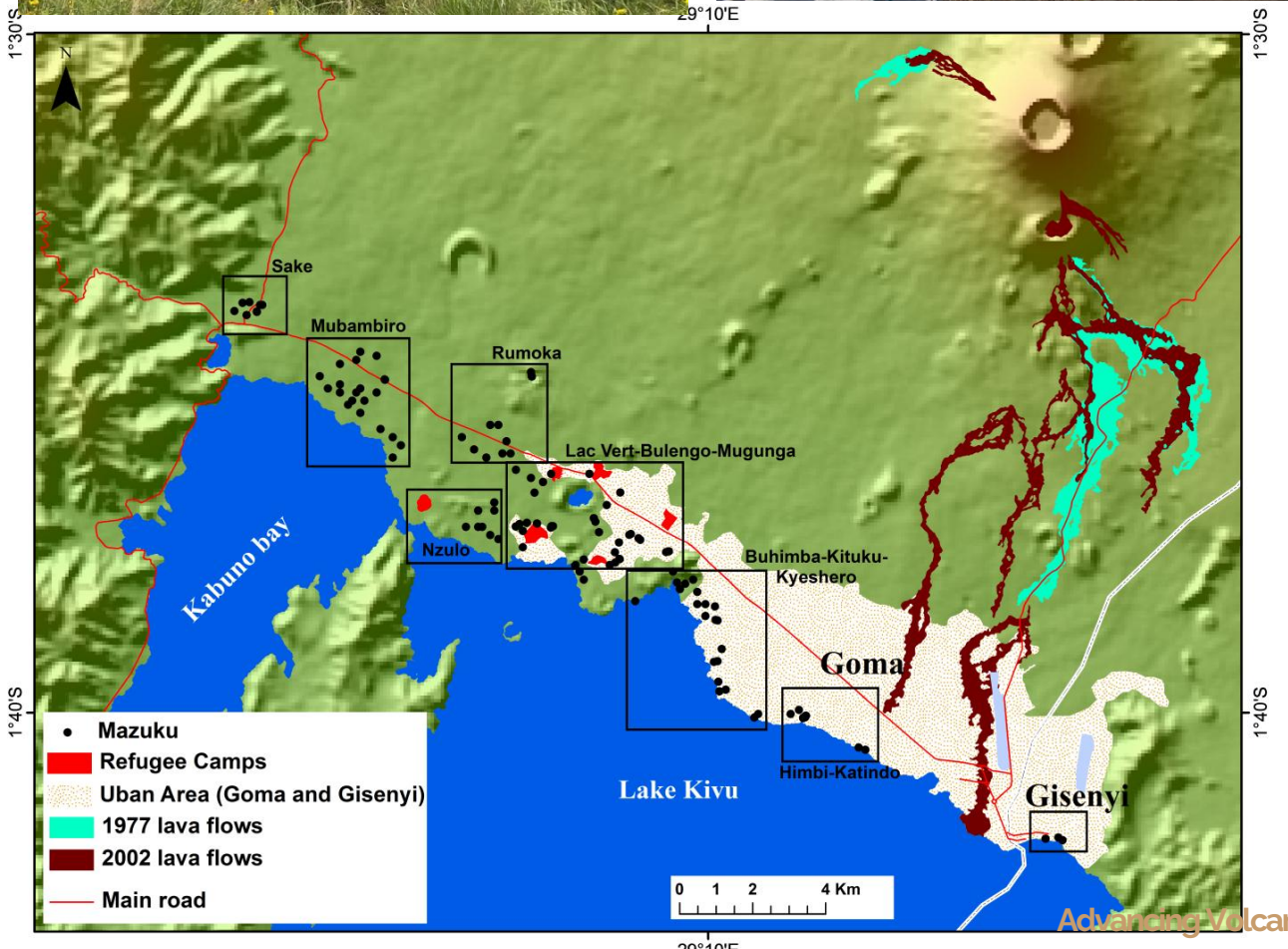
Lava flow Hazard Map

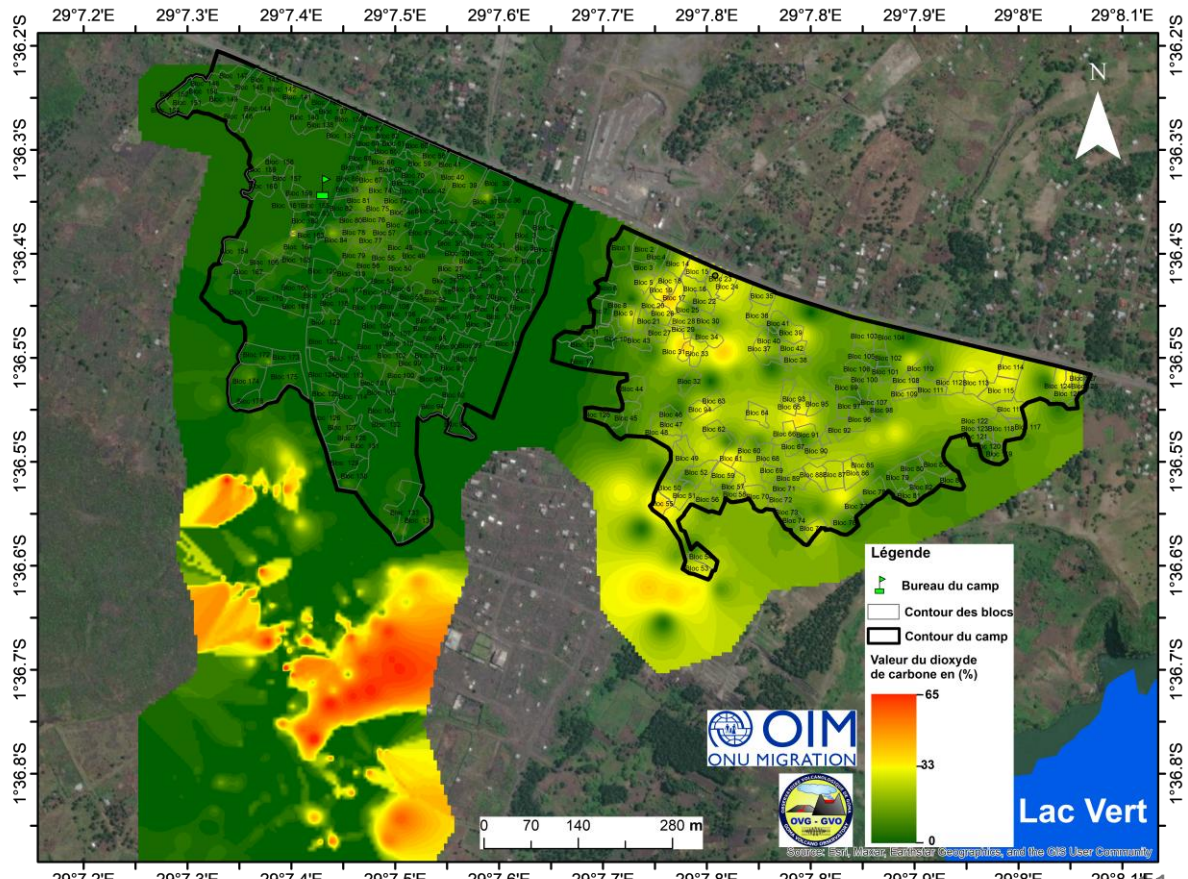


Transportation network vulnerability

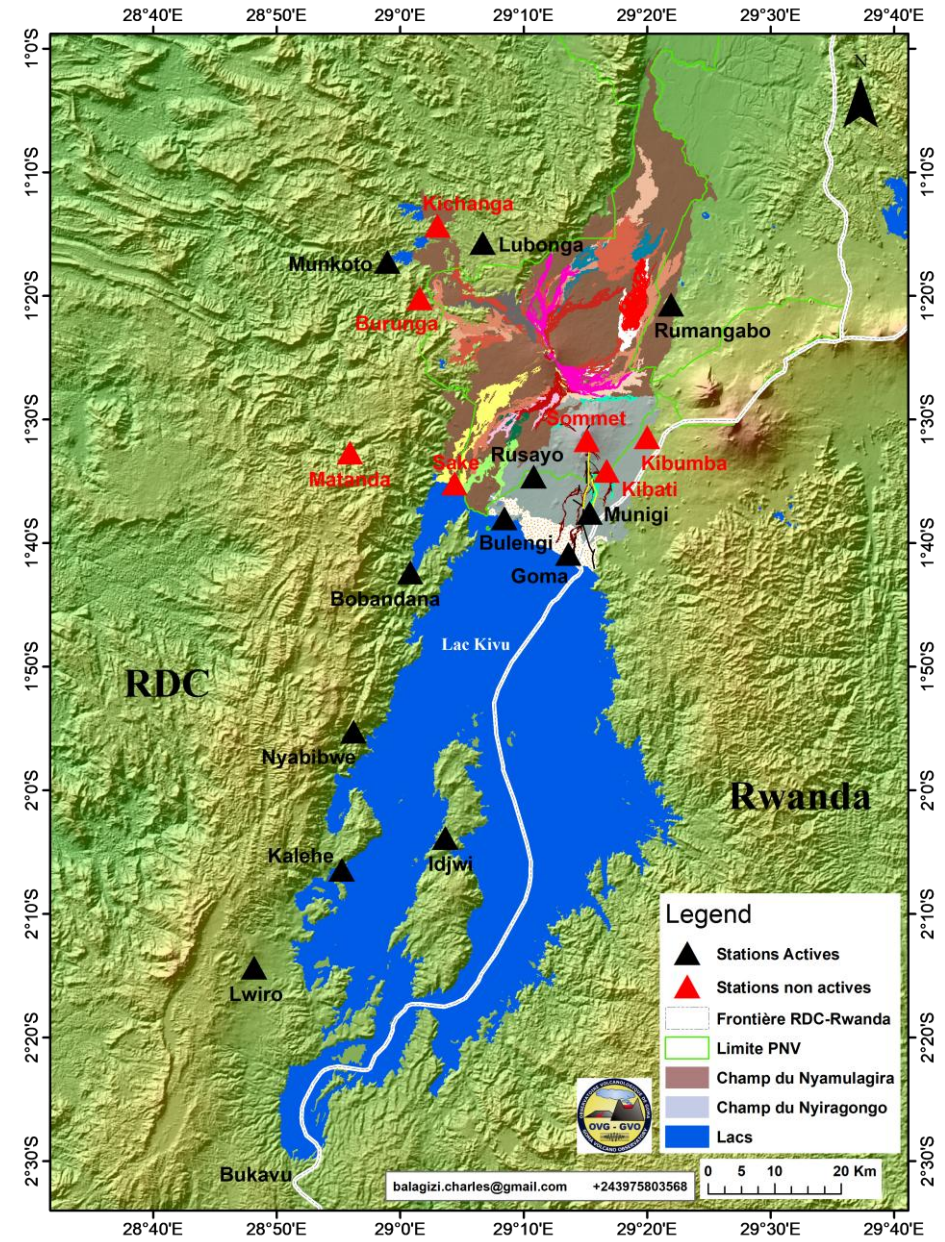


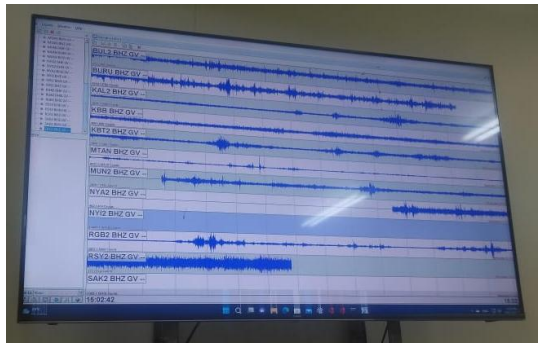
Mazuku hazards in Goma and surroundings

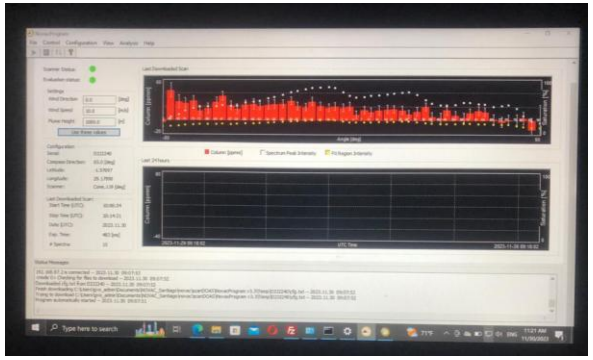




4.2. Monitoring of volcanoes and lake Kivu: seismic, geodesic and geochemical







- Network of 13 seismics stations
- Geodesy: 10 GNSS + Kinematic, EDM, Extenso
- Geochemical: DOAS, MultiGAS, T°, Lab

4.3. Communication: hazards information and early warning dissemination

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO
MINISTÈRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET INNOVATION TECHNOLOGIQUE
Observatoire Volcanologique de Goma
DIRECTION GÉNÉRALE

N/Réf: MRSIT/OVG/DG/GMT/PSM/134./2024

Bulletin spécial du 02 octobre 2024 relatif à l'activité aux volcans Nyiragongo et Nyamulagira, et les gaz du Lac Kivu

N.B. : Nous comptons sur votre diffusion fidèle, intégrale et sans aucun commentaire.

L'Observatoire Volcanologique de Goma (OVG) informe les populations de Goma et ses environs que les données instrumentales traitées dans le cadre du service minimum mettent en évidence les faits saillants suivants :

►**De la Séismologie** : L'analyse des données sismiques effectuée aux stations de Rumangabo, Rusayo, Munigi et Bulengo montre une augmentation du niveau d'énergie à partir du 15 juillet 2024, beaucoup prononcée à la station de Rumangabo. L'activité sismo-volcanique durant tout le mois de septembre 2024 est restée concentrée dans et autour des cratères des volcans Nyiragongo et Nyamulagira, avec un prolongement de cette dernière le long de la grande fracture reliant les deux volcans actifs de la région. Nous signalons également qu'entre le 21 et 22 septembre 2024, un essaim de séismes longue période a été localisé au Nyamulagira, témoignant de l'alimentation en magma de l'éruption en cours au volcan Nyamulagira. Un autre essaim a également été