



Modélisation des chutes de blocs rocheux dans la ville de Ngaoundéré (Cameroun)

Modeling of Rocky boulder falls in the city of Ngaoundéré (Cameroon)

Par :
Michel TCHOTSOUA



ACAGER
Association pour la Cartographie et la
Gestion des Ressources



01

INTRODUCTION GENERALE

Contexte, problématique, objectifs

02

METHODOLOGIE

Zone d'étude, méthodes et données

PLAN

RESULTATS

Modélisation de la dynamique des blocs

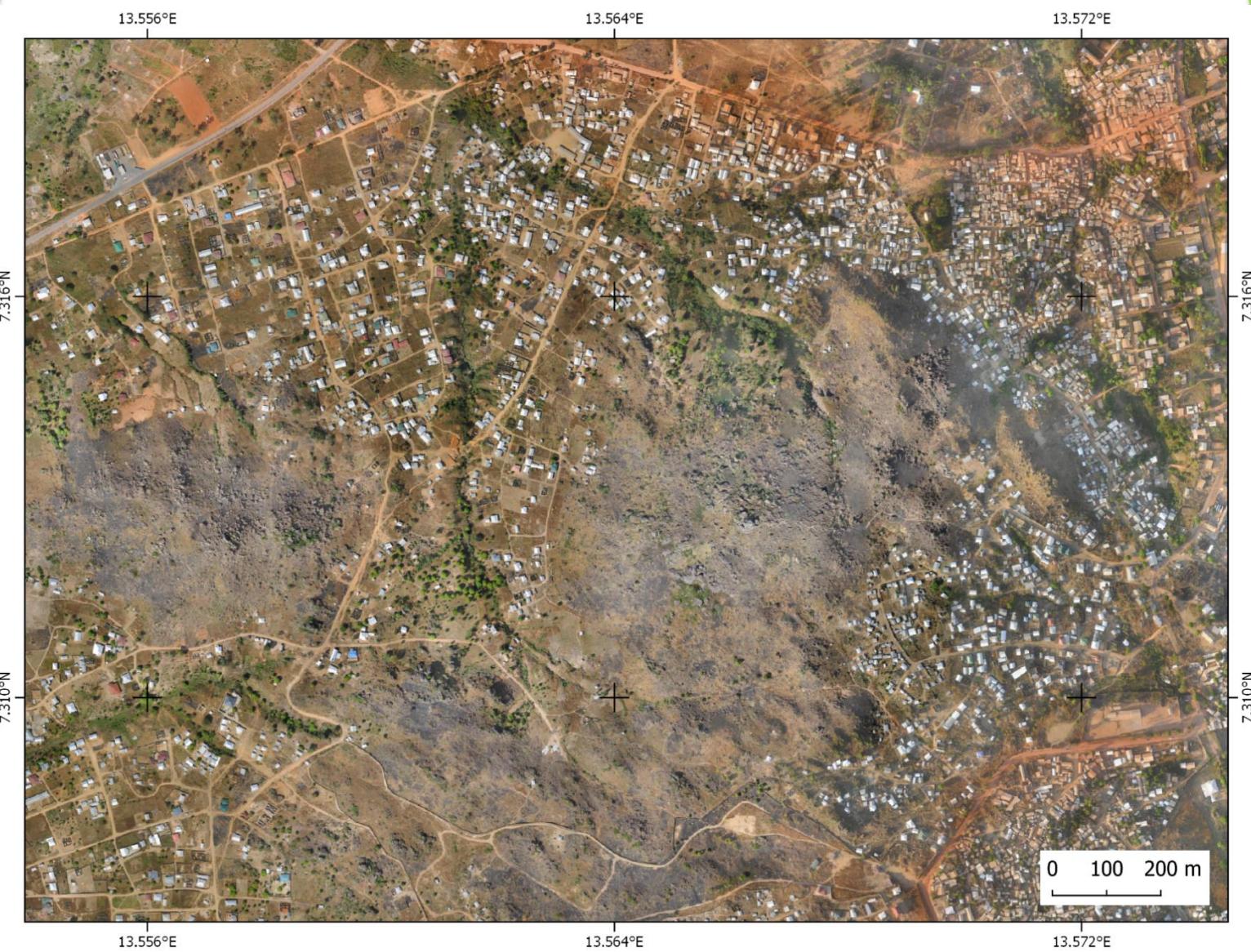
03

DISCUSSION ET CONCLUSION

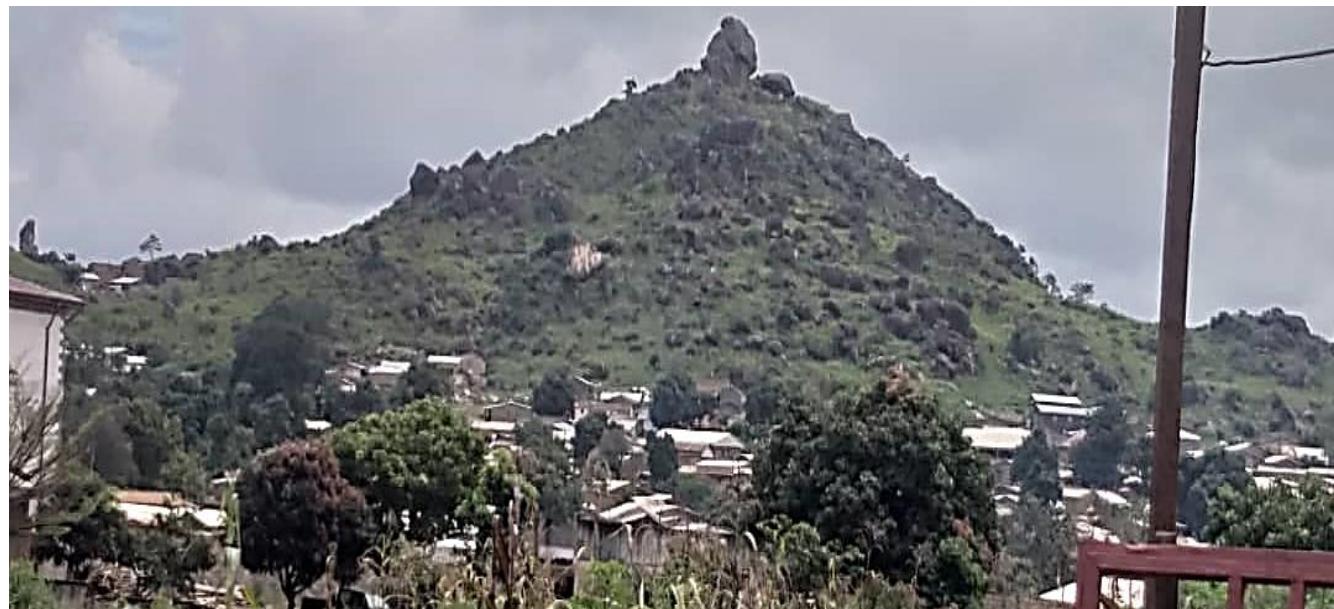
04

INTRODUCTION GENERALE

- Population : 250 000 habitants en 2021
- Localisation sur les hautes terres et en marge sahélienne.
- Ville soumise aux effets de changements climatiques de plus en plus extrêmes.
- Une urbanisation accélérée et essentiellement non planifiée
- Ce type d'urbanisation, renforce les mécanismes de production des risques naturels tels que les inondations et les éboulements de blocs rocheux.



