

PROJET D'URGENCE ET DE RÉSILIENCE URBAINE DE KANANGA (PURUK)



Carles Raimat-Arabela Vega 28 septembre 2023





OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

1 FIN DE LA POBREZA 	2 HAMBRE CERO 	3 SALUD Y BIENESTAR 	4 EDUCACIÓN DE CALIDAD 	5 IGUALDAD DE GÉNERO 	6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO 
7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE 	8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO 	9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA 	10 REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES 	11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES 	12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES 
13 ACCIÓN POR EL CLIMA 	14 VIDA SUBMARINA 	15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES 	16 PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS 	17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS 	 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE







Utilisation des terres et instabilité des pentes

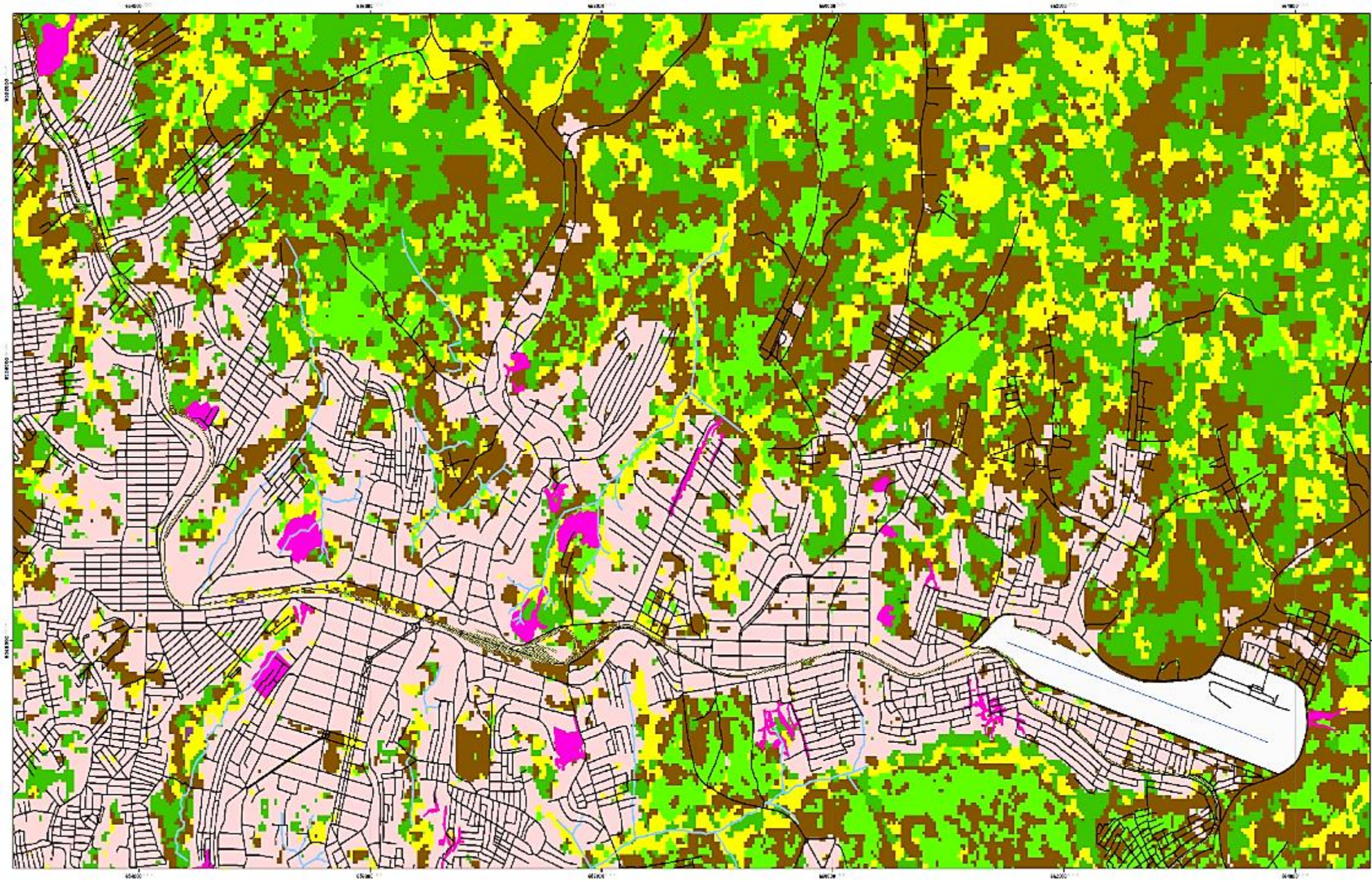
Legend

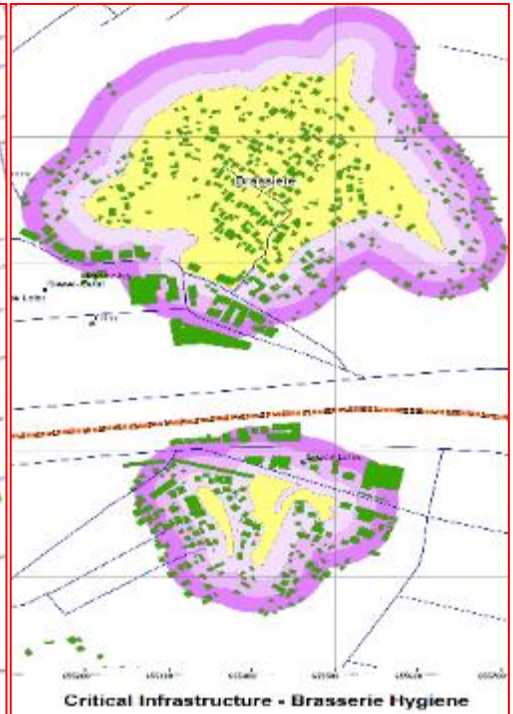
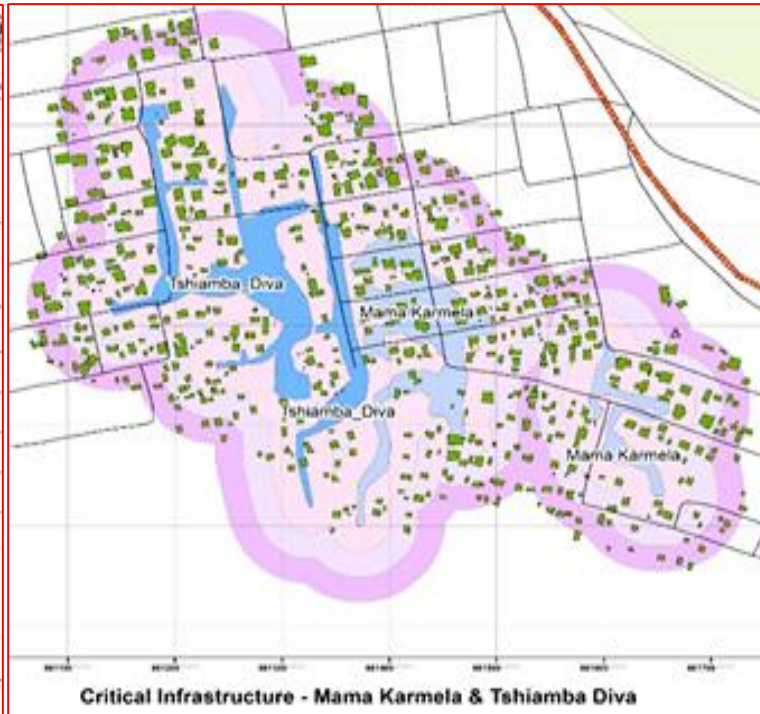
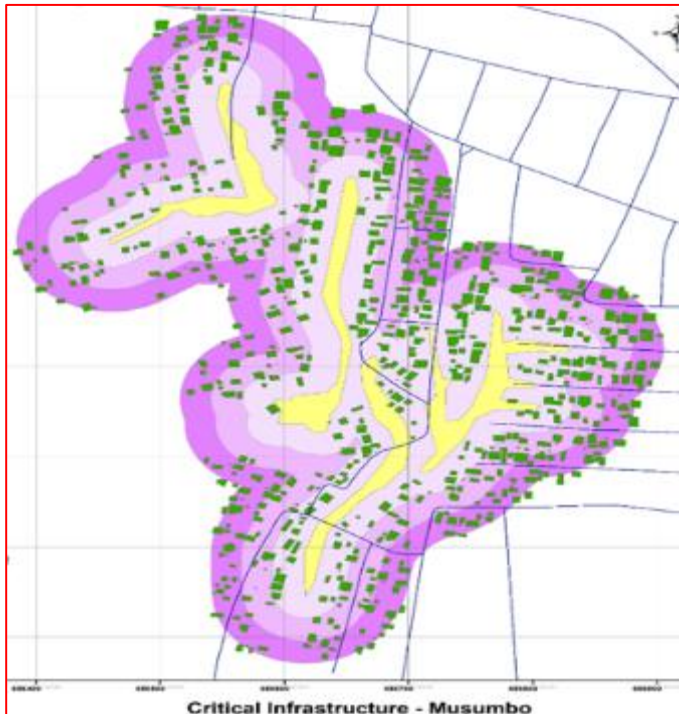
- Railway-station-point
- Highway line
- Power-line
- Public transport line
- Railway-line
- Water-line
- Airport-line
- Airport
- Gullies_Kinanga
- Soil use
 - Bare area
 - Built up areas
 - Cropland
 - Grassland
 - Lichen Mosses / Sparse vegetation
 - River
 - Shrubs cover areas
 - Trees cover areas
 - Vegetation aquatic or regularly flooded