observée au volcan Nyiragongo à partir du 27 septembre 2024. Des trémors volcaniques de grande amplitude sont remarquables sur les séismogrammes. Pour ce qui est de l'activité tectonique du Rift Est-Africain, 55 séismes ont été essentiellement localisés dans le bassin du lac Kivu pour le mois de septembre 2024.

►**De la Géochimie** : Les concentrations et flux de dioxyde de carbone (CO_2) dans les fractures situées sur le flanc sud du volcan Nyiragongo ont montré une augmentation, surtout aux sites de Munigi. Les données mesurées depuis la station de Rusayo montrent une augmentation du volume de dioxyde de soufre (SO_2), témoignant de l'intensification de l'activité au volcan Nyiragongo. Les concentrations de dioxyde de carbone (CO_2) trouvées dans les mazuku indiquent que ces sites sont toujours dangereux et à éviter.

►**De la Géodésie** : Les mesures extensométriques au site Mont Goma et GPS cinématique dans la ville de Goma et au nord de la ville montrent une compression des fractures. Quant aux mesures inclinométriques, les montrent une inflation au site de Munigi. Le volcan Nyamulagira, qui est en éruption depuis le 12 juillet 2024 à l'issu d'un débordement de lave, a actuellement formé 3 coulées de lave sur ses flancs nord et ouest. La coulée nord-ouest a déjà parcouru environ 7 km, la coulée ouest

►**Le La Kivu** : Les mesures effectuées au lac Kivu dans le Golf de Kabuno indiquent qu'il n'y a pas eu de sortie massive de gaz, il n'y a donc pas eu d'explosion du lac Kivu. Les poisons sont morts dans une partie très peu profonde du lac où il y a absence des gaz (gaz carbonique et méthane). L'analyse des échantillons d'eau prélevés au site permettra de donner plus de lumière sur les causes exactes de la mort des poissons.

►**De la Technique** : La maintenance des réseaux des surveillances a été effectuée d'une manière intensive et continue. L'OVG demande à la population de la ville de Goma et ses environs de l'aider à sécuriser ses équipes sur différents sites.