CONTEXTE



Questions scientifiques et objectifs

Questions scientifiques

- Est-ce que certaines de ces blocs ne pourront pas, dans un proche avenir, rouler sur certaines de ces maisons construites sans permis de bâtir et sur des sites à risques ?
- Si oui, que faire ?

Objectifs

- Simuler les descentes blocs à risques et évaluer les dégâts.
- Proposer de stratégies pour éviter sinon, réduire les conséquences.

Questions scientifiques et objectifs

La priorité de ce projet, dont une partie des résultats doit être présentée dès suite, étaient de mieux porter la conscience du risque vers les parties prenantes en vue de mieux assoir ses quatre piliers que sont :

- La protection,
- La prévention,
- L'information,
- La gestion de crise.

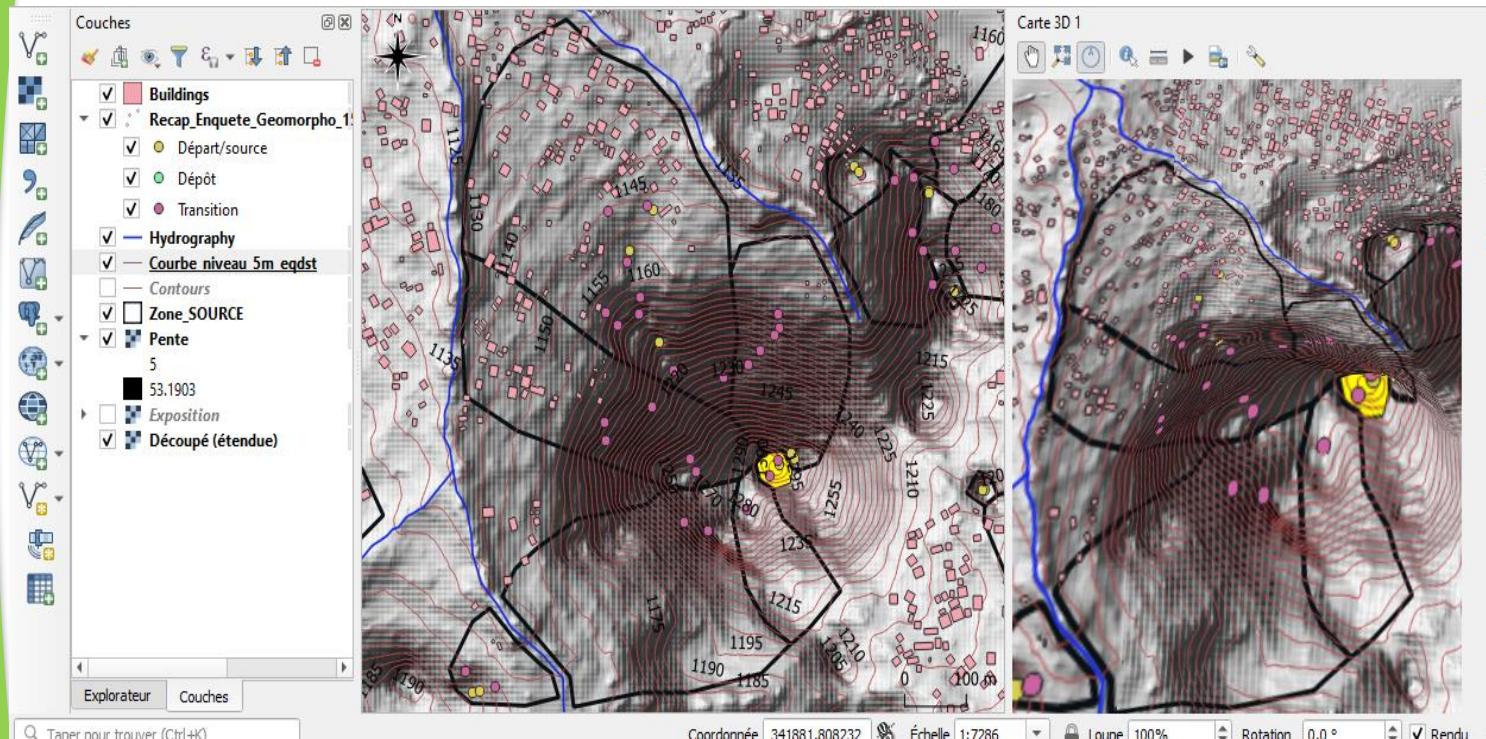


02

MÉTHODOLOGIE

Zone d'étude, méthodes et données

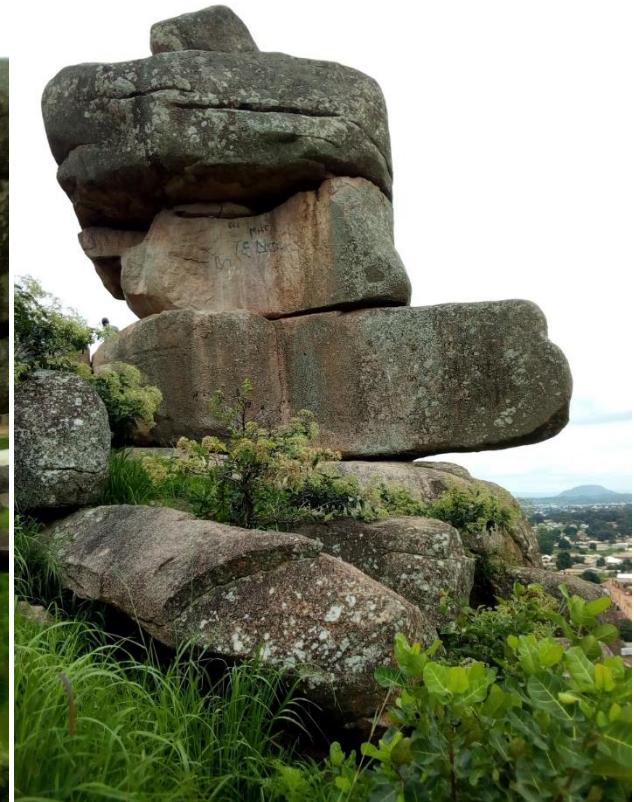
Relief de la zone d'étude



Blocs granitiques dans une zone source au quartier Gambara



Vue arrière des blocs granitiques



Vue de profil des blocs granitiques

1 OUTILS ET MÉTHODES DE TERRAIN (1/2)

Outils de terrain

- Blocs notes
- Stylos & craies
- Décamètres
- Tablettes



GPS Essentials

Appareil photo

Maps.me

Boussole

❑ Fiche de collecte des données

- ✓ La première partie de la fiche d'enquête: la date, le lieu, le nom de l'enquêteur, le numéro du polygone, la valeur de la pente et la situation de la zone d'étude
- ✓ La deuxième et la troisième partie renseignent sur : forme, dimensions, densité du bloc rocheux ; type de sol et de matériaux sous le polygone ;
- ✓ La quatrième et la cinquième partie présentent la rugosité du versant, la taille d'arbres représentatifs ; les marques ou indicateurs témoins au niveau de la zone de dépôt.

ecorisQ.