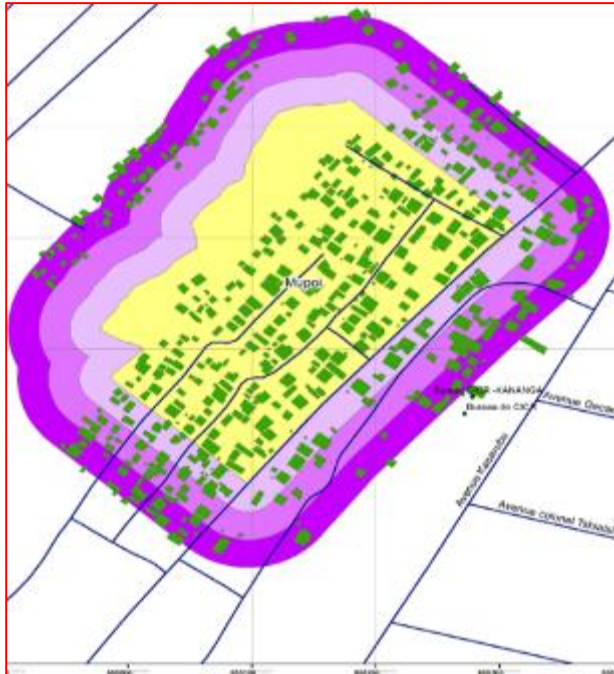
Source: ESA, 2010



1:15,000



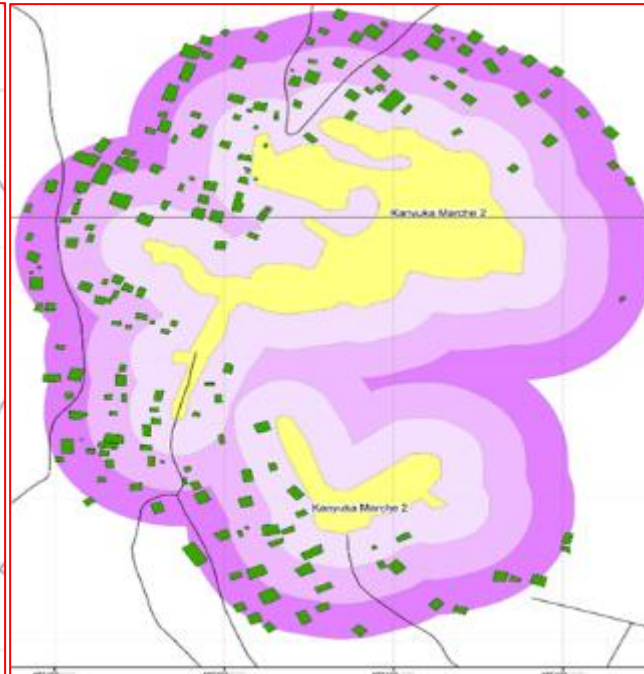




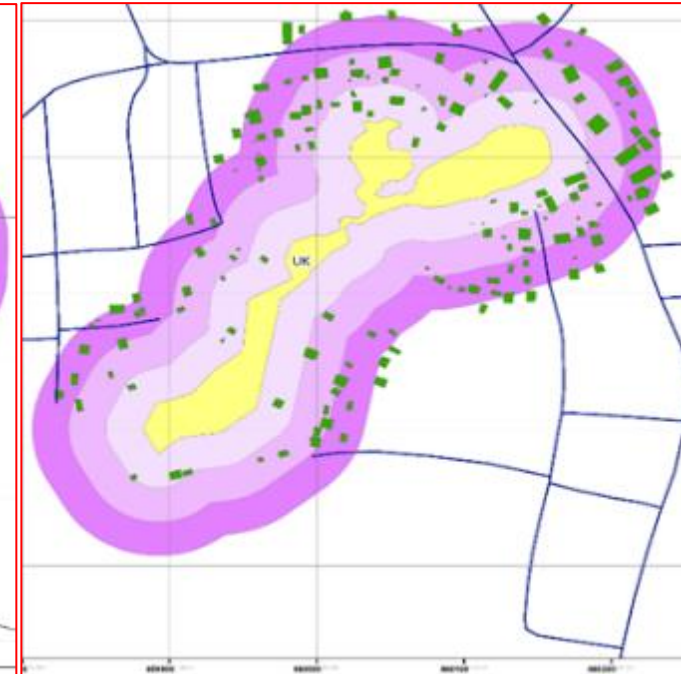
Critical Infrastructure - Mupoi



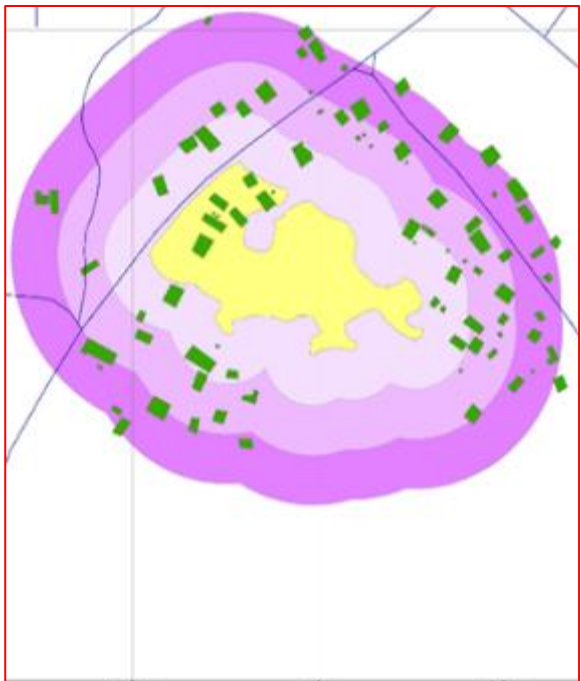
Critical Infrastructure - Neo Apostolique



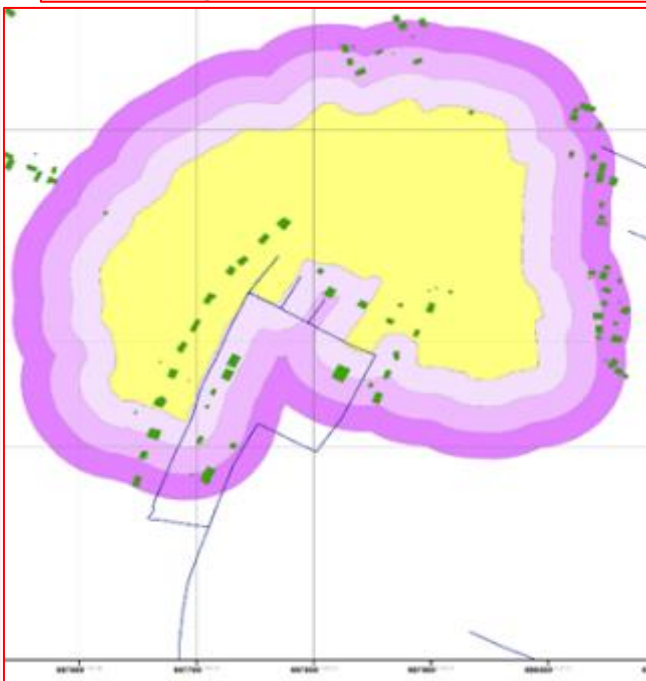
Critical Infrastructure - Kayunga Marche 2



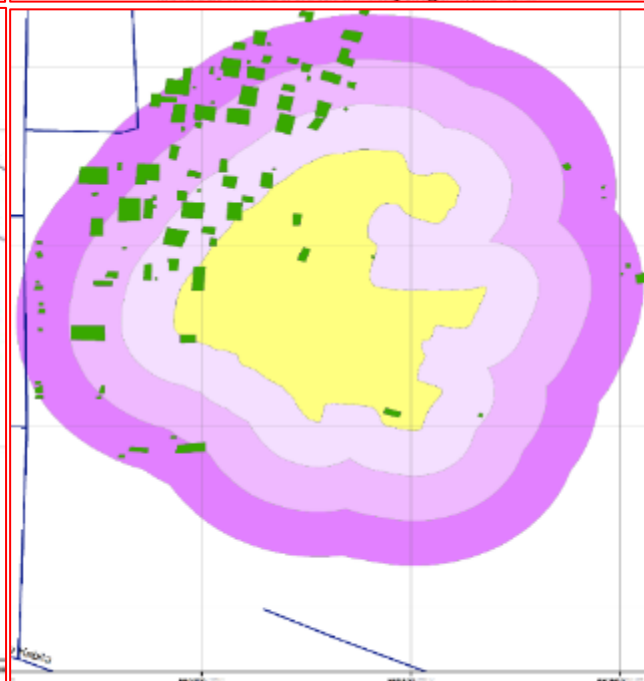
Critical Infrastructure - UKA



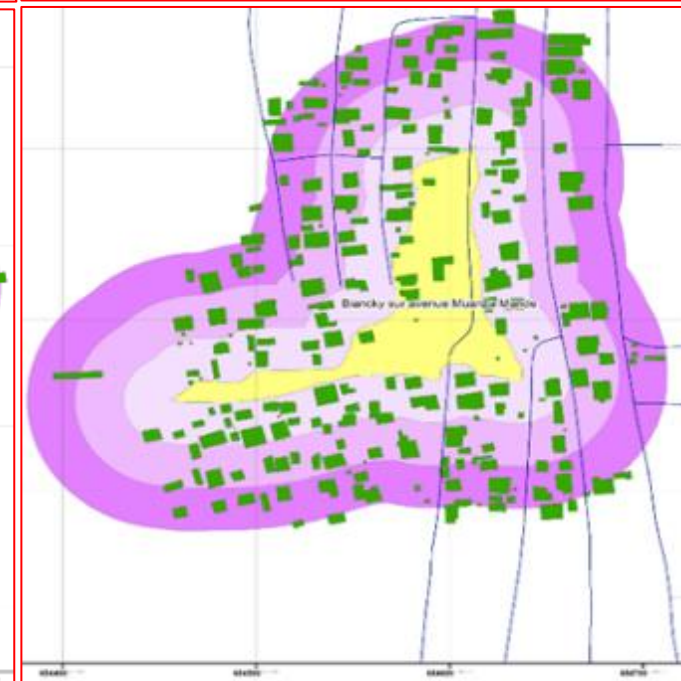
Critical Infrastructure - Metodiste



Critical Infrastructure - Ilunga sur les avenues Mulambe et Ilunga



Critical Infrastructure - Solongo



Critical Infrastructure - Blancky sur avenue Muanza Mande



Causes de l'instabilité des pentes

➤ Naturelles:

- Caractéristiques des sols
- Intensité des pluies

➤ Anthropogéniques:

- Déboisement
- Surpâturage
- Compactage du sol dans les sentiers pédestres
- Expansion urbaine aléatoire.
- Drainage pluvial inadéquat dans les sentiers, les routes et les villes...