Conclusion : Les données instrumentales acquises par l'OVG indiquent que l'activité volcanique reste soutenue au volcan Nyiragongo et Nyamulagira, avec une éruption en cours au Nyamulagira. Des phases d'activités intenses ont été observées sur toutes les mesures, entre le 14 juillet et le 30 septembre 2024. L'activité des volcans reste toujours en cours et nécessite un suivi minutieux.

Le niveau d'alerte du volcan Nyiragongo reste au JAUNE : VIGILANCE.

Fait à Goma, le 02 octobre 2024

Prof. Georges MAVONGA TULUKA
Directeur Général a.i

- Communication et Presse /Gouvernorat
- Cabinet MRSIT, SG/MRSIT, CSN/MRSIT,
- Radio: RTNC/NK, Okapi, Mahapi TV, Kivu 1, RTCT TV Emmanuel, Sauti ya Injili, Pole FM, VBR, Maria, Radio Bora, La colombe, HPTV, RGLPE, RAO FM, UB FM, Nations TV, RTSV, ICCN,
- Presse écrite : ACP, etc.
- Mairie de Goma, Protection civile
- FARDC, PNC, DGM, ANR, OCHA, DGDA, AUDITORAT M/Goma, FEC/NK,

Weekly report / alert

Centre information sur les volcans (CIV)

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

UNOPS

Training of community leaders on early warning

volcanic eruption alert siren

Volcanic hazards and waring signs

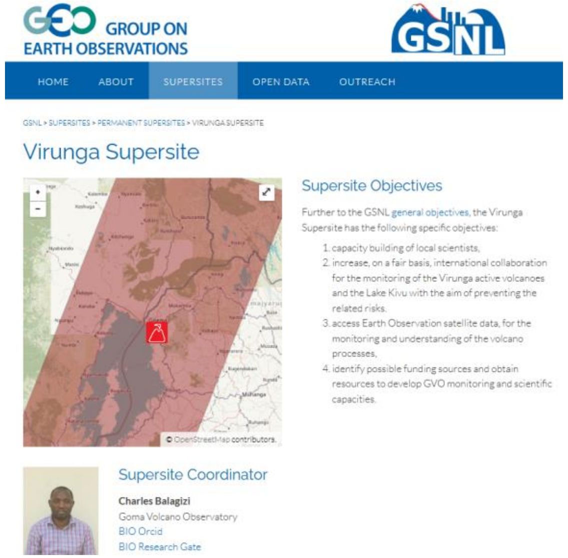
5. Importance of collaboration and partnership

USAID FROM THE AMERICAN PEOPLE

USGS science for a changing world

VDAP Volcano Disaster Assistance Program

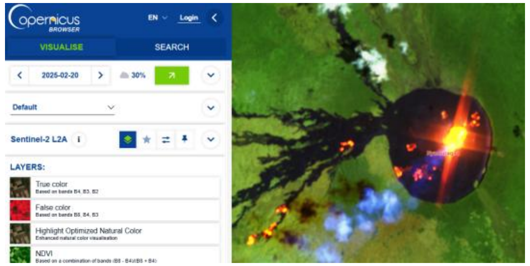
VDAP and INGV are of great support, they have been providing support to the GVO: equipment dotation and training of GVO scientists and technicians, support in data processing and interpretation

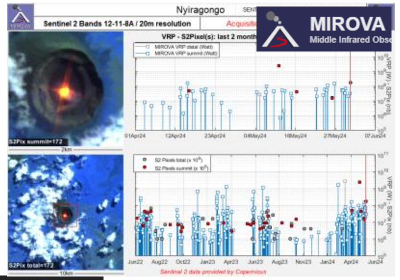


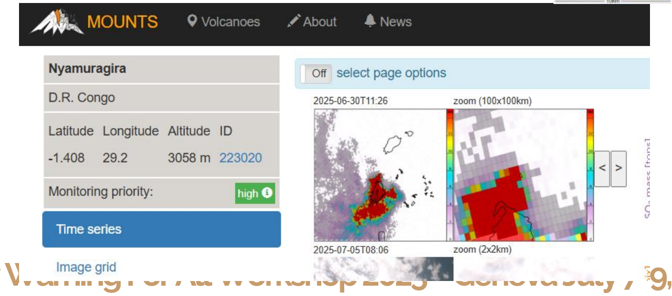
The CEOS space agencies

esa DLR CSA ASC NASA asi agenzia spaziale italiana CEOS cnes

Virunga Supersite, a GEO-GSNL initiative provides access, free of charge, to Multi Temporal of satellite imagery and processing to support volcanic hazards and volcano monitoring + equipment donation







6. Operational challenges & needs– future perspectives

- ❑ The Goma Volcano Observatory plays a central role in the Early Warning System for all in Goma and around, going from disaster assessment, monitoring as well as warning dissemination and communication

- ❑The Virunga is conflict-laden zone in the past 3 decades, this has strongly affected our operational capacities.

- ❑ There is strong need for capacity development of local scientists

- ❑There is strong need for infrastructures development for ground-based data collection, processing and storage

- ❑ Funding is needed to finance our daily activities

People displaced by the fighting with M23 rebels make their way to the center of Goma, Democratic Republic of the Congo, on Jan. 26, 2025. Moses Sawasawa/AP


Thanks for your attention
Aksanti sana!

Living on the Edge of an Active Volcano:

Enhancing Warning Dissemination & Preparedness — Lessons from Goma's Volcanic Risk Initiatives

Mafuko Nyandwi B and al.

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

INTRODUCTION

PLAN

PRACTICE

RESSOURCES

ACCESS

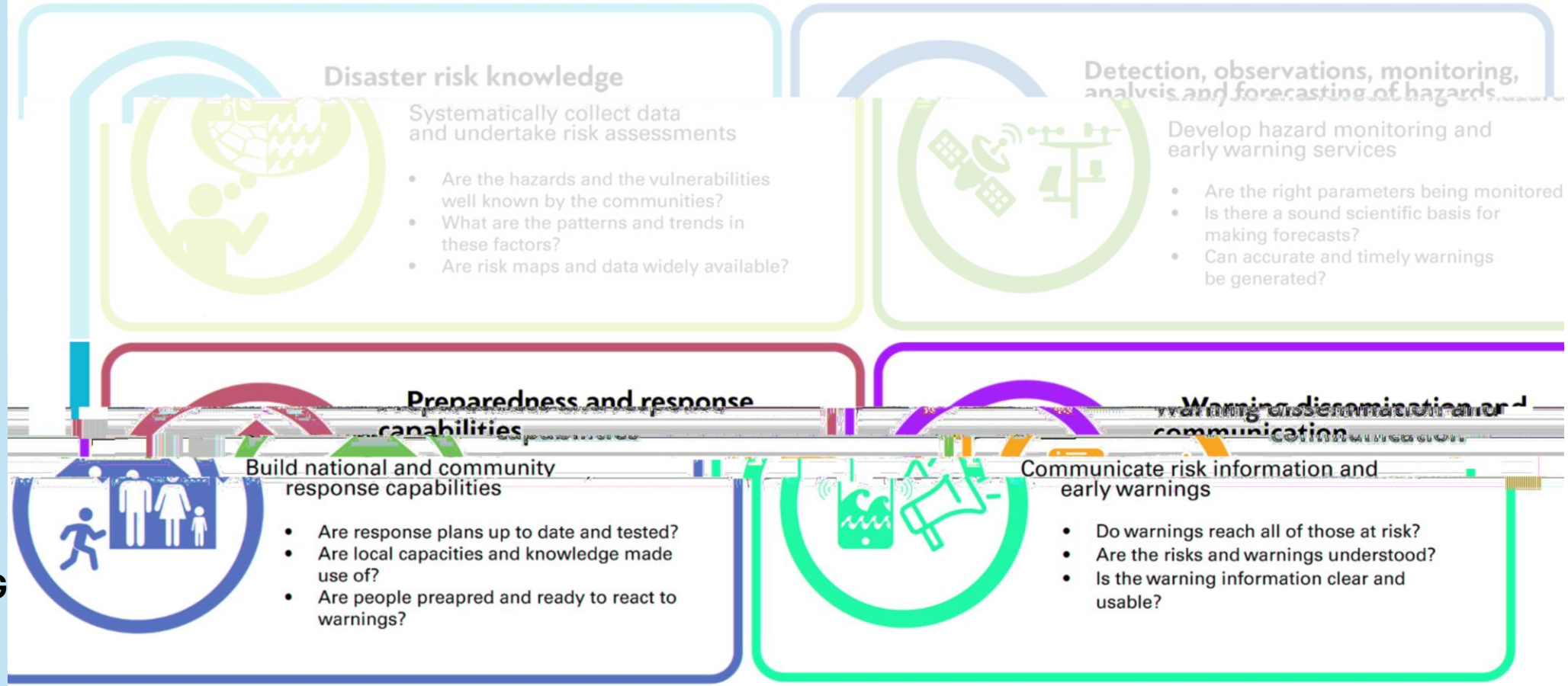
UNDERSTANDING

ACTION

KEY NOTES

Why this talk?