Table 1 : Champ d'enregistrement de la couche pour la simulation des chutes de pierres avec Rockyfor3D

Général								
Date*	N° du polygone	(%)	#Tout polygone doit représenter une unité de surface homogène, la taille variera en fonction de l'échelle					
Lieu*	Angle de la pente			Départ/source	Transition	Dépôt		
Nom*	Zone source							
Caractéristiques du polygone								
1- Prédominance des blocs (déposés dans le polygone ou qui pourraient éventuellement se détacher de leur lieu de dépôt)								
Type de roche :	<input type="checkbox"/> Granite	<input type="checkbox"/> Gabro	<input type="checkbox"/> Gneiss	<input type="checkbox"/> Basalte				
Forme du bloc :	<input checked="" type="checkbox"/> Rectangle	<input type="checkbox"/> Ellipsoïde	<input type="checkbox"/> Sphere	<input type="checkbox"/> Disque				
Dimensions du bloc (d1, d2, d3) : (m)	x	(m)	x	(m)				
#d1 : grand axe, d2 : petit axe, d3 : hauteur du bloc								
Densité des blocs (en (kg/m ³)) :	<input type="checkbox"/> 2,4-2,7 (Granite)	<input type="checkbox"/> 2,9-3,1 (Gabro)	<input type="checkbox"/> 2,7-2,8 (Gneiss)	<input type="checkbox"/> 2,7-3,2 (Basalte)				
2- Type de sol sous le polygone (bloc)								
Matériaux constitutifs du sol	<input type="checkbox"/> Rivière/ marécage autres matériaux dans lesquels le bloc pourrait s'enfoncer complètement	<input type="checkbox"/> Sol à matériau fin (profondeur ≈ 100cm)	<input type="checkbox"/> Sol fin avec une profondeur < 100cm mélange de sable et de gravier dans la vallée	<input type="checkbox"/> Eboulis (>≈10cm) moyens et compacts sur des sols contenant des fragments de blocs/Chemin de forêt	<input type="checkbox"/> Talus d'eboulis (>≈10cm) profond, compacté avec de grands fragments de bloc	<input type="checkbox"/> Roche-mère avec une légère érosion du sol (arbre ou formation superficielle)	<input type="checkbox"/> Roche-mère	
Type de sol (données utiles pour générer des modèles 3D)	0	1	2	3	4	5	6	
3- Topographie du sol sous le polygone (bloc)								
MOH : type et taille normale de l'obstacle sur une surface pour une profondeur en (m) à laquelle les blocs pourraient être confrontés à 70 %, 20 %, 10%		<input type="checkbox"/> MOH pour 70% de la zone d'échantillonnage (rg70) 0-10	<input type="checkbox"/> MOH pour 20% de la zone d'échantillonnage (rg20) 0-10	<input type="checkbox"/> MOH pour 10% de la zone d'échantillonnage (rg10) 0-10	<input type="checkbox"/> #10 % = grand obstacle rig = 0.05 m	<input type="checkbox"/> 20 % = moyen obstacle rig = 0.1 m	<input type="checkbox"/> 70 % = faible obstacle rig = 0.03 m	
							C.-à-d. qu'une rugosité de 70 % est plus favorable aux éboulements	
Présence d'arbres*	Taille moyenne = ... m	Couverture du sol = %						
4- Forêt								
Taille la plus représentative au niveau de la parcelle en m x m (superficie)								
DBH (cm)	#DBH : diamètre à hauteur de poitrine (habitulement, on mesure 1,3 m à partir de la racine au niveau des troncs d'arbres). Enregistrer des DBH ≥ 5 cm mesurés sur parcelle : exemple : 8 ; 31 ; 17 ; 13...							
Racine/ha								
DBH moyen (cm)	Circonférence %							
Stidley DBH (cm)								
Spécies (liste)								
5- Les indicateurs de l'activité des chutes de blocs/Témoins ou indicateurs muets								
Nombre moyen d'impact de chutes de bloc sur les arbres			Hauteur de l'impact du bloc sur l'arbre					
Profondeur de l'impact (m)			Un dépôt récent dans le polygone	Oui/Non				
6- N° de photos :	Heure de prise H.....min							
7- Remarques/Autres observations et commentaires								
*informations optionnelles				#Explications				

2.