6 de junio, 2012



22 de diciembre, 2012



21 de mayo, 2017

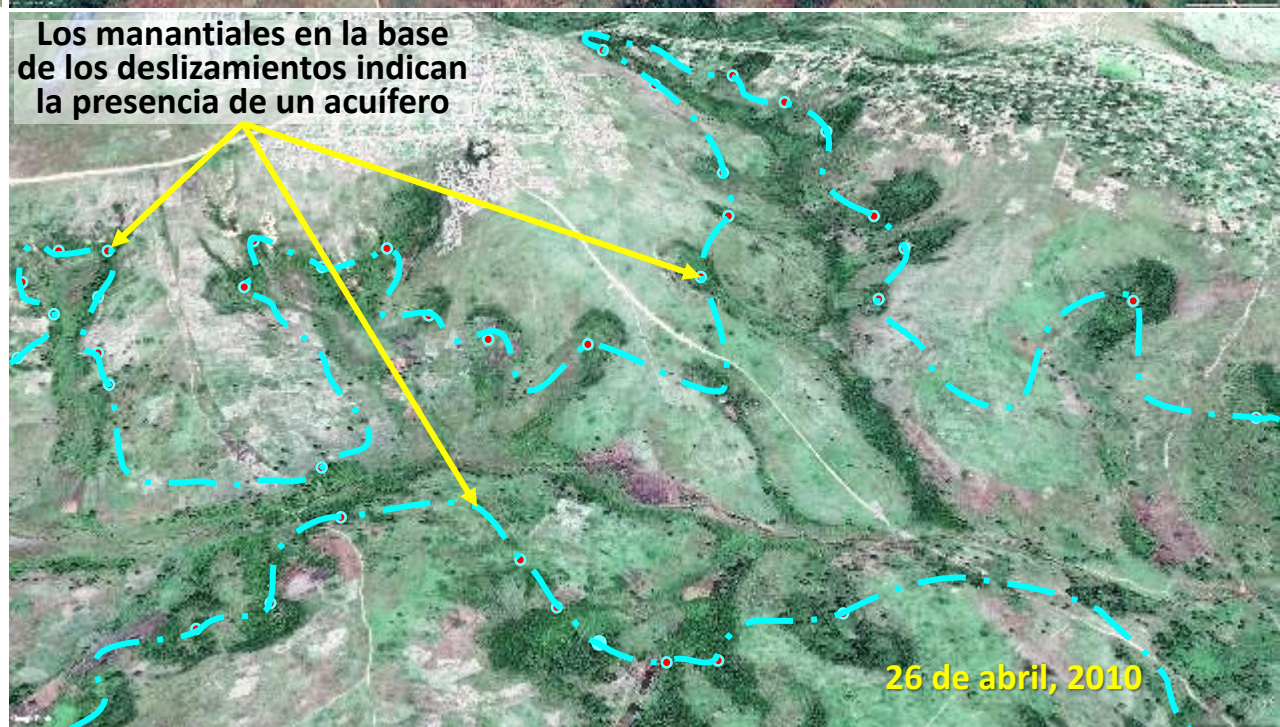
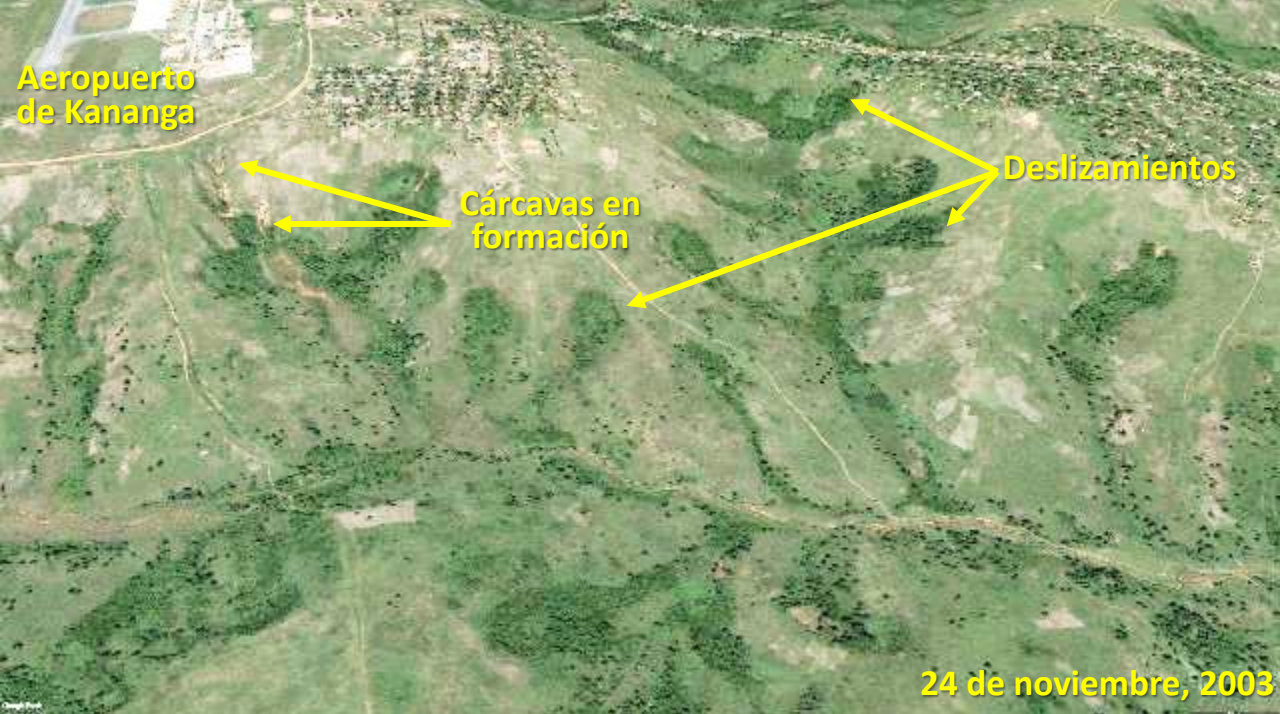


19 de abril, 2019

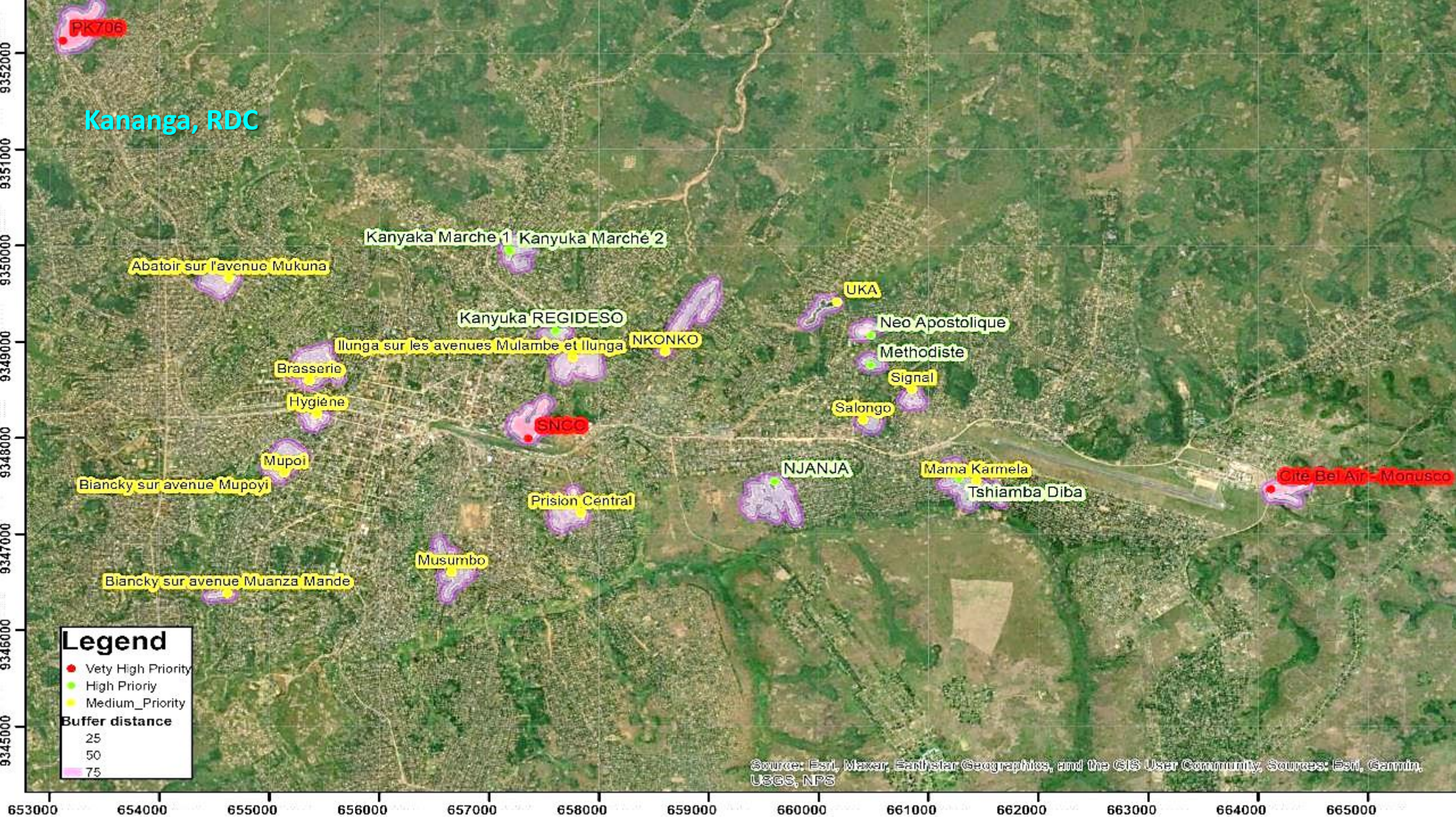
SNCC; 3 August, 2022











Le projet PURUK a deux objectifs principaux

- Interventions d'urgence pour stabiliser les érosions aux sites prioritaires à KANANGA (RDC)
- Stratégie intégrale à long terme pour prévenir les érosions

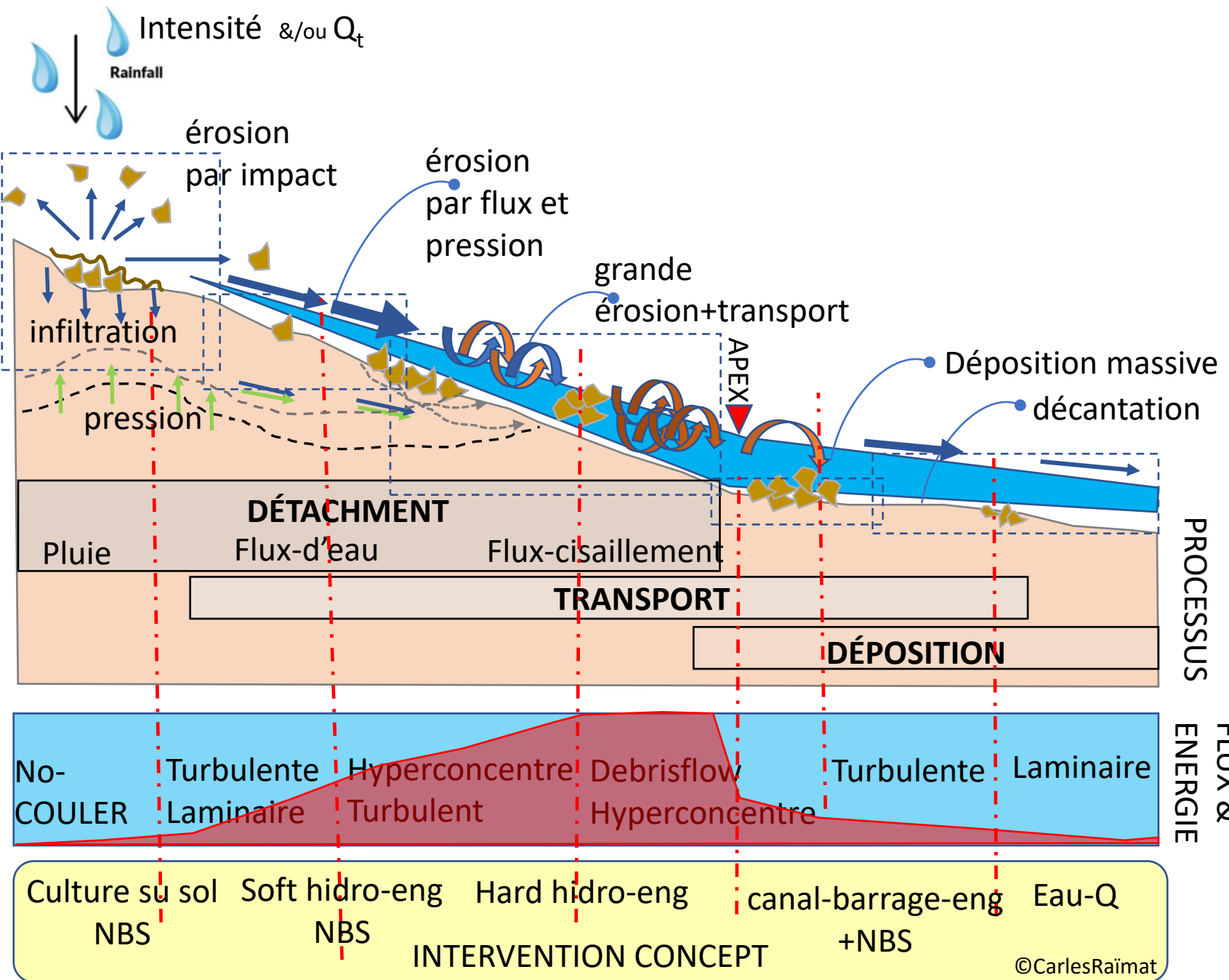
Les grandes questions qu'on s'est posé depuis le debut de l'engagement

- Quelle est l'ampleur du problème?
- Quelles sont les causes des érosions? Est-ce qu'il y des facteurs aggravants?
- Comment trouver des solutions durables?
- Comment protéger les populations vulnérables?
- Comment impliquer les communautés dans les solutions?