Early Warnings for All



School of volcanology and disaster risk management (Goma, DRC)

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

INTRODUCTION

PLAN

PRACTICE

RESSOURCES

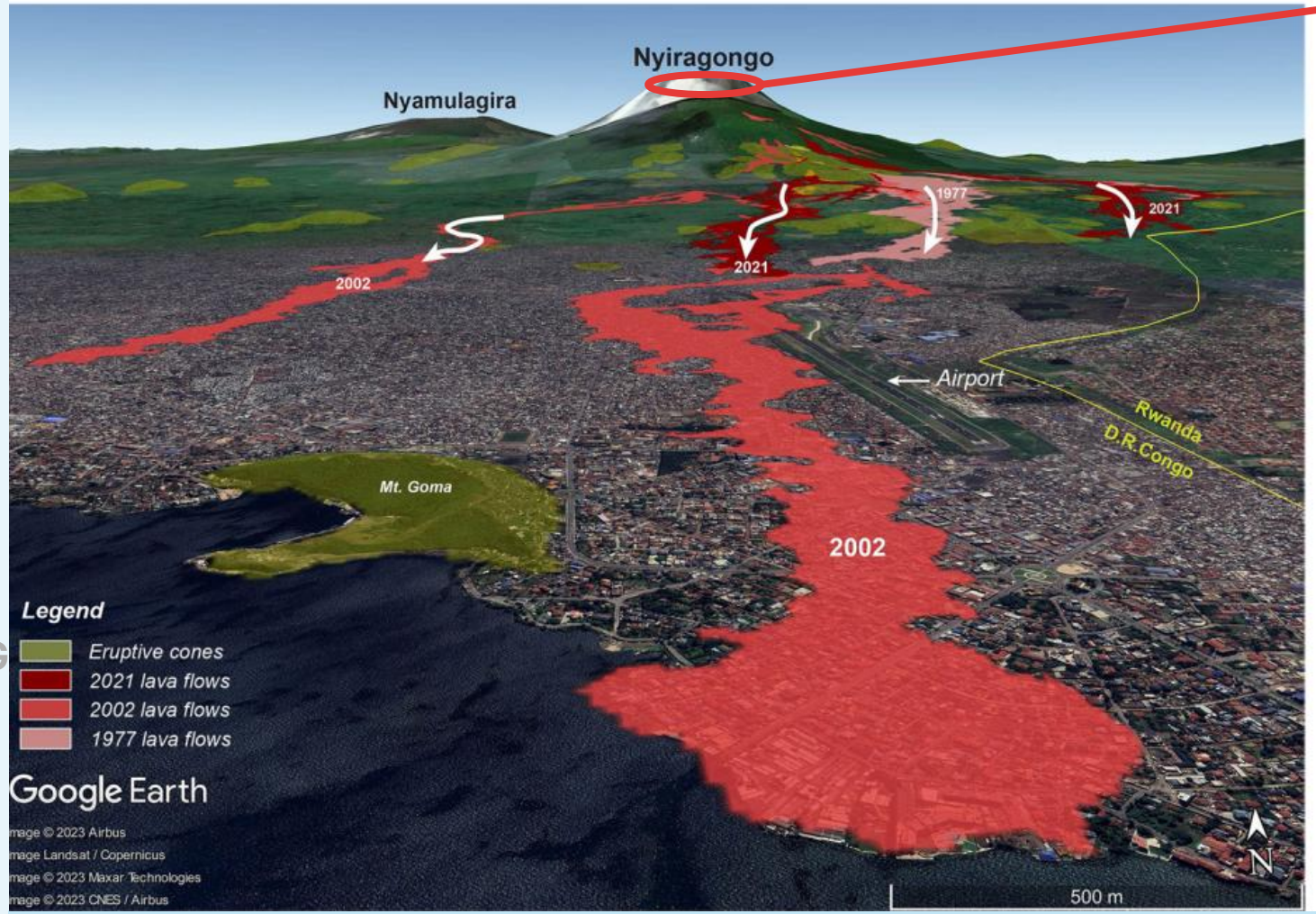
ACCESS

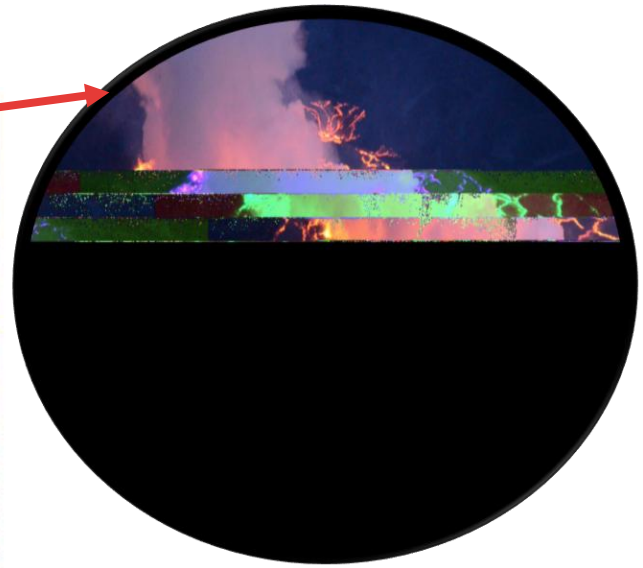
UNDERSTANDING

ACTION

KEY NOTES

Goma…





School of volcanology and disaster risk management (Goma, DRC)