OUTILS ET METHODES DE LABORATOIRE

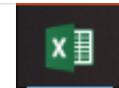
Matériel et applications de Laboratoire

Matériel

Ordinateurs I7 et I5
Processeur: 2,6 GHz*4
Ram: 8go
Disque dur 1to

App

EXCEL



Google Earth Pro



QGIS
3.14



SAGA



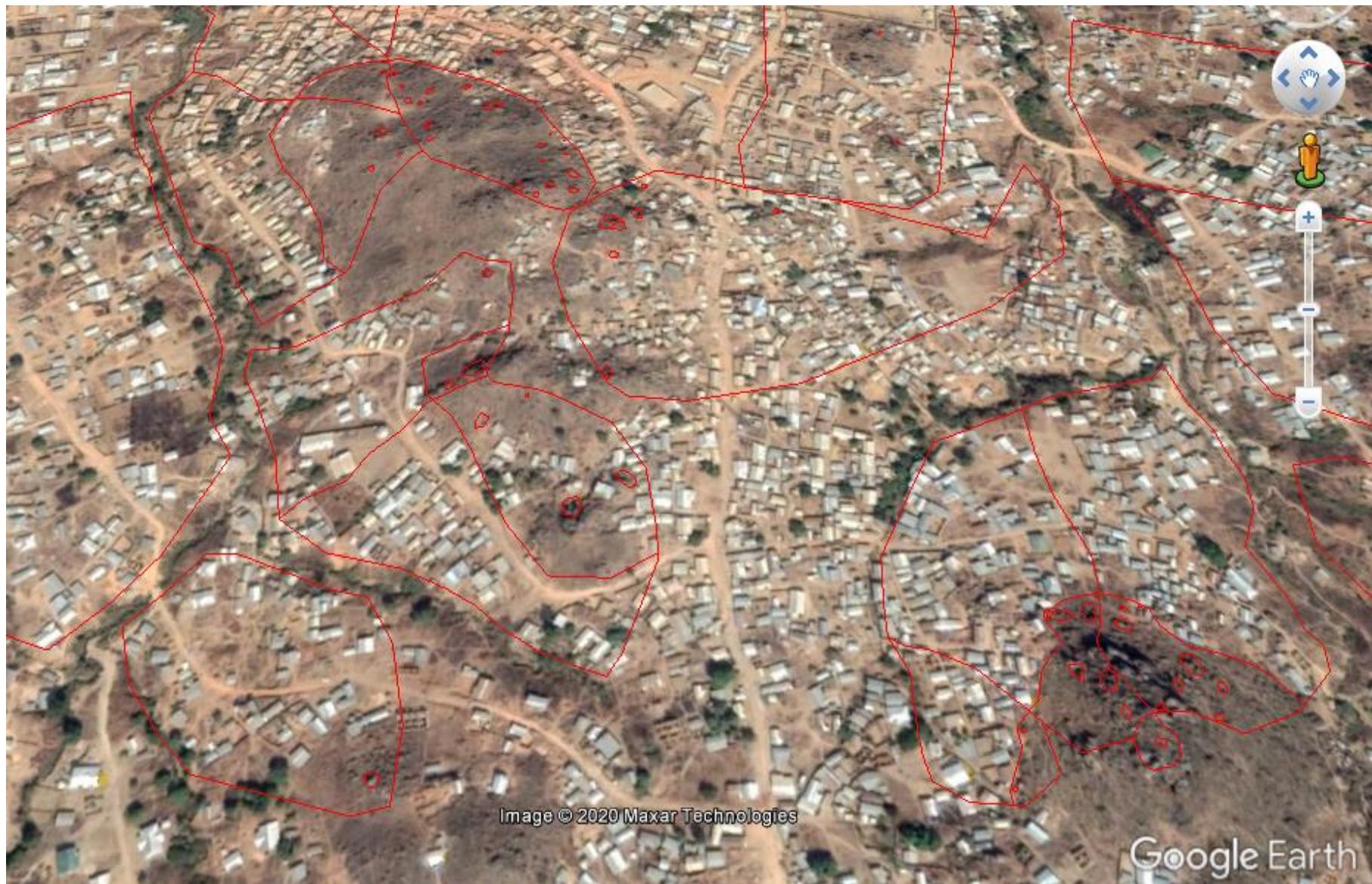
Rockyfor3D



3. Dépouillement des données sous Excel

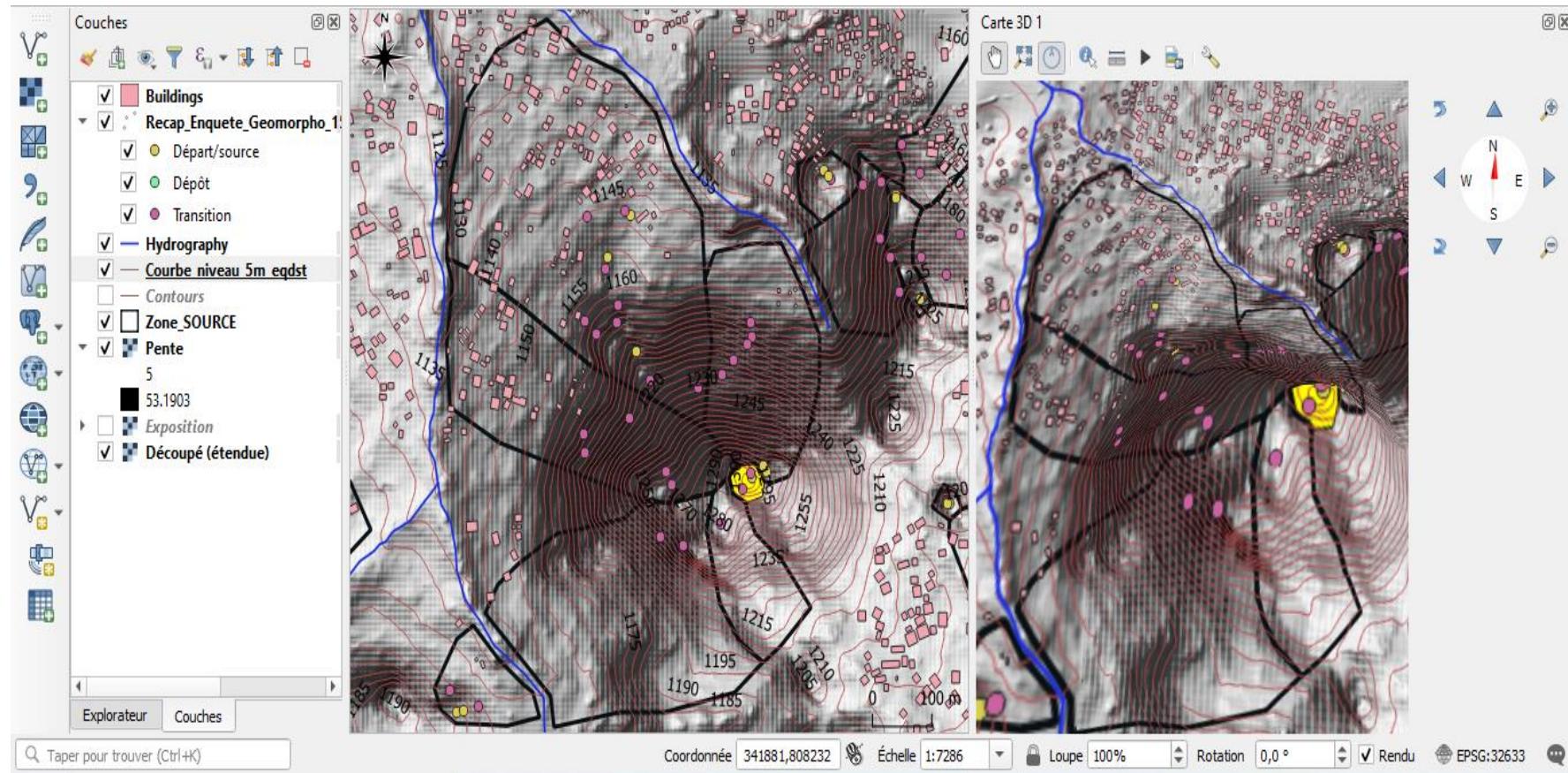
Caractéristique des blocs prédominants		Caractéristique du bloc à risque								Type de sol		Rugosité du sol sous le polygone		
Type de roche	forme de bloc	Longitude (E) X	Latitude (N) Y	Altitude (m) Z	Précision P	Dimension de la hauteur (D1)	Dimension de la largeur (D2)	Dimension de la longueur (D3)	densité du bloc	Type de sol	Matériaux constitutifs du sol	MOH pour 70% de la zone d'échantillonnage (rg70)	MOH pour 20% de la zone d'échantillonnage (rg20)	MOH pour 10% de la zone d'échantillonnage (rg10)
Granite	Ellipsoïde	13,56877	7,31667	1152,00	1,10	3,90	2,49	4,90 [2,4-2,7]		5	Roche-mère avec un peu de sable et de gravier	0,68	2,25	
Granite	Disque	13,56870	7,31606	1180,00	1,10	9,00	6,00	4,00 [2,4-2,7]		5	Roche-mère avec un peu de sable et de gravier	1,3	1,7	
Granite	Disque	13,56861	7,31531	1178,00	1,00	6,60	6,00	5,50 [2,4-2,7]		5	Roche-mère avec un peu de sable et de gravier	0,7	1,5	
Granite	Ellipsoïde	13,57092	7,31402	1182,00	1,00	4,00	3,00	8,00 [2,4-2,7]		5	Roche-mère avec un peu de sable et de gravier	0,45	0,75	