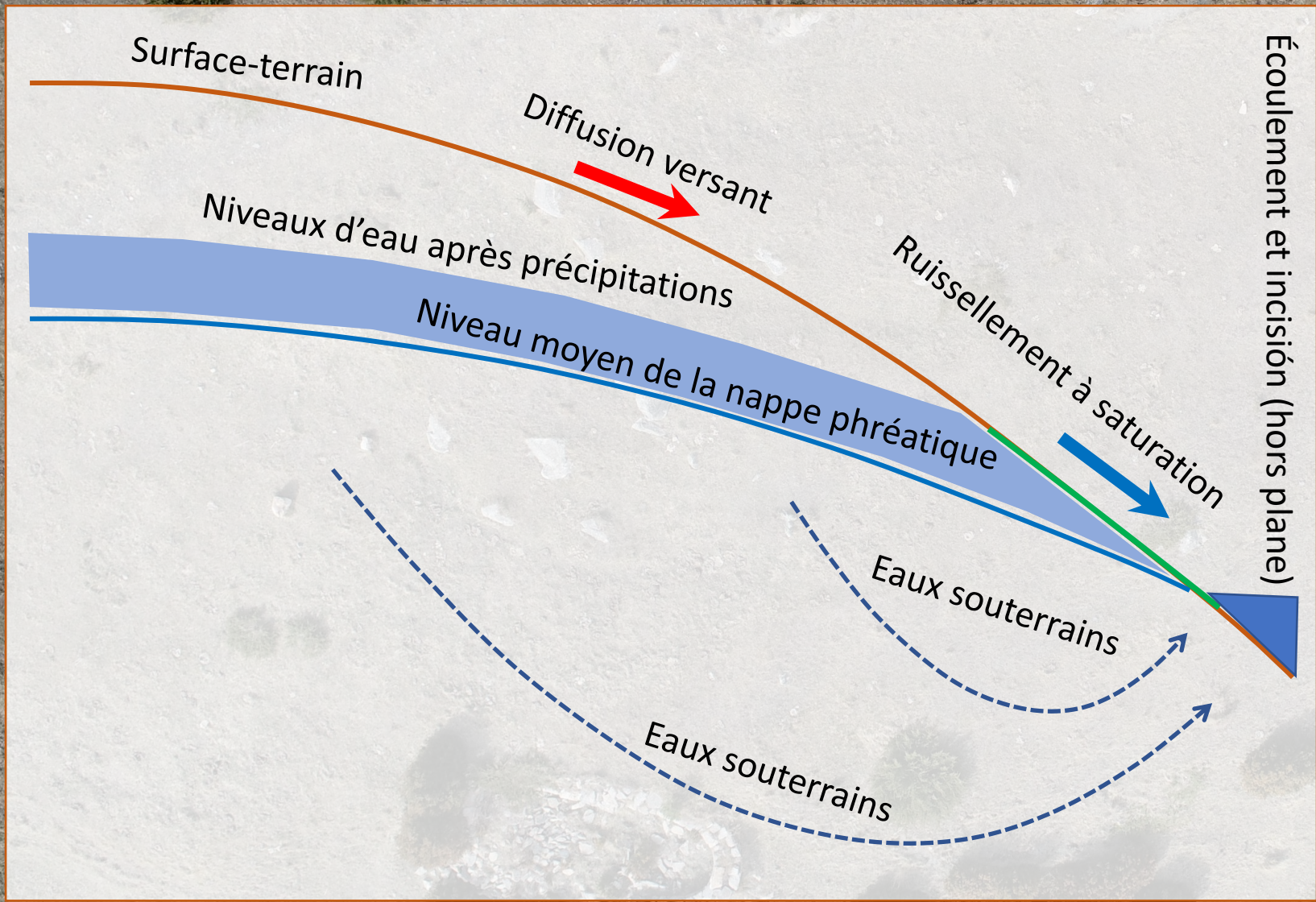
An aerial photograph of a dry, eroded landscape. The terrain is characterized by a network of gullies and rills, with light-colored soil and scattered rocks. Sparse green and brown vegetation is visible on the left side of the image. The overall scene illustrates the effects of erosion in an arid environment.

Quand et pourquoi le processus d'érosion commence-t-il

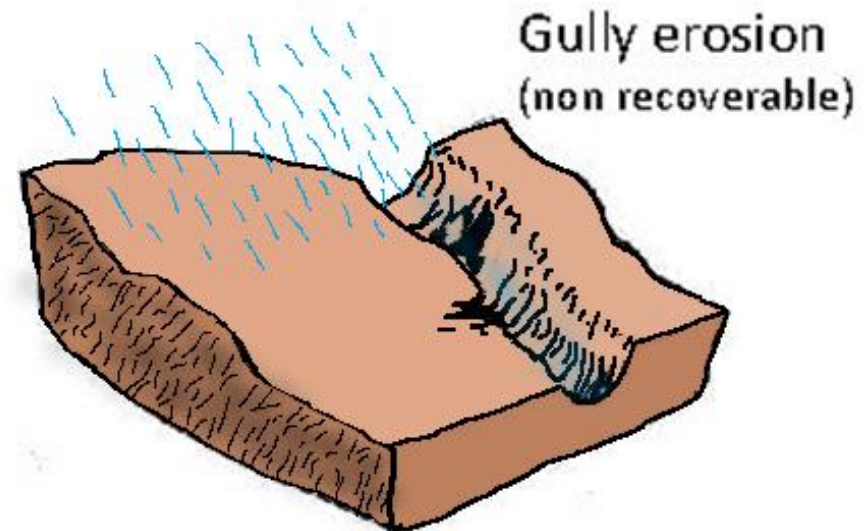
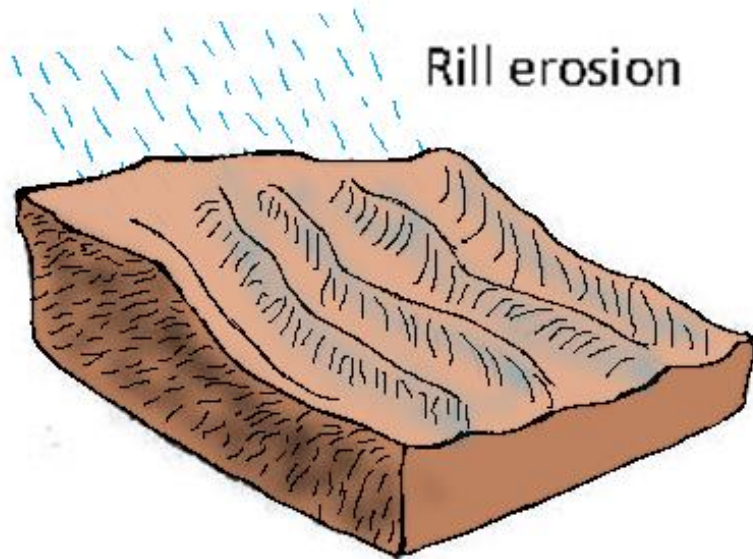
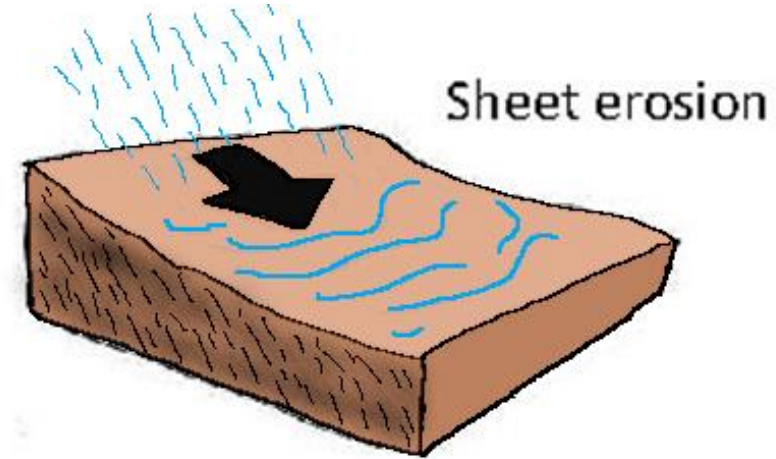
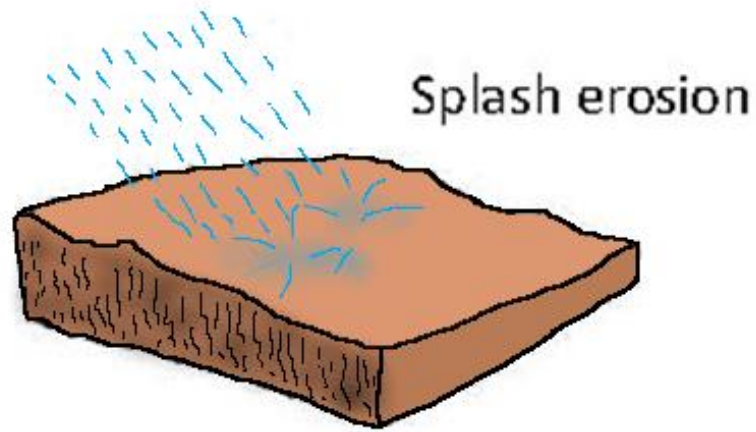
modélisation de scénarios de flux



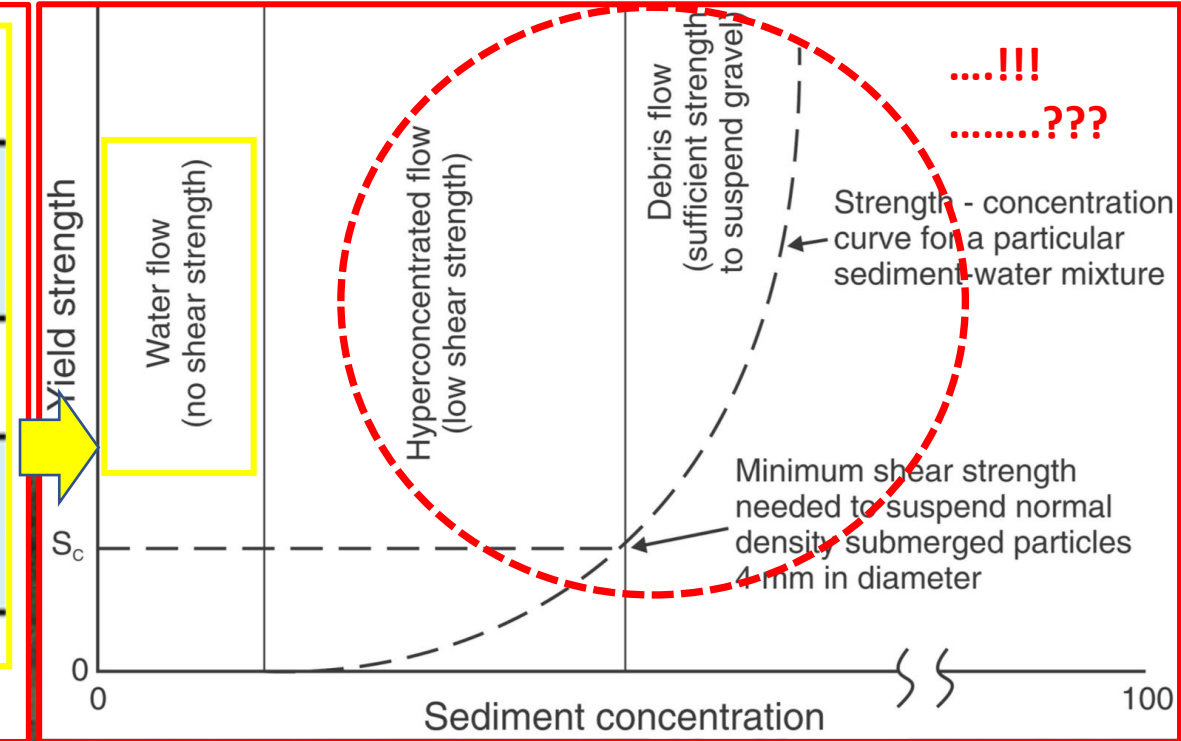
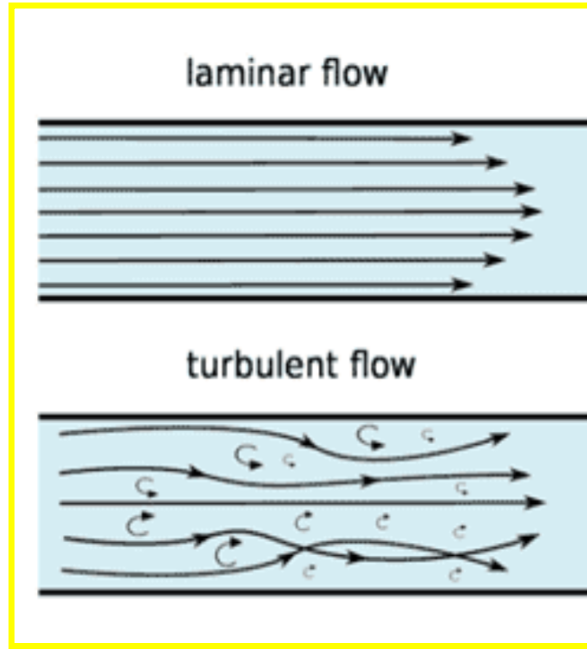
©CarlesRaïmat