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

Goma…

Early Warnings for All

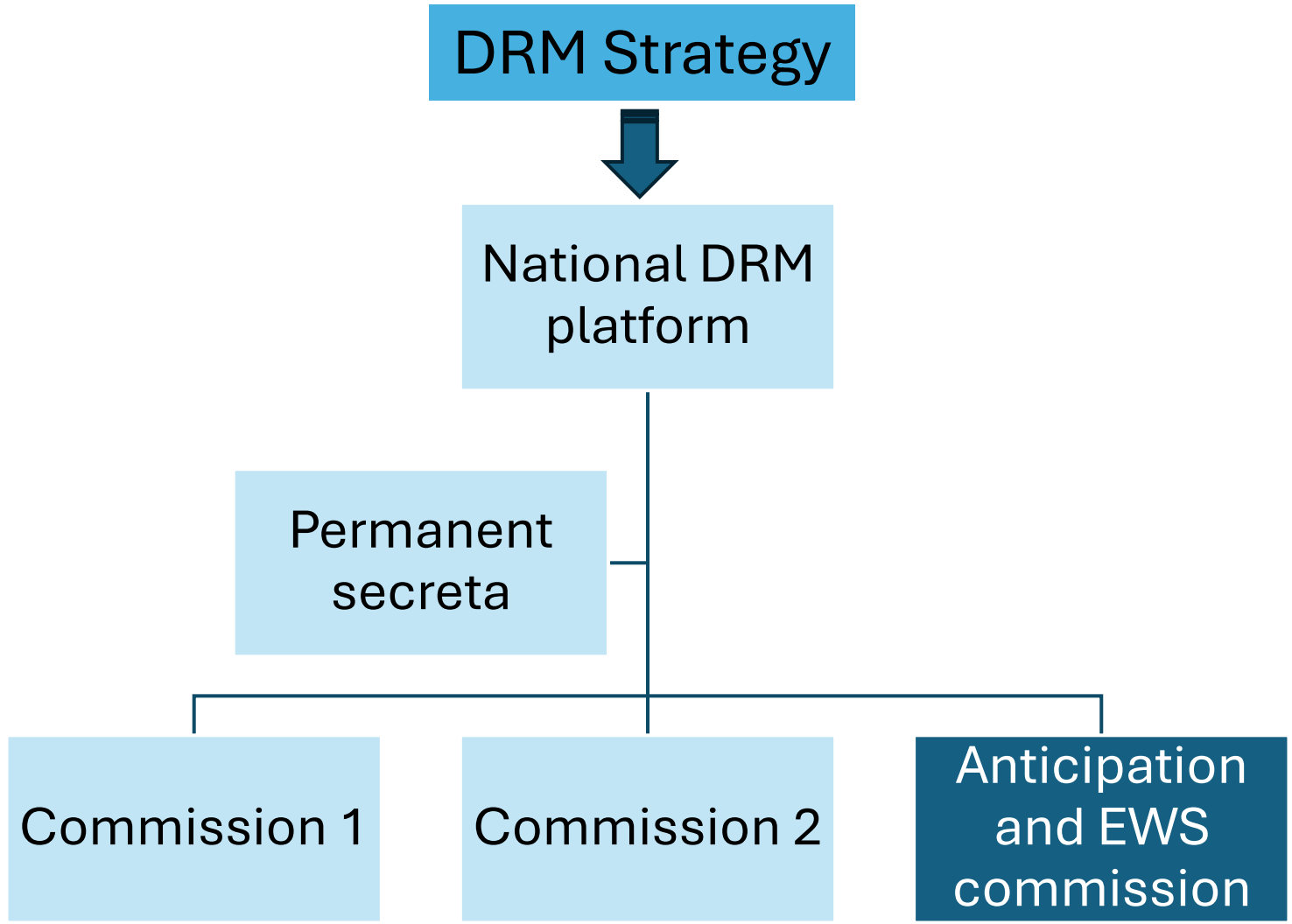
- More than 1 million inhabitants

- Humanitarian HUB
- Affected by armed conflict in the last 3 decades
- Data scarcity
- Poor risk communication
- Low trust in DRM actors

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

Plans…

1. At the national level



in progress of implementation

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

INTRODUCTION

PLAN

PRACTICE

RESSOURCES

ACCESS

UNDERSTANDING

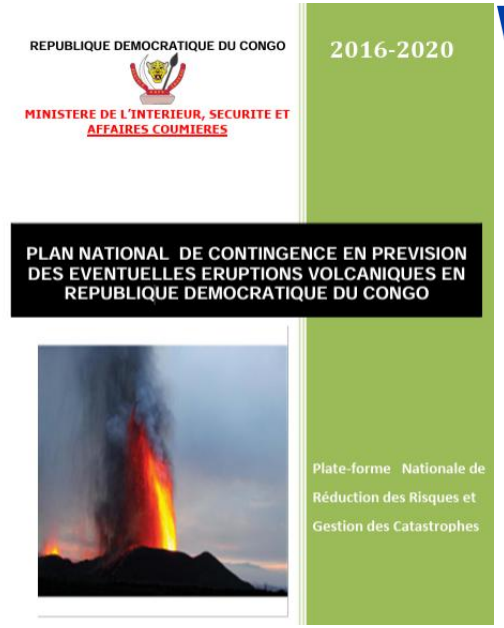
ACTION

KEY NOTES

Plans…

2. At district level

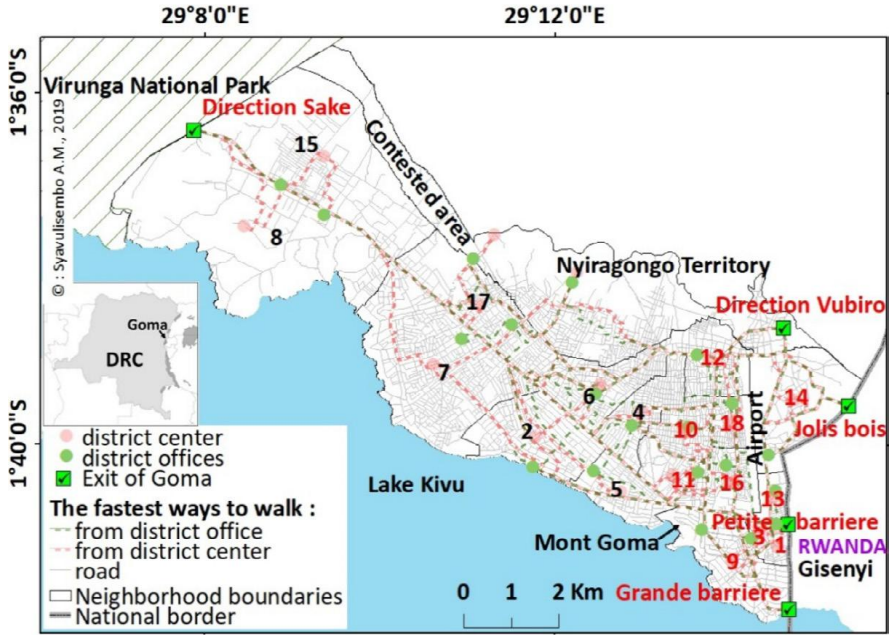
Early Warnings for All

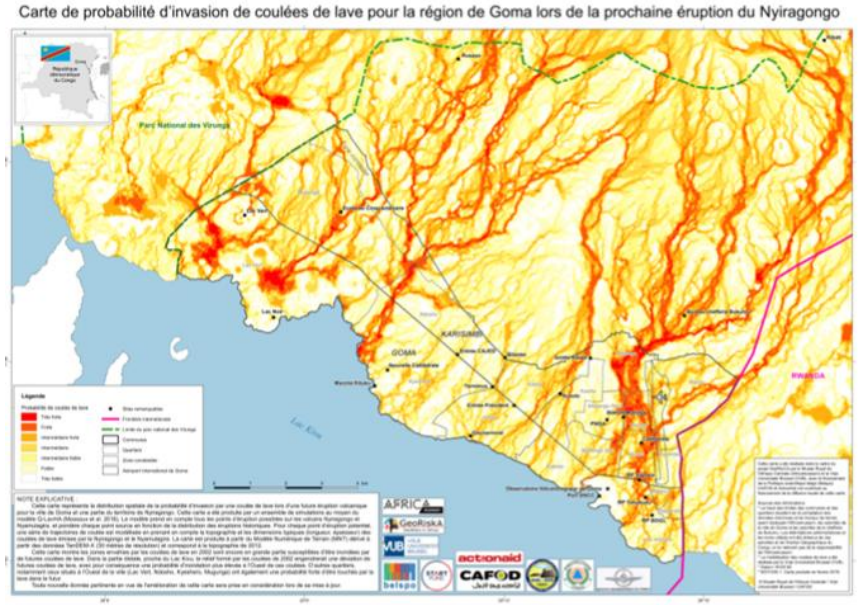


The 2021 eruption occurred without an **updated contingency** plan

&

No well-disseminated **evacuation** and **hazard maps**





Syavulisembo & al. 2025

School of volcanology and disaster risk management (Goma, DRC)