Vérification et validation des données sous Google



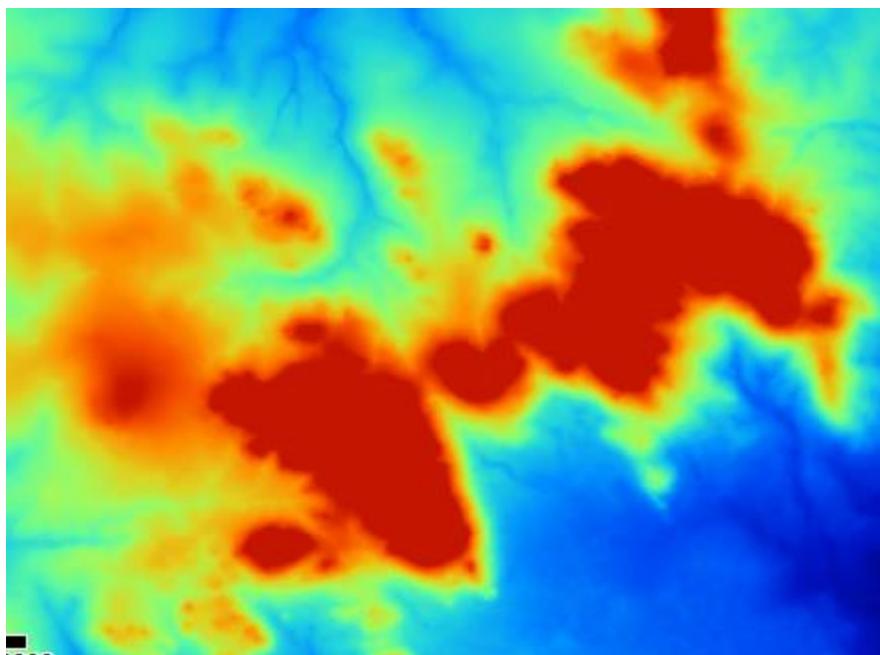
Vue aérienne et partielle du mont Burkina