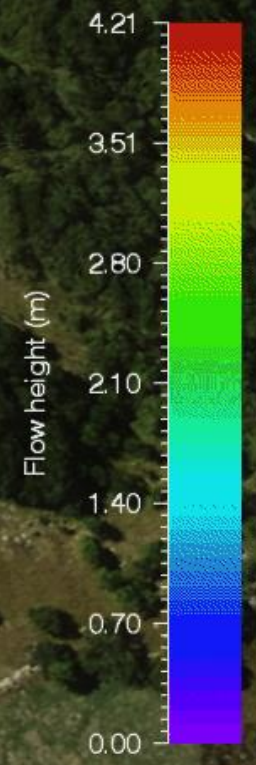
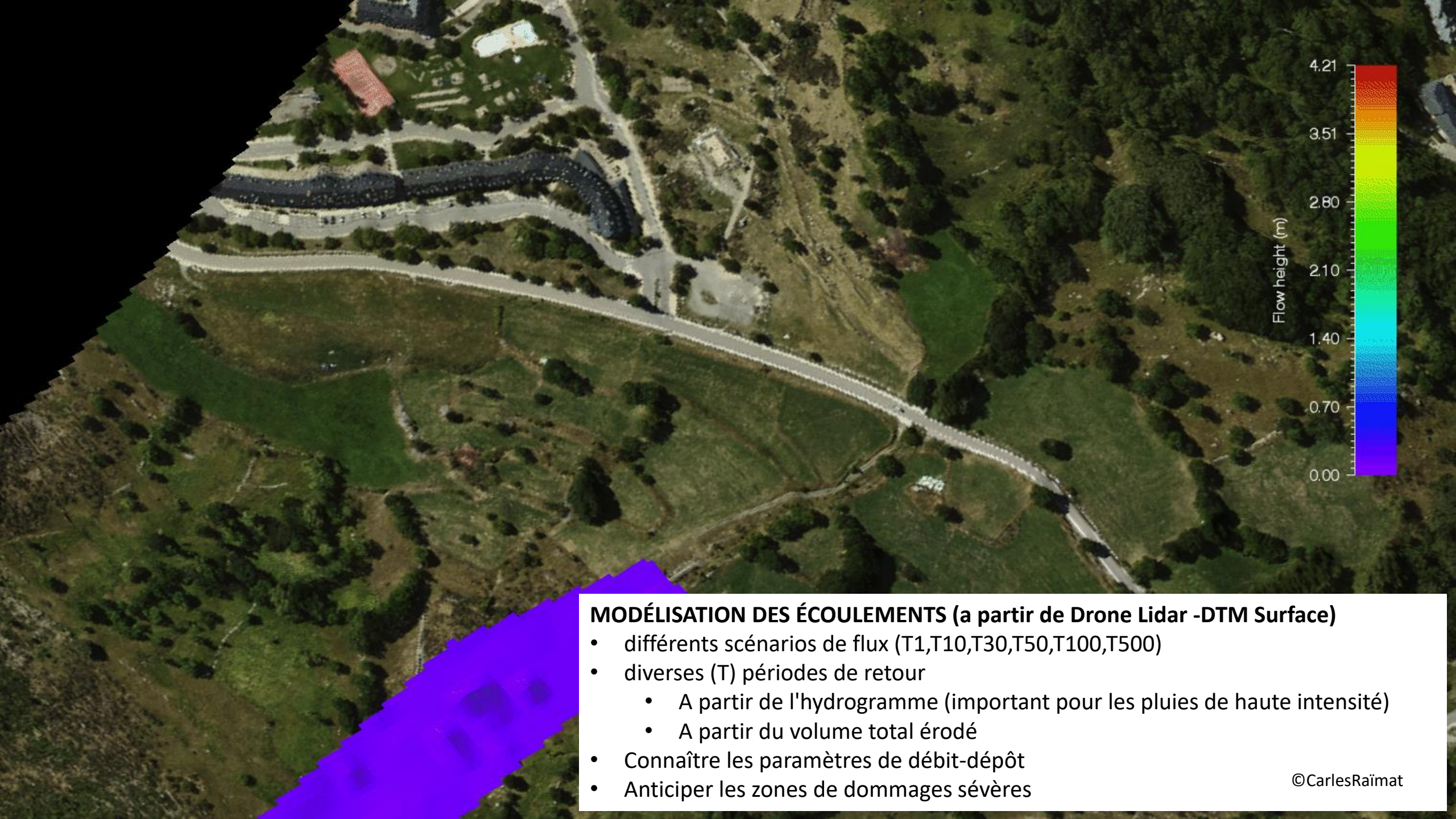


Types d'érosion du sol



$$Re = \frac{\text{inertia forces}}{\text{viscous forces}} = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$





MODÉLISATION DES ÉCOULEMENTS (a partir de Drone Lidar -DTM Surface)

- différents scénarios de flux (T1,T10,T30,T50,T100,T500)
- diverses (T) périodes de retour
 - A partir de l'hydrogramme (important pour les pluies de haute intensité)
 - A partir du volume total érodé
- Connaître les paramètres de débit-dépôt
- Anticiper les zones de dommages sévères

$\leq 0,1000$

0,1000 - 3,0000

3,0000 - 30,0000

30,0000 - 300,0000

ARRETÉ

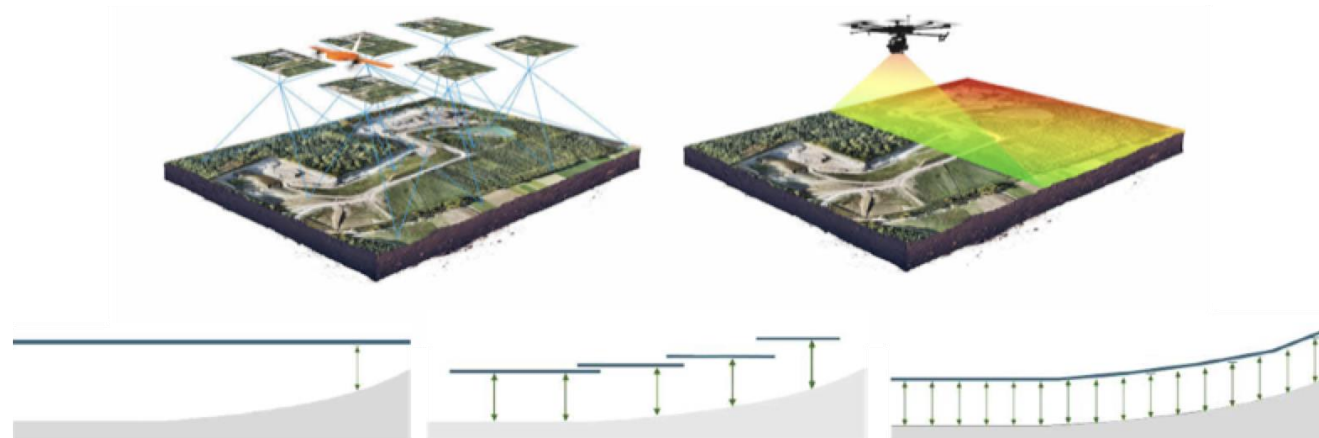
- Répartition des flux-affectation
- Épaisseur d'accumulation
- Hauteur d'écoulement
- Pression d'écoulement
- Pression d'impact
- Vitesse
- Temp de réaction

CANAL

- Direction et distribution du flux
- Zones d'érosion
- Épaisseur d'accumulation-levées
- Hauteur d'écoulement
- Pression d'écoulement
- Pression d'impact
- Vitesse

Trois manières d'aborder le problème

- Inspections du terrain
- Analyse des images satellites: 2014 à jour
- Analyse des images du vol drones: 2021-2025



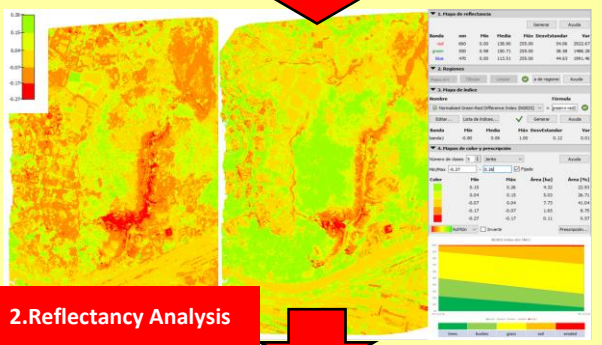
Proposition de modélisation UAV-Lidar et photogrammétrie pour évaluer la perte de sol en utilisant des solutions fondées sur la nature comme contre-mesure dans les zones urbaines de la République démocratique du Congo (RDC)

This work was supported by a GFDRR grant for erosion management for climate adaptation in DRC

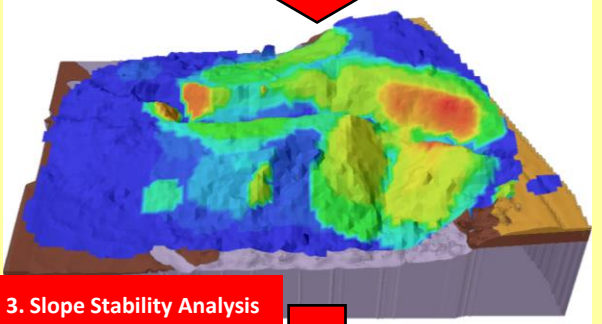


Carles Raïmat¹, Arabela Vega¹, Christian Van Eghoff¹, Laurent Corroyer², Ana Campos¹, Sergio Mora¹, Javier Saborío¹. ¹World Bank Group