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

INTRODUCTION

PLAN

PRACTICE

RESSOURCES

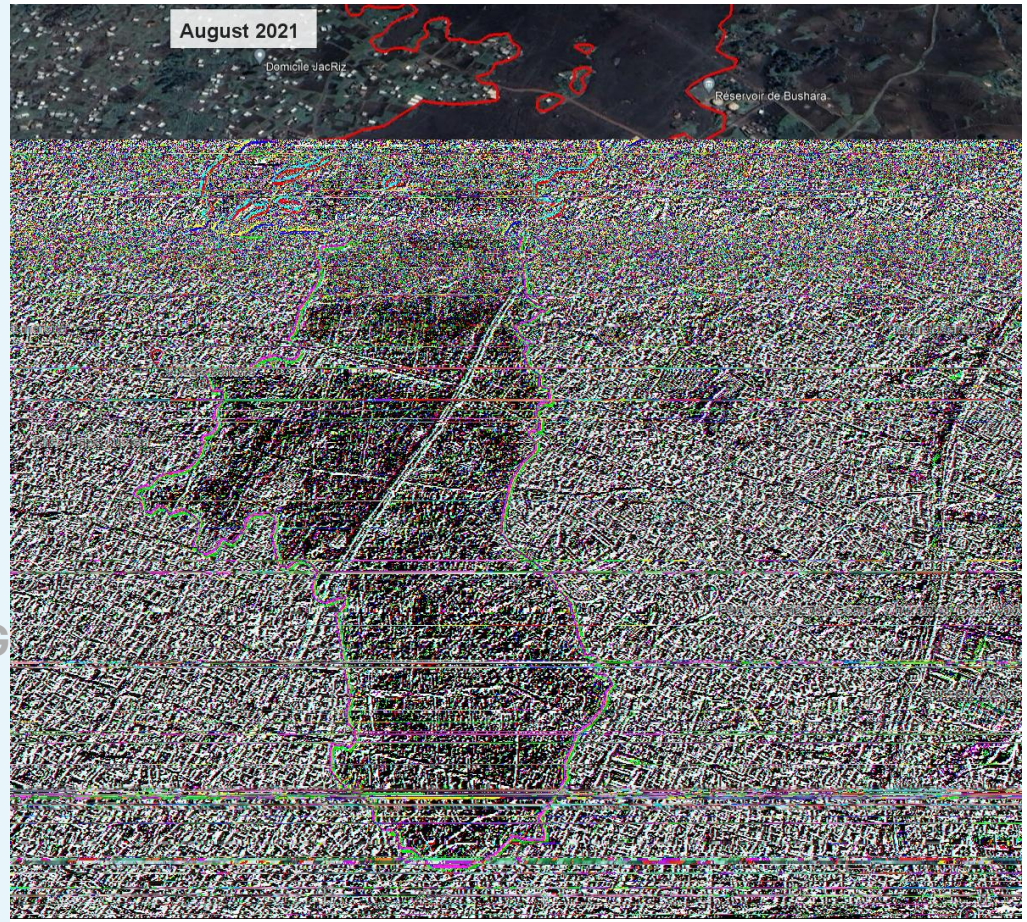
ACCESS

UNDERSTANDING

ACTION

KEY NOTES

PRACTICE: Are local capacities and knowledge made of use?



School of volcanology and disaster risk management (Goma, DRC)

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

INTRODUCTION

PLAN

PRACTICE

RESSOURCES

ACCESS

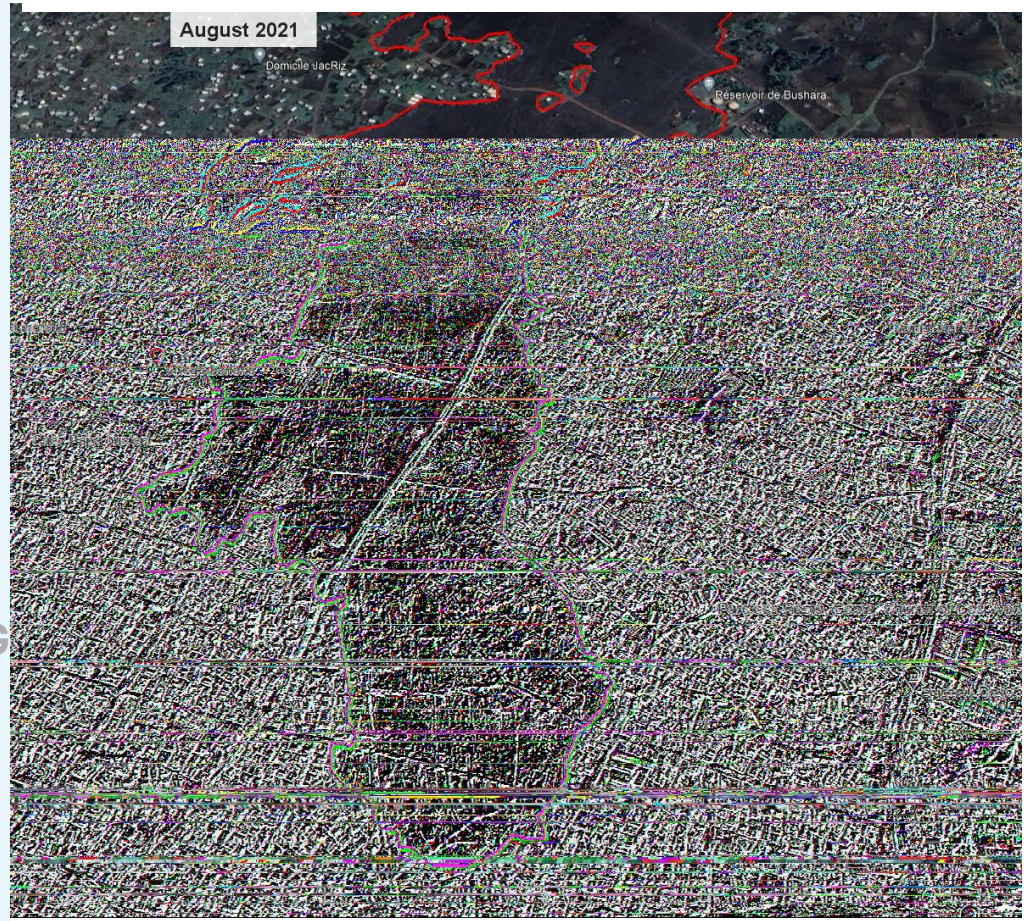
UNDERSTANDING

ACTION

KEY NOTES

PRACTICE: Are local capacities and knowledge made of use?

Preservation of the community ties was a priority than risk assessment: Effective EWS practices need to consider local context practices



School of volcanology and disaster risk management (Goma, DRC)

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

INTRODUCTION

ACCESS: Do warning reach all of those at risk?