Préparation des couches d'entrée du modèle sous QGIS

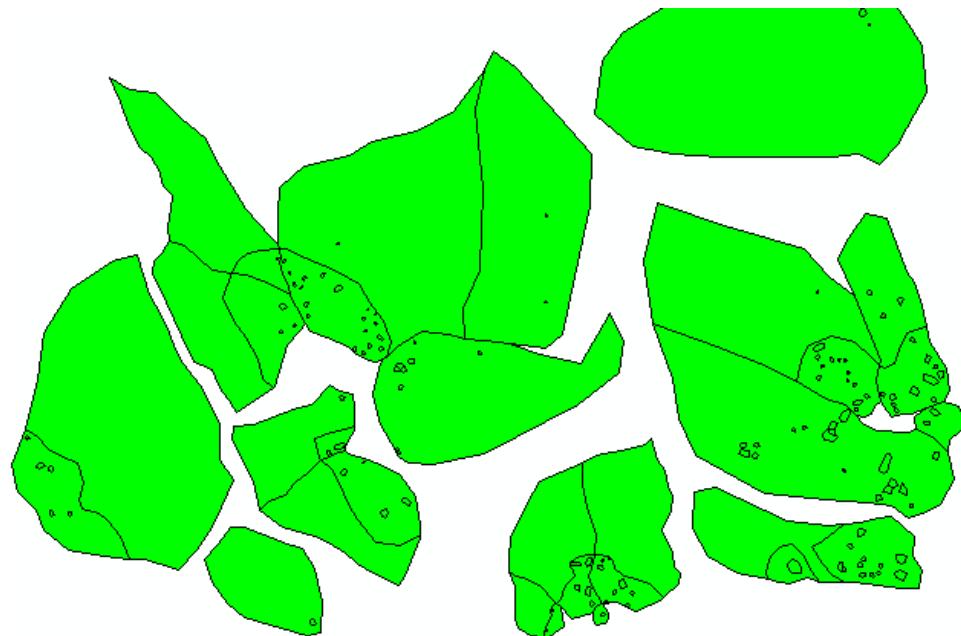


Préparation des données sous SAGA

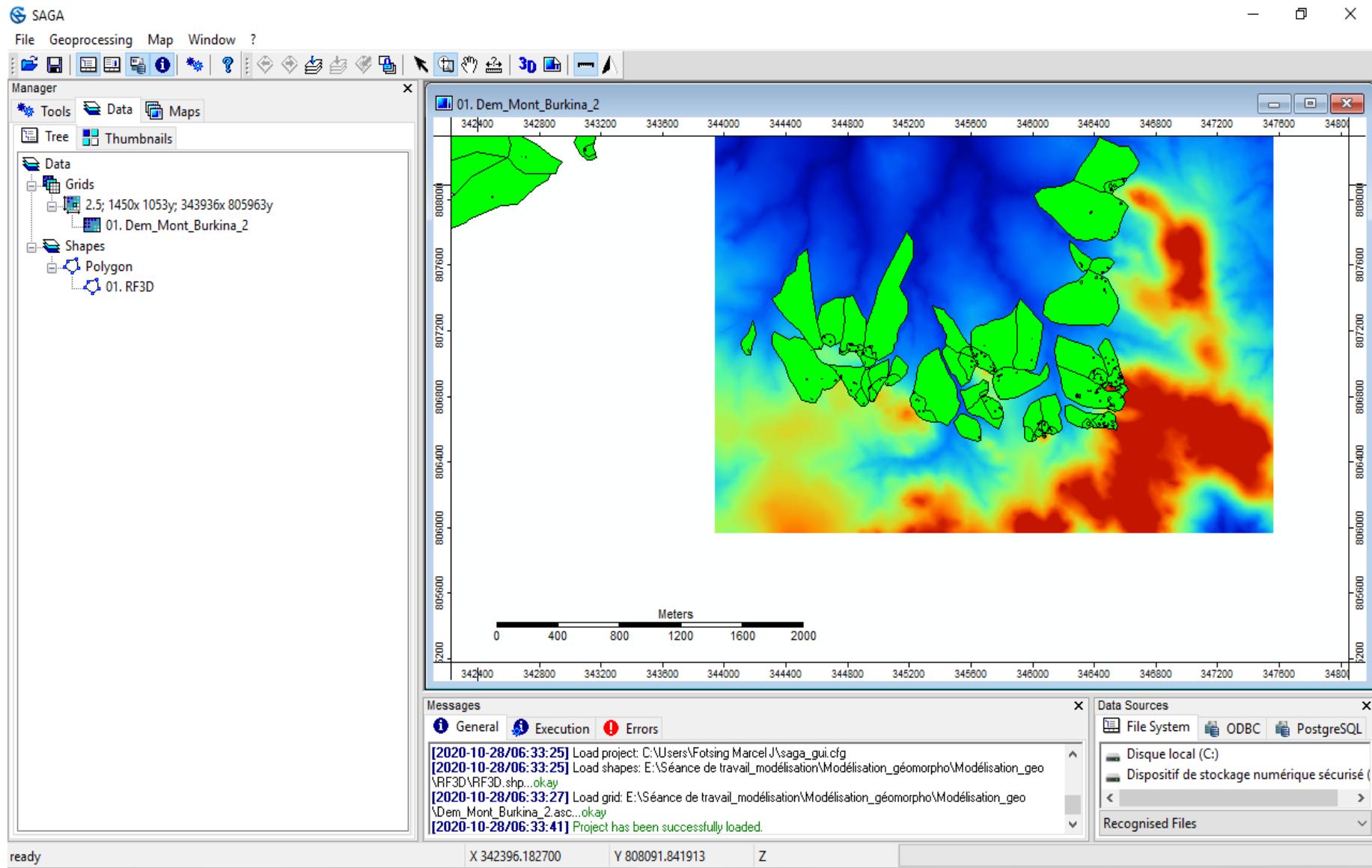
Couche matricielle



Couche vectorielle



Préparation des données sous SAGA



ready

X 342396.182700

Y 808091.841913

Z

Interface de Rockyfor3D

Rockyfor3D

Working directory E:/Séance de travail_modélisation/Modélisation_géomorpho/Modélisation_geo/Rockyfor3D_Data\ About Rockyfor3D

Simulation settings

Number of simulations 1000 Variation of rock volume (%) +/- 5

Additional initial fallheight (m) 0.5

Using input rasters Rapid automatic simulation

Block definition

Rock density (kg/m³) rockdensity.asc

Block dimensions (m) d1.asc, d2.asc, d3.asc custom 0,2 0,2 0,2

Block shape bl_shape.asc

Protective measures

Simulation using forest No Trees

Simulation using nets No nets

Messages

Block trajectories will be displayed here after simulation.

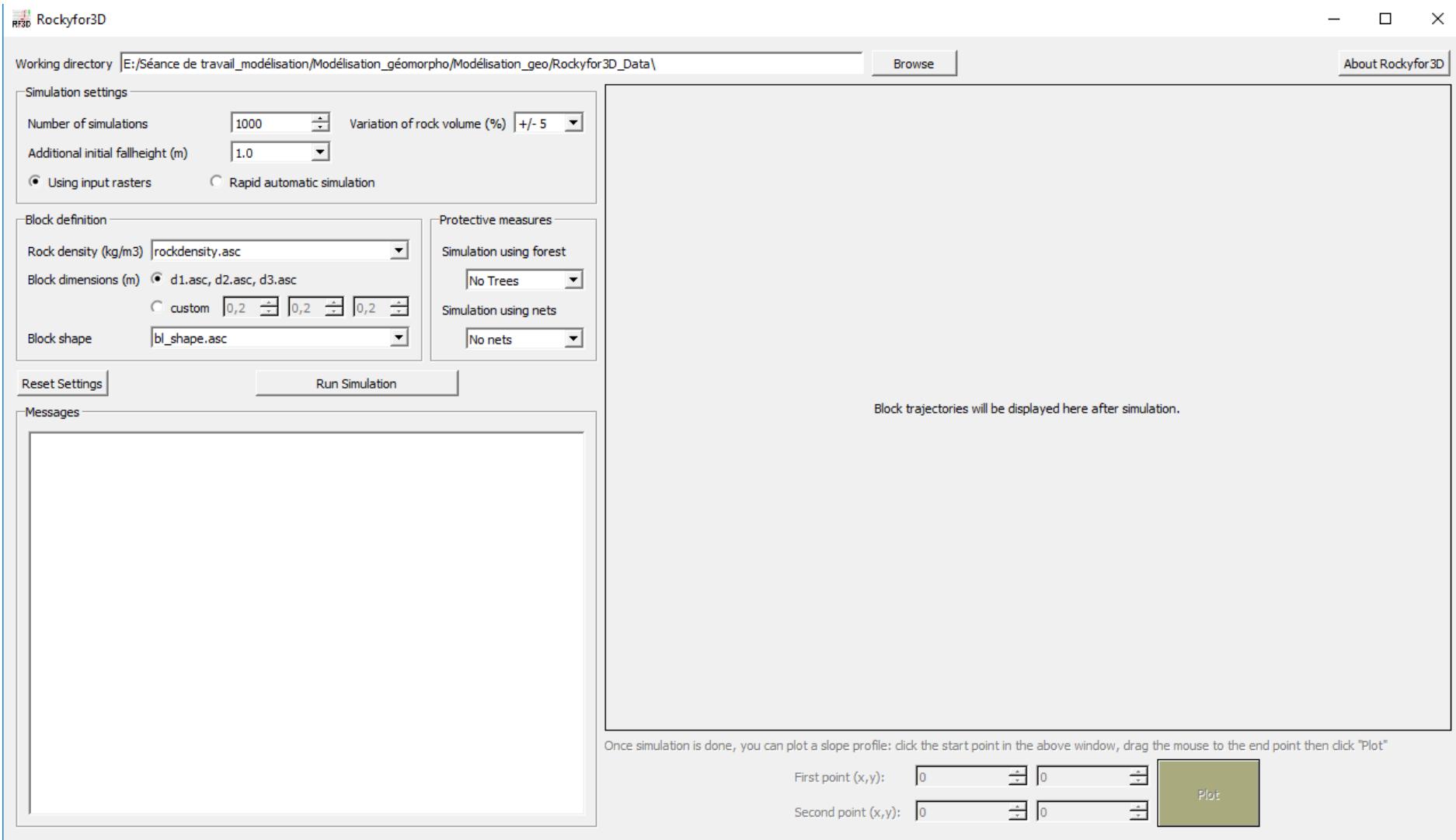
Once simulation is done, you can plot a slope profile: click the start point in the above window, drag the mouse to the end point then click "Plot"

First point (x,y): 0 0

Second point (x,y): 0 0

This screenshot shows the main interface of the Rockyfor3D software. On the left, there are several input fields and buttons for simulation parameters like number of simulations, variation of rock volume, and additional initial fallheight. There are also sections for block definition (rock density, dimensions, shape) and protective measures (forest and nets). A 'Messages' box is present. On the right, there is a large empty area for displaying block trajectories and instructions for plotting slope profiles. At the bottom, there are input fields for defining a slope profile between two points and a prominent green 'Plot' button.