1. Field data



2. Reflectancy Analysis



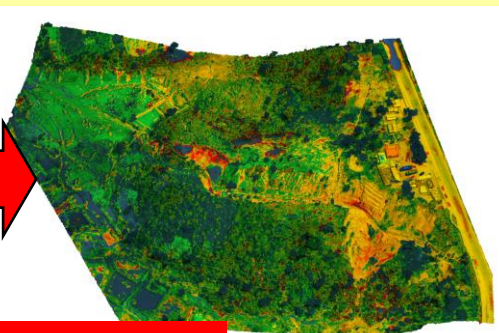
3. Slope Stability Analysis



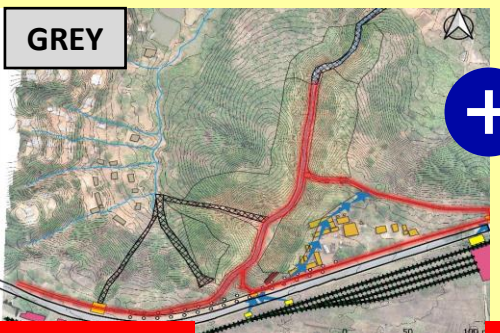
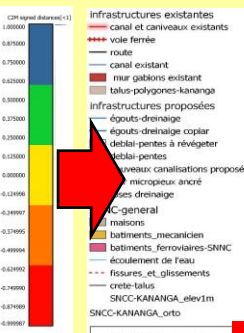
4. Flow Analysis



Les mouvements de masse dus à l'érosion des sols, aux pluies intenses et au ruissellement de l'eau dans les sols sablonneux constituent un problème socio-écologique majeur en RDC. Les ressources naturelles sont exploitées à un rythme élevé en raison de l'installation humaine non planifiée, pressée par les migrations et la croissance démographique ; elles exigent de l'énergie, des produits forestiers et agricoles et des services qui sapent les forêts tropicales, les savanes et les forêts de mousson. Les effets de la disparition des forêts sont exacerbés par la croissance des zones urbaines et la mauvaise gestion du drainage dans des environnements urbains anarchiques en raison de la concentration et de la désorganisation des flux. Les événements pluvieux survenus entre 2019 et 2022 ont compromis ou détruit des structures de base telles que les voies ferrées et les rues principales, considérées comme des lignes de vie essentielles qui ont déjà causé des pertes humaines, environnementales et infrastructurelles. Le lidar aéroporté, la photogrammétrie et la technique des points de nuage ont été utilisés pour cartographier la croissance urbaine, la couverture végétale et les pratiques de gestion des sols dans trois sites d'étude, entre deux saisons. Cette étude présente une méthodologie qui évalue le paysage et le risque de manière systématique afin de montrer la relation entre les pratiques SBN et les solutions d'ingénierie classiques destinées à atténuer les effets de l'érosion, sur la base de données de terrain objectives. Le réapprentissage de la gestion agricole, de la planification urbaine et de la construction peut mettre un terme à la dégradation des sols due aux pluies torrentielles. La recherche, les connaissances locales et le renforcement des capacités en matière de SBN du phénomène érosif devraient servir de base pour enseigner aux nouvelles générations l'importance des techniques traditionnelles pour une gestion agricole durable et suffisante pour la sécurité alimentaire. Les travaux de recherche à l'échelle locale permettent le transfert d'une formation et d'une technologie suffisantes pour une amélioration nécessaire et durable à long terme.



5. Erosion Analysis



6a. Project Design

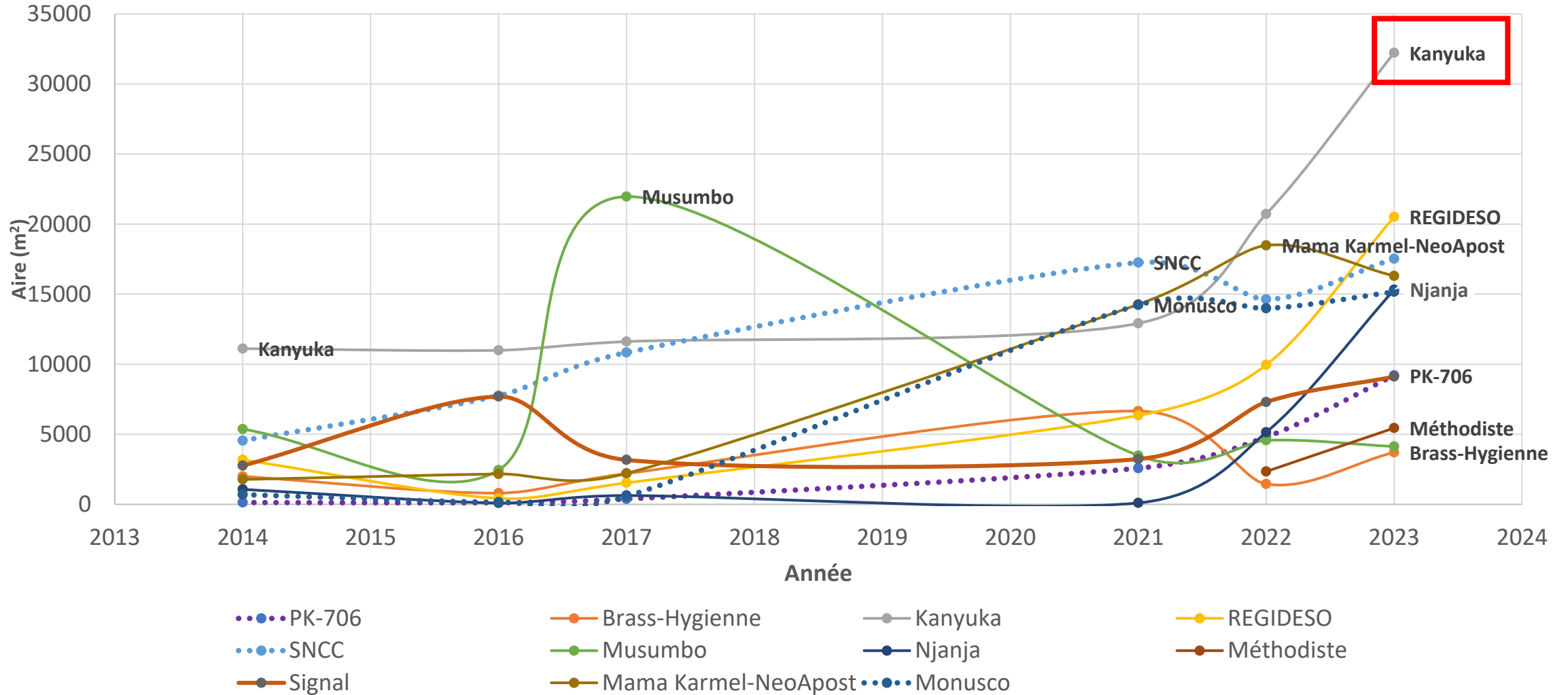


6b. Project Design

NBS

L'évolution des érosions s'accélère dramatiquement

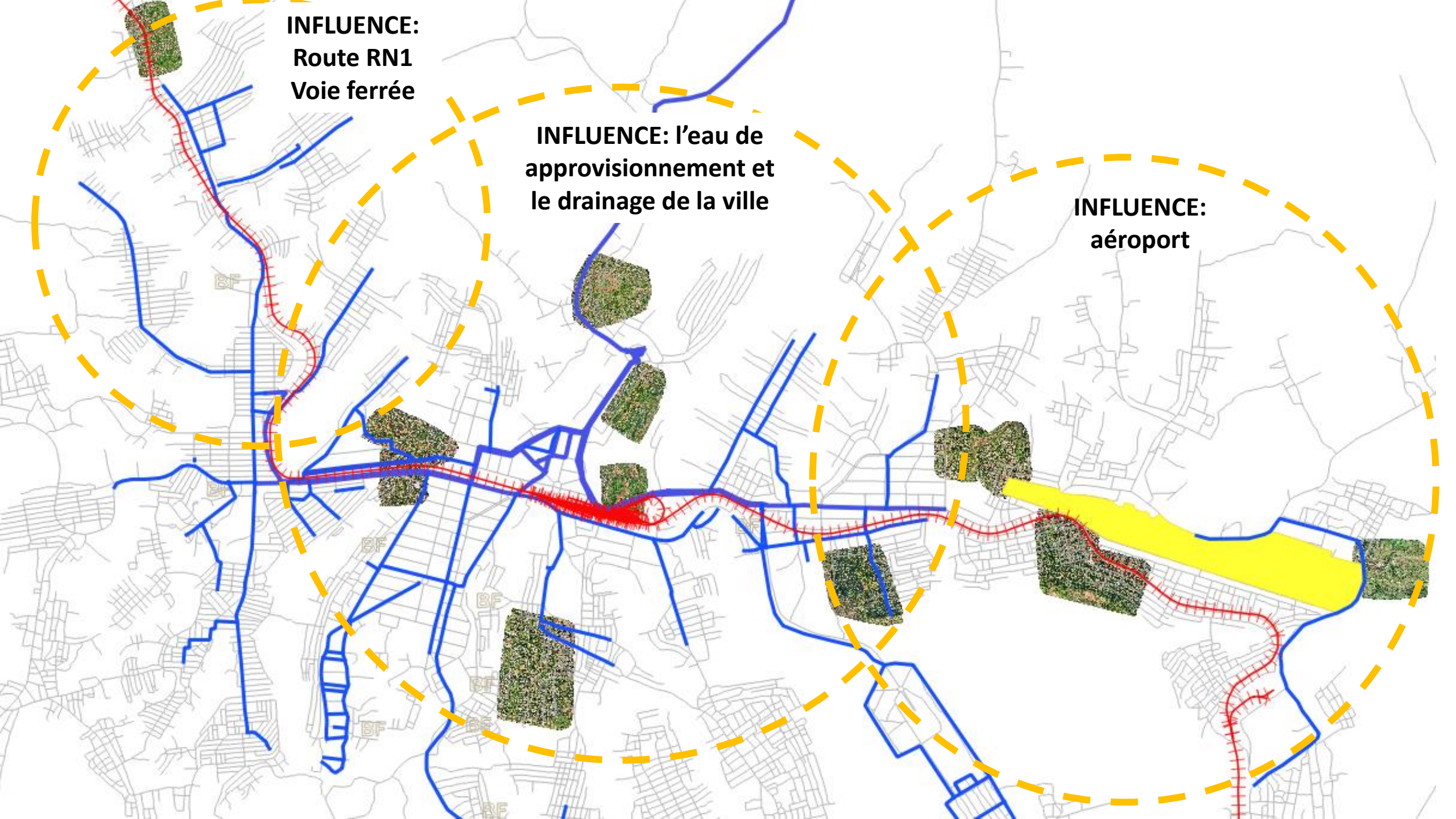
Analyse des images satellite 2013-2023
Érosion m² per site, Kananga, RDC