Early Warnings for All

PLAN

PRACTICE

RESSOURCES

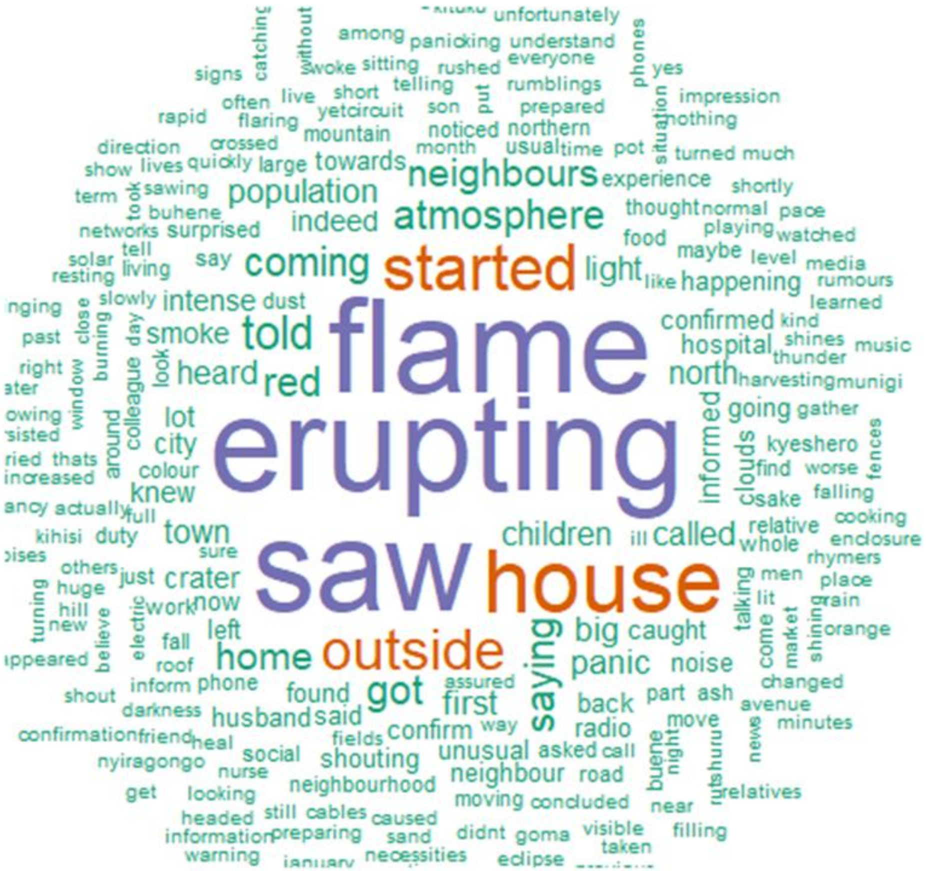
ACCESS

UNDERSTANDING

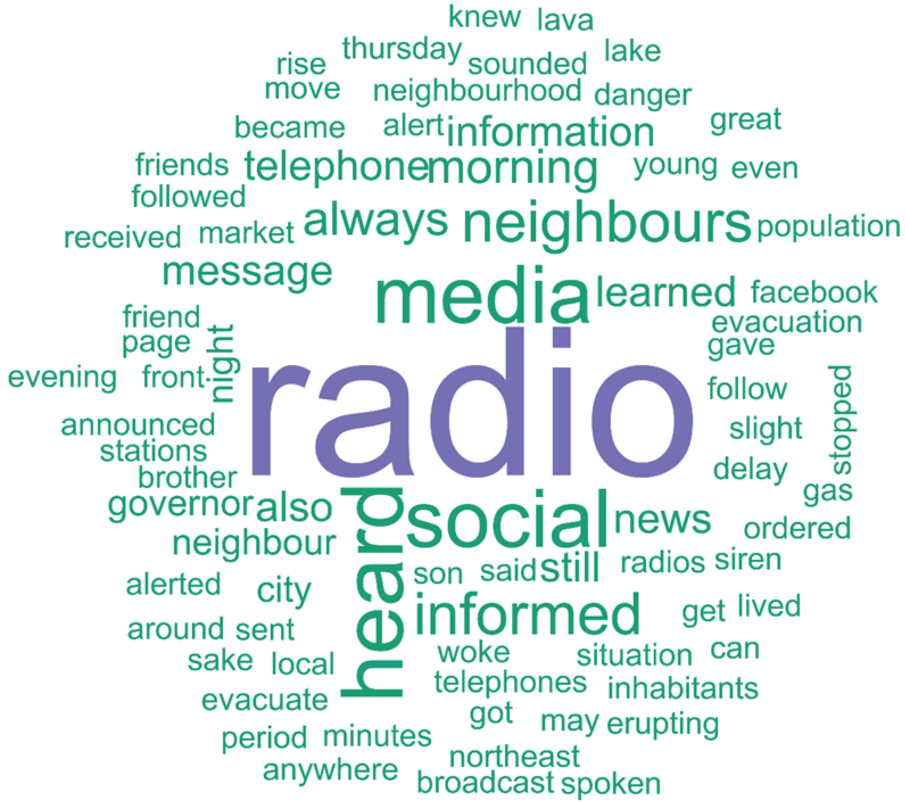
ACTION

KEY NOTES

Without warnings : self-evacuation



With warnings : Mandatory-evacuation



School of volcanology and disaster risk management (Goma, DRC)

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

ACCESS: Are the risks and warnings understood?

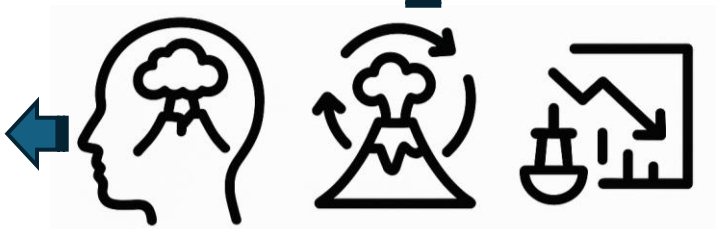
Early Warnings for All

Is not the information per se that determines whether people act to address their risk. Rather, decisions to act are determined by how people interpret the information. (Paton et al. (20208)

Heuristics guide judgment when risk information is scarce

2°. Normalization Bias
"Used to the Danger"

1°. Availability Bias
"Past Events = Present Risk"



3°. Adjustment Bias
"I've Seen This Before"

4°. Outcome Expectancy Bias
"Better Stay than Lose Everything"

5°. Anchoring Bias
"Can't Leave Without Them"

School of volcanology and disaster risk management (Goma, DRC)

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

INTRODUCTION

PLAN

PRACTICE

RESSOURCES

Goma

ACCESS

UNDERSTANDING

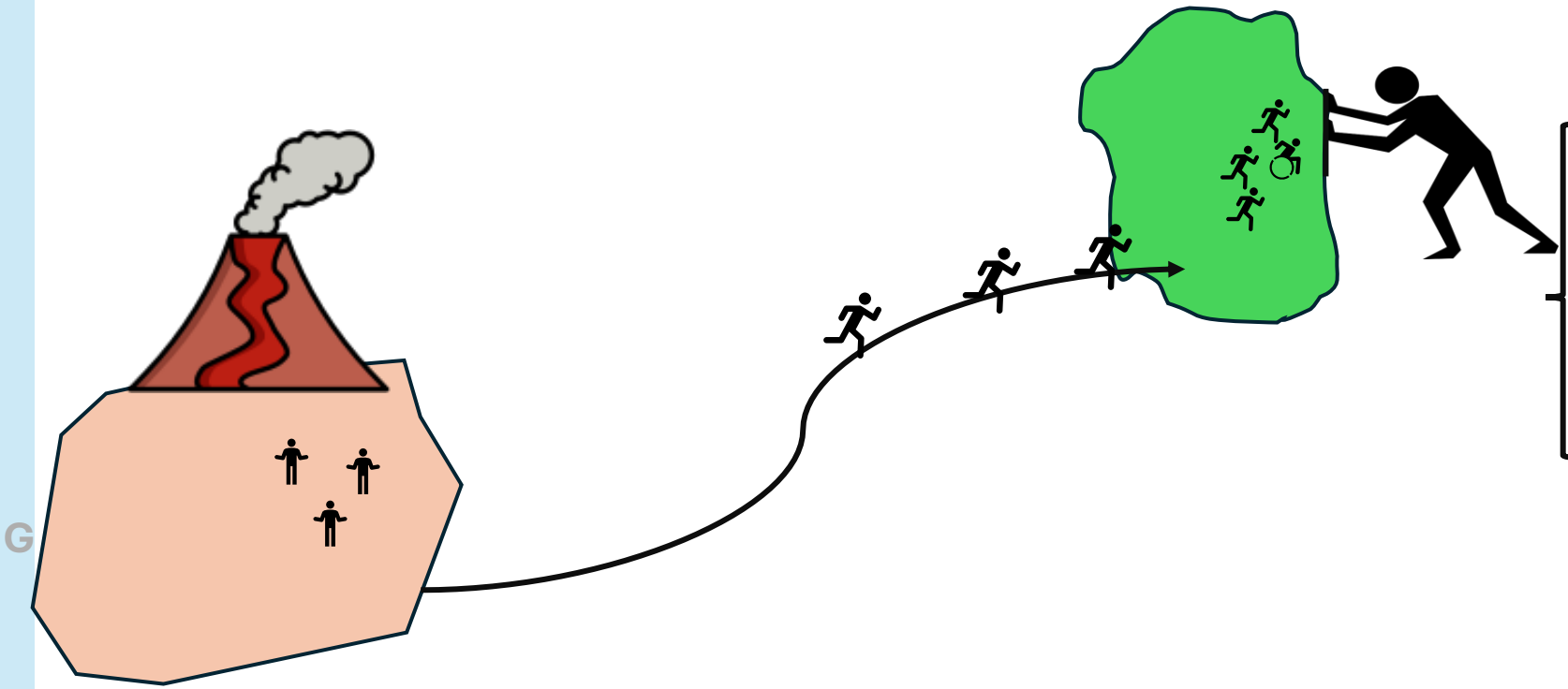
ACTION

KEY NOTES

ACTION: Is the warning information clear and usable?