INFLUENCE:
Route RN1
Voie ferrée

INFLUENCE: l'eau de
approvisionnement et
le drainage de la ville

INFLUENCE:
aéroport



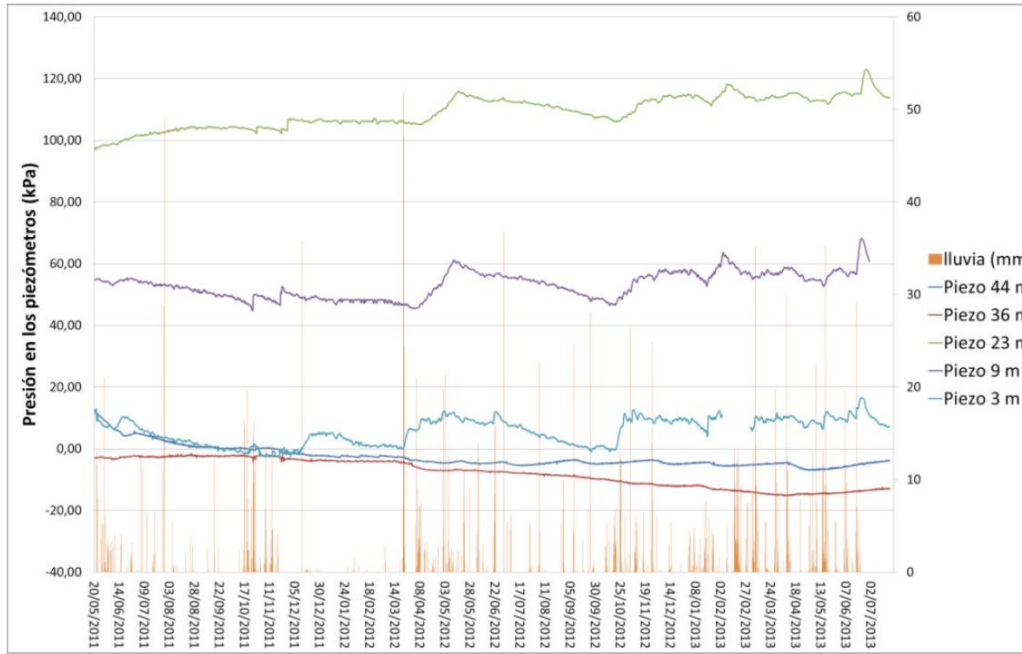
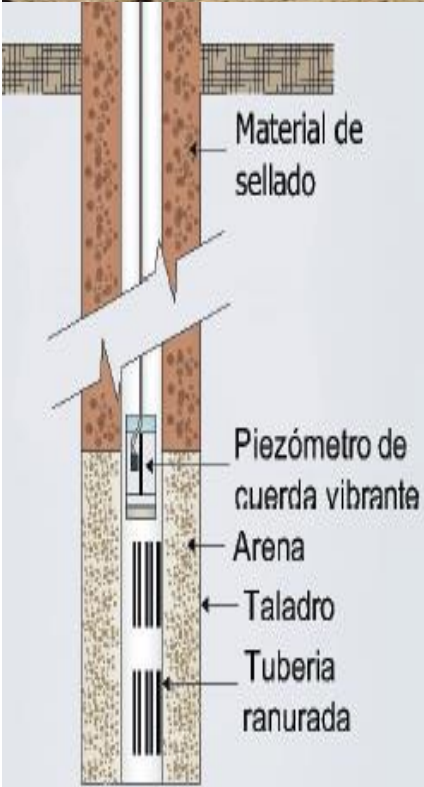


Figura 5.60: Representación gráfica de la precipitación diaria y medidas de piezómetros de cuerda vibrante.

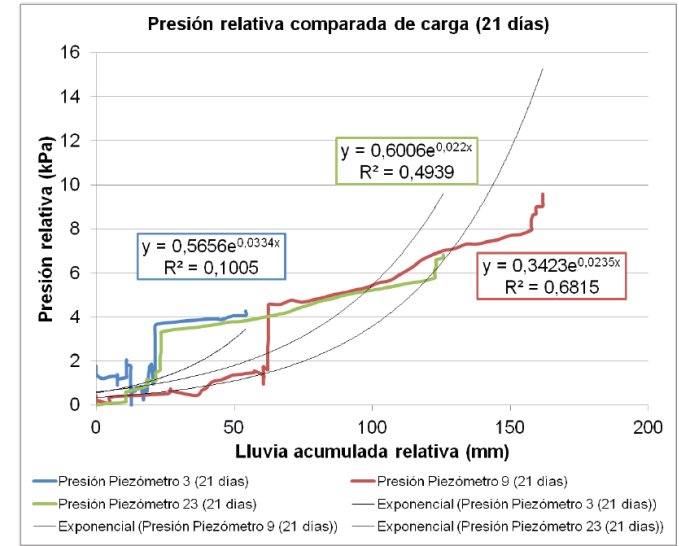


Figura 5.99: Representación gráfica comparada de la relación entre presión relativa (variación de presión) y lluvia acumulada relativa de los 21 días previos para los 3 piezómetros para el período puntual y la línea de tendencia exponencial que las vincula.

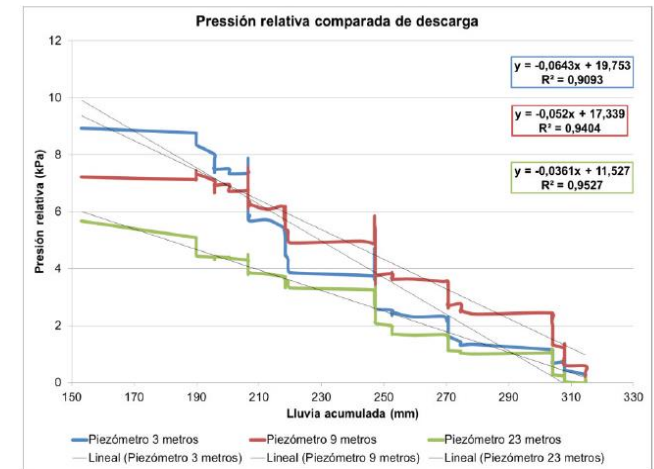
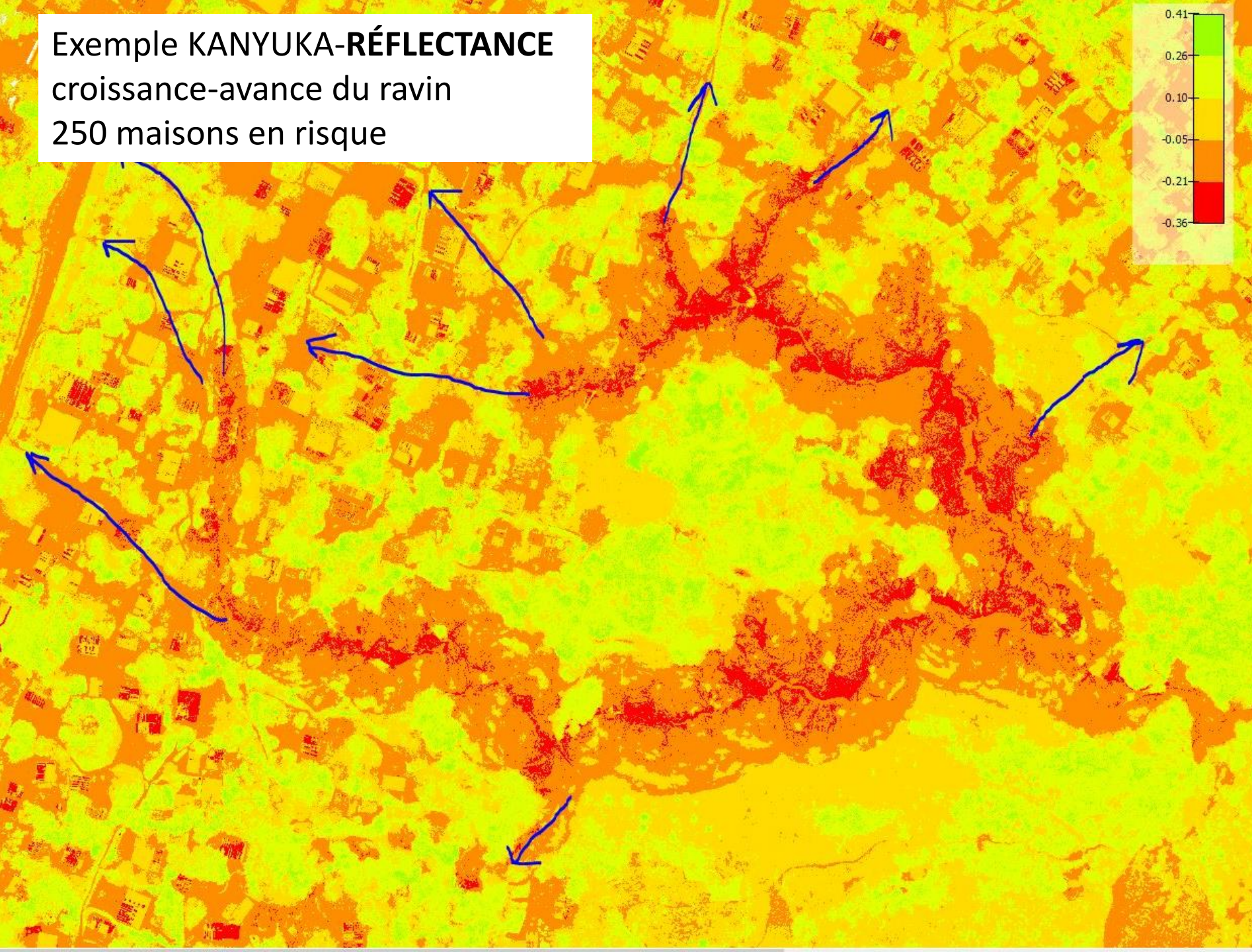


Figura 5.104: Representación gráfica comparada de la relación entre presión relativa (variación de presión) y lluvia acumulada para los 3 piezómetros para el período general de referencia y la línea de tendencia lineal que las vincula.

Exemple KANYUKA
croissance-avance ravin
>30Ha



Exemple KANYUKA-RÉFLECTANCE
croissance-avance du ravin
250 maisons en risque



Calculadora de índices

1. Mapa de reflectancia

Generar Ayuda

Banda	nm	Mín	Media	Máx	DesvEstandar	Var
red	660	0.00	133.08	255.00	56.67	3211.13
green	550	0.01	133.08	255.00	42.38	1796.25
blue	470	0.00	90.19	255.00	50.69	2569.91

2. Regiones

Mapa ent Dibujar Limpiar a de regione: Ayuda

3. Mapa de índice

Nombre Fórmula

Normalized Green-Red Difference Index (NGRDI) = green + red

Editar... Lista de índices... Generar Ayuda

Banda	Mín	Media	Máx	DesvEstandar	Var
banda1	-1.00	0.03	1.00	0.13	0.02

4. Mapas de color y prescripción

Número de clases 5 Jenks Ayuda

Min/Max -0.36 - 0.41 Fijado

Color	Mín	Máx	Área [ha]	Área %
	0.26	0.41	1.10	2.97
	0.10	0.26	9.99	27.06
	-0.05	0.10	13.23	35.83
	-0.21	-0.05	11.79	31.92
	-0.36	-0.21	0.82	2.22

RdYlGn Invertir Prescripción...

5. Exportar

Valores de índice y tasas como polígonos Shapefiles (SHP) con tan Exportar

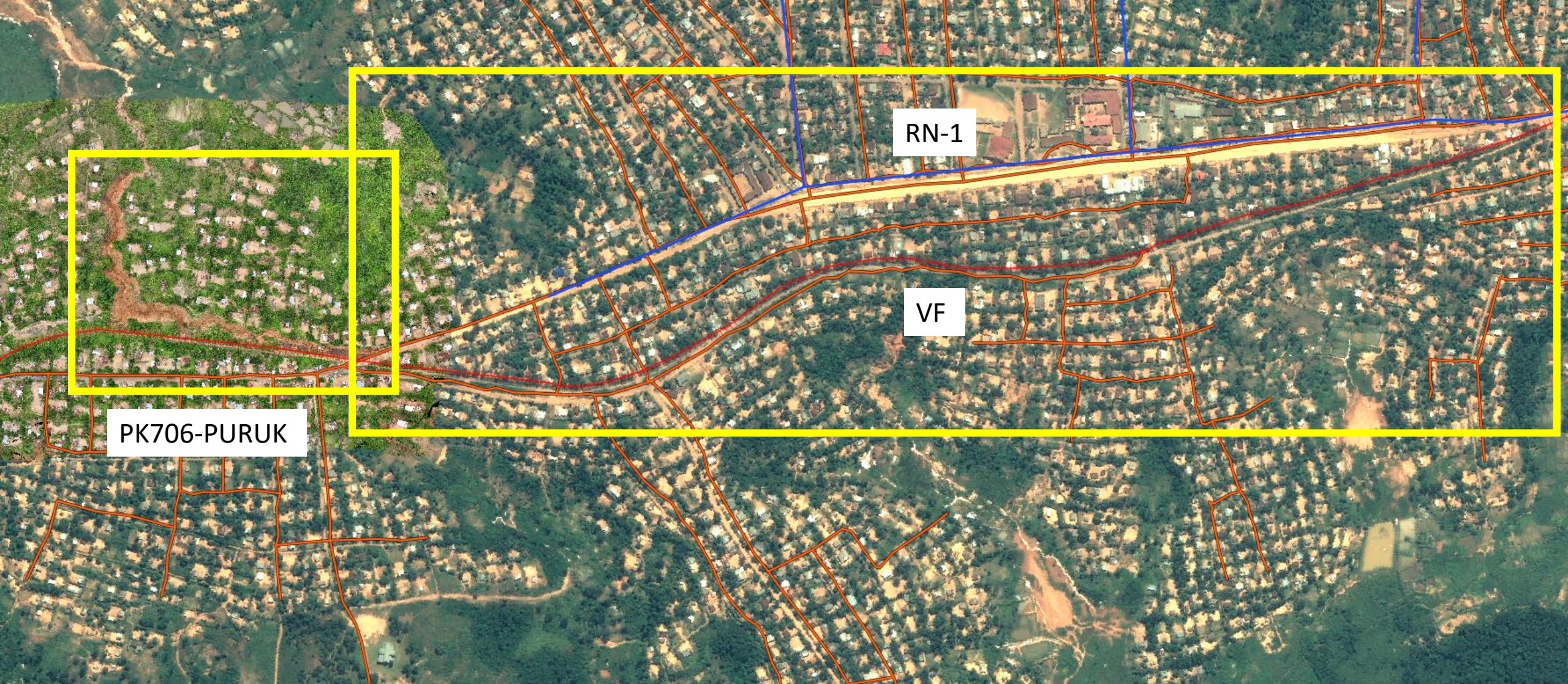
Mapa de índice coloreado (GeoTIFF) y GeoJPG (JPG): Exportar

Subir los archivos de mapa de reflectancia a MicaSense Atlas: Subir

Ayuda

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.





RN-1

VF

PK706-PURUK



1



2



3



4





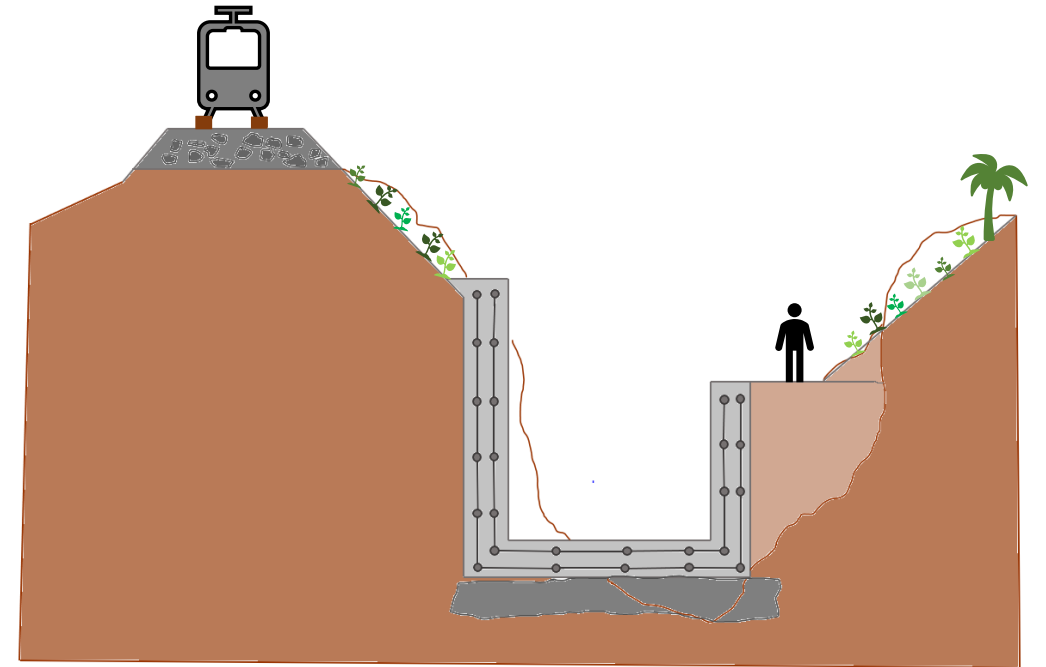
6



7



Exemple des solutions pour stabiliser l'érosion à PK706:



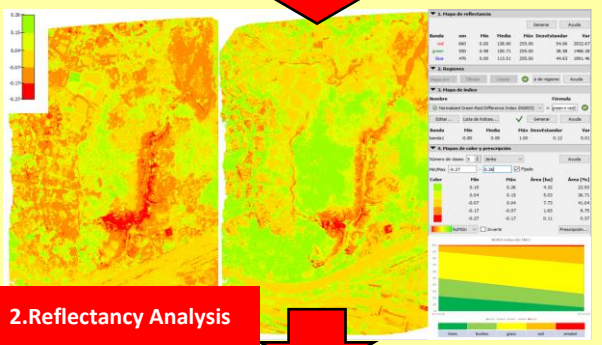
Proposition de modélisation UAV-Lidar et photogrammétrie pour évaluer la perte de sol en utilisant des solutions fondées sur la nature comme contre-mesure dans les zones urbaines de la République démocratique du Congo (RDC)

This work was supported by a GFDRR grant for erosion management for climate adaptation in DRC

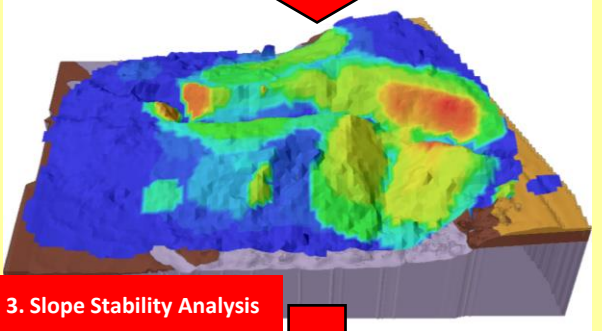


Carles Raïmat¹, Arabela Vega¹, Christian Van Eghoff¹, Laurent Corroyer², Ana Campos¹, Sergio Mora¹, Javier Saborío¹. ¹World Bank Group

1. Field data



2. Reflectancy Analysis



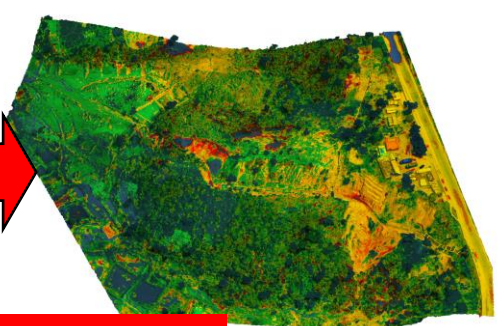
3. Slope Stability Analysis



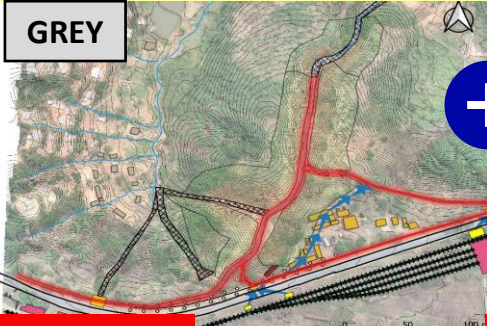
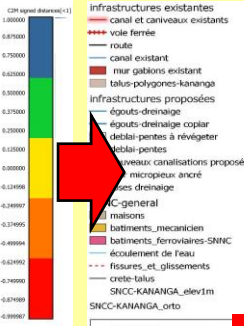
4. Flow Analysis



Les mouvements de masse dus à l'érosion des sols, aux pluies intenses et au ruissellement de l'eau dans les sols sablonneux constituent un problème socio-écologique majeur en RDC. Les ressources naturelles sont exploitées à un rythme élevé en raison de l'installation humaine non planifiée, pressée par les migrations et la croissance démographique ; elles exigent de l'énergie, des produits forestiers et agricoles et des services qui sapent les forêts tropicales, les savanes et les forêts de mousson. Les effets de la disparition des forêts sont exacerbés par la croissance des zones urbaines et la mauvaise gestion du drainage dans des environnements urbains anarchiques en raison de la concentration et de la désorganisation des flux. Les événements pluvieux survenus entre 2019 et 2022 ont compromis ou détruit des structures de base telles que les voies ferrées et les rues principales, considérées comme des lignes de vie essentielles qui ont déjà causé des pertes humaines, environnementales et infrastructurelles. Le lidar aéroporté, la photogrammétrie et la technique des points de nuage ont été utilisés pour cartographier la croissance urbaine, la couverture végétale et les pratiques de gestion des sols dans trois sites d'étude, entre deux saisons. Cette étude présente une méthodologie qui évalue le paysage et le risque de manière systématique afin de montrer la relation entre les pratiques SBN et les solutions d'ingénierie classiques destinées à atténuer les effets de l'érosion, sur la base de données de terrain objectives. Le réapprentissage de la gestion agricole, de la planification urbaine et de la construction peut mettre un terme à la dégradation des sols due aux pluies torrentielles. La recherche, les connaissances locales et le renforcement des capacités en matière de SBN du phénomène érosif devraient servir de base pour enseigner aux nouvelles générations l'importance des techniques traditionnelles pour une gestion agricole durable et suffisante pour la sécurité alimentaire. Les travaux de recherche à l'échelle locale permettent le transfert d'une formation et d'une technologie suffisantes pour une amélioration nécessaire et durable à long terme.



5. Erosion Analysis



6a. Project Design



6b. Project Design

NBS

Stratégies pour prévenir l'érosion:

INTERCEPTION des impacts des gouttes de pluie:

- **Végétation vivante:**
 - Combinaison des strates végétales.
 - Ancrage au sol (racines).



RÉTENTION de liquide:

- Gestion de la matière organique.
- Conservation de la couche végétale à la surface, sans brûler.
- Bassins de rétention-réservoirs.



DIVISION des flux:

- Barrières naturelles/artificielles perpendiculaire au flux
- Gabionnes terre/roche
- Digues béton/terre





Couverture vivante



Couverture mort-mulch



Association des cultures



Décalage temporel



Rotation des cultures



Barrière vivante



Approche intégrale durable: SFN+GRIS

Travailler ensemble sur des solutions





Gestion des risques et alertes précoces

- **Organiser en urgence un plan d'évacuation des personnes à risque i.e. Kanyuka**
- **Suivi constant de la situation.** La surveillance des risques de l'érosion et d'inondation.
- Concevoir **des systèmes d'alerte précoce.**
- **Campagnes de sensibilisation** et le renforcement des capacités de réponse des communautés