Early Warnings for All

(a) Reasons for returning early to Goma



PUSH factors

- Poor shelter organisation
- Limited freedom
- Reduction of wellbeing
- Lack of resources

Mafuko Nyandwi. B, & al, (2023) in JVGR

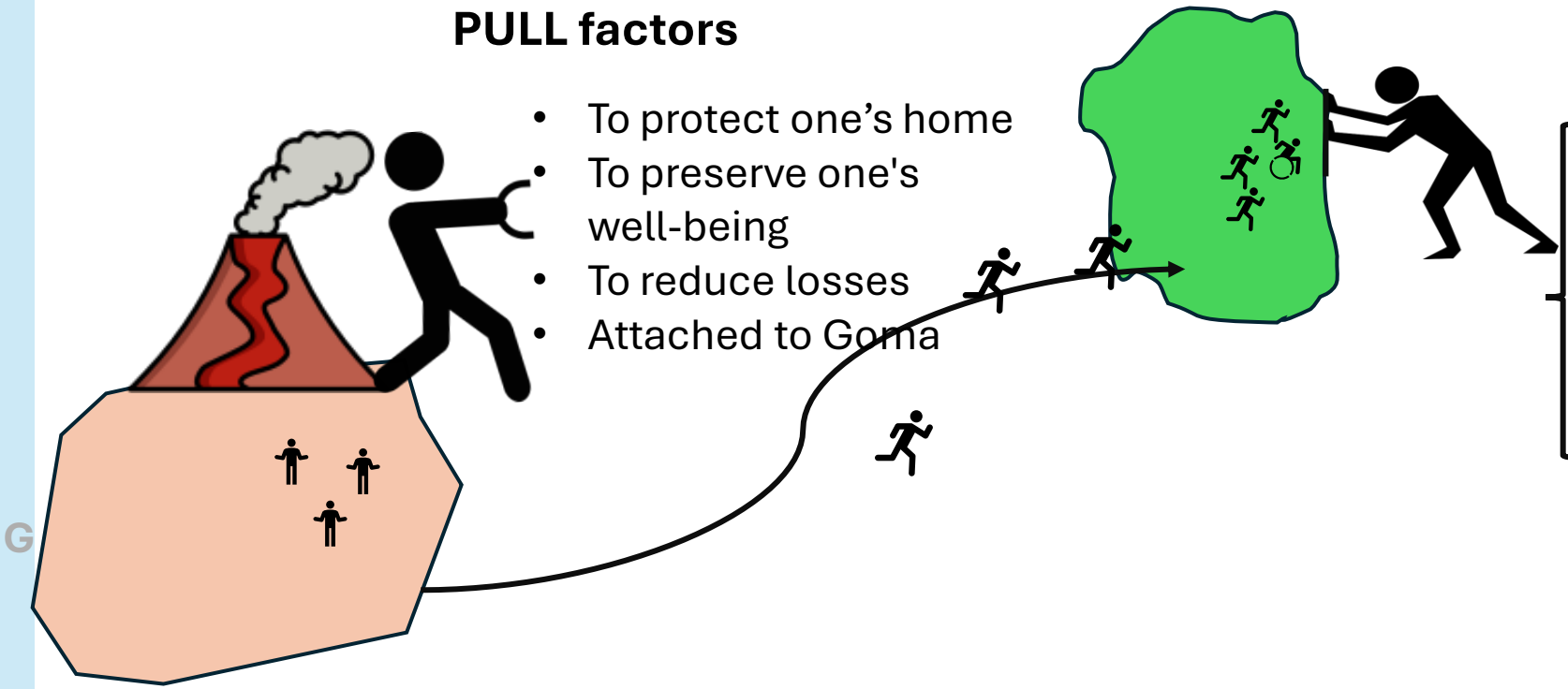
School of volcanology and disaster risk management (Goma, DRC)

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

ACTION: Is the warning information clear and usable?

Early Warnings for All

(a) Reasons for returning early to Goma



Mafuko Nyandwi. B, & al, (2023) in JVGR

School of volcanology and disaster risk management (Goma, DRC)

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

INTRODUCTION

PLAN

PRACTICE

RESSOURCES

Goma

ACCESS

UNDERSTANDING

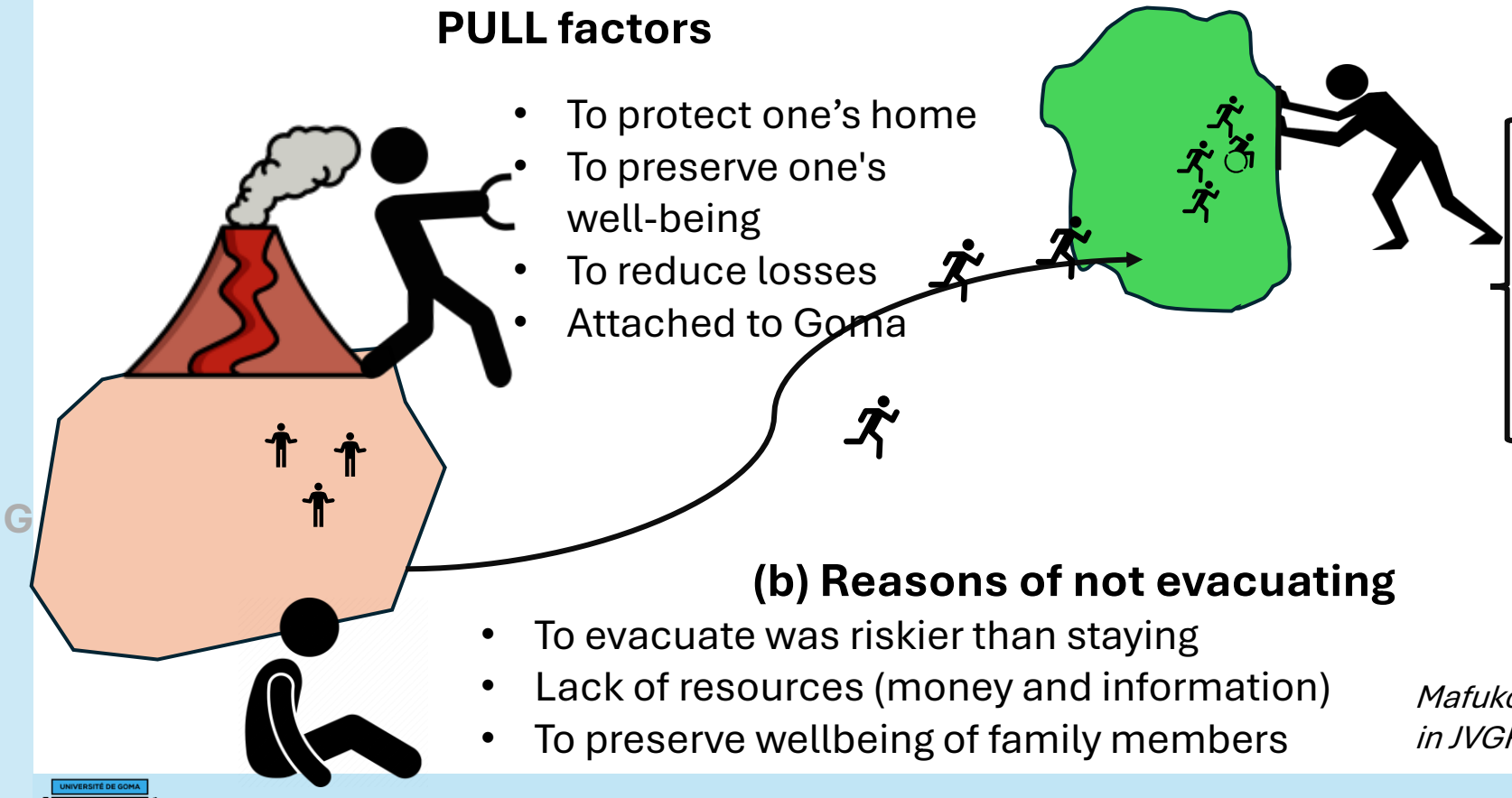
ACTION

KEY NOTES

ACTION: Is the warning information clear and usable?

Early Warnings for All

(a) Reasons for returning early to Goma



PULL factors

- To protect one's home
- To preserve one's well-being
- To reduce losses
- Attached to Goma

PUSH factors

- Poor shelter organisation
- Limited freedom
- Reduction of wellbeing
- Lack of resources

(b) Reasons of not evacuating

- To evacuate was riskier than staying
- Lack of resources (money and information)
- To preserve wellbeing of family members

Mafuko Nyandwi. B, & al, (2023) in JVGR

School of volcanology and disaster risk management (Goma, DRC)

Blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd

Take-aways

- **Need to improve risk knowledge among locals:** Natural processes are not well understood by the community

- **Effectiveness requires preparation:** Various materials (e.g., hazard maps, alert protocols) need regular updating and proactive dissemination

- **Co-created solutions are essential:** Effective early warning implementation must consider local context and local informal warning dessemination

Thank you very much!

More details:

blaise.mafuko.nyandwi@unigom.ac.cd