Paramétrage du processus de Modélisation sous Rockyfor3D





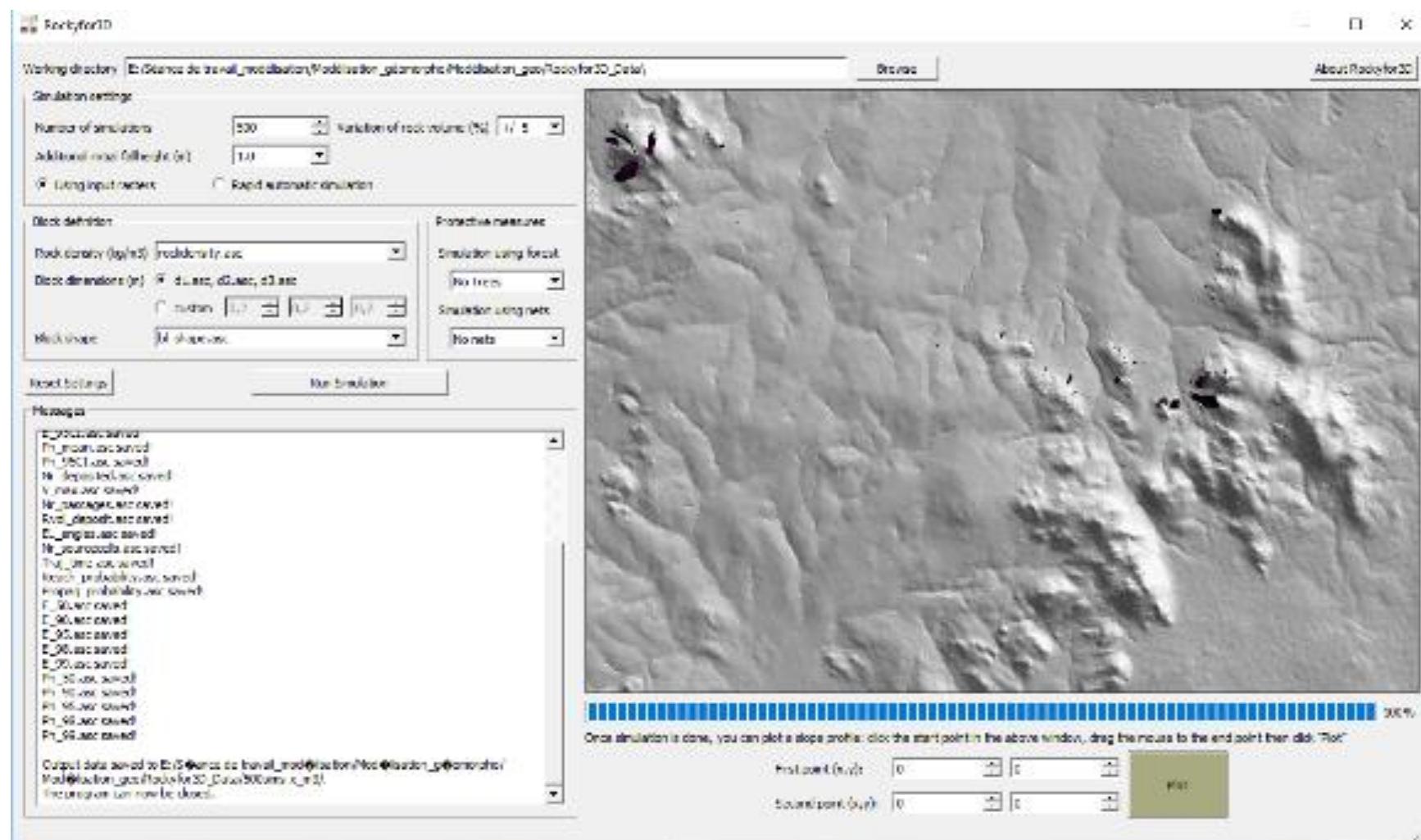
03

RESULTATS

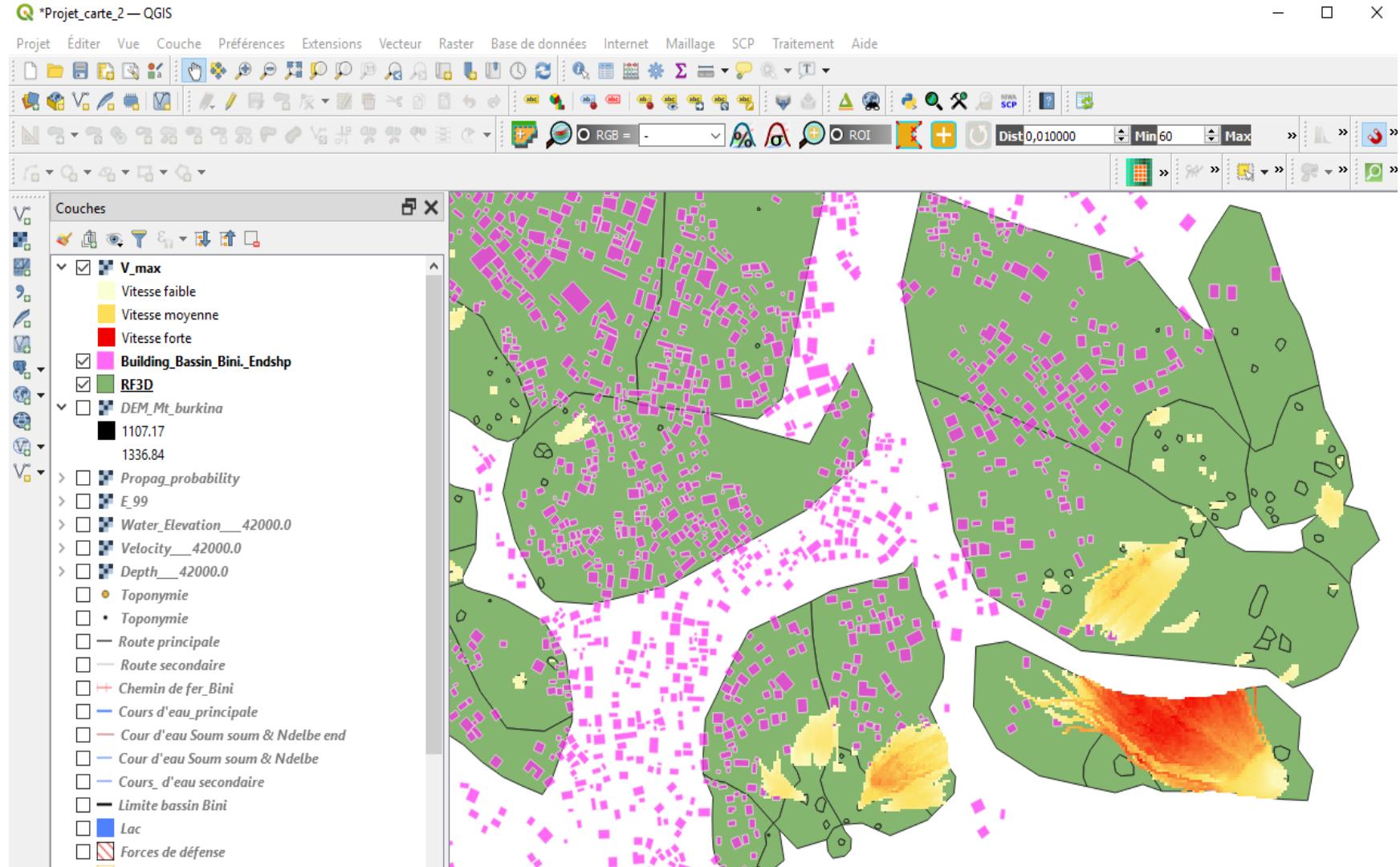
Modélisation de la dynamique des blocs

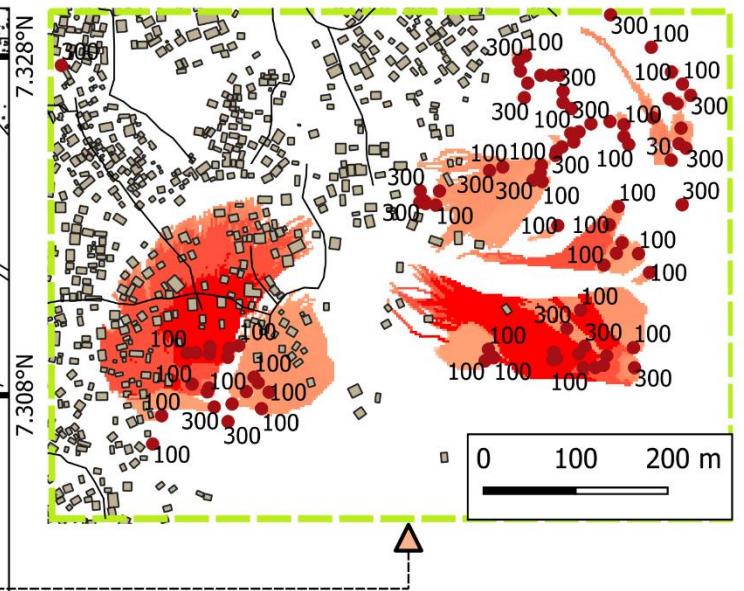
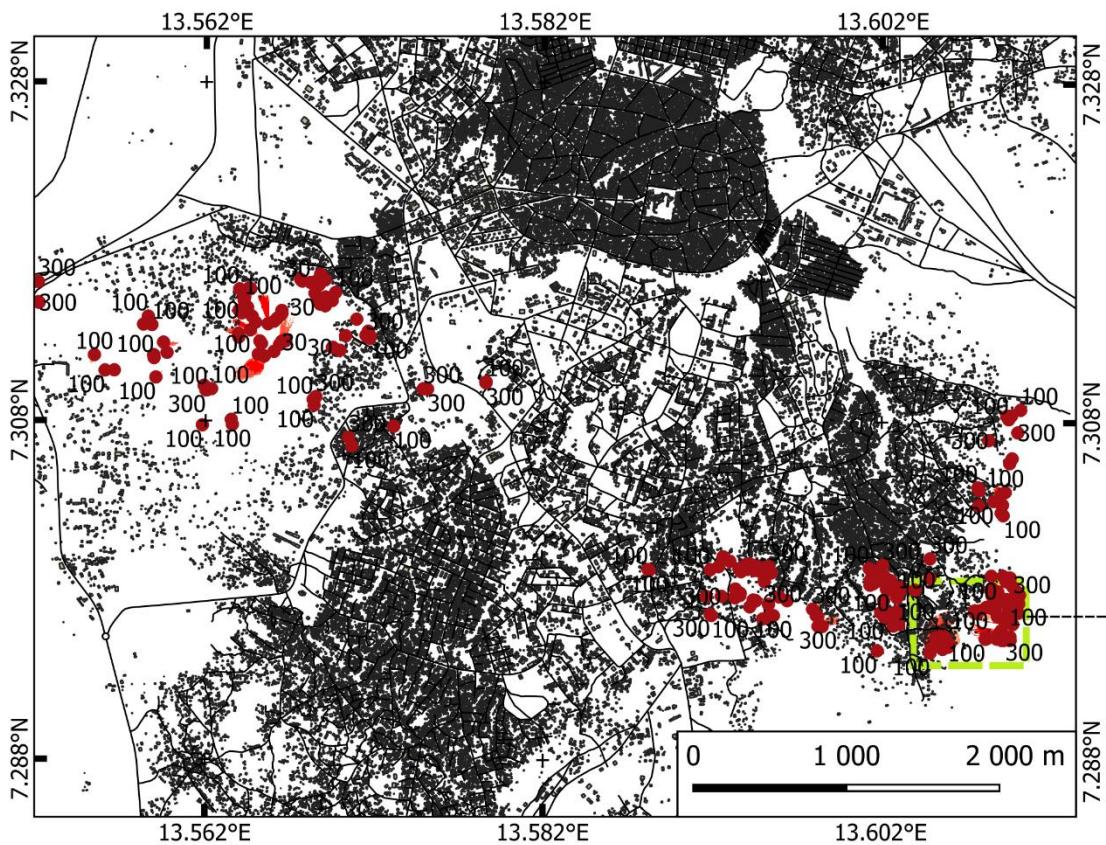
3 RÉSULTATS

☐ Fin de la simulation



□ Ouverture du résultat sur QGIS





Légende

- Bloc à risque

- Rue et piste

- Building

Zoom sur le mont Ngaoundäï

Zone de danger

- Faible

- Moyen

- élevé

Sources :

- base de données OpenStreetMap, 2020 ;
- levés de terrain, 2020 ;
- MNT Ngaoundéré (2,5 m de résolution spatiale).



04

DISCUSSION ET CONCLUSION

La modélisation montre que le niveau de danger lié aux chutes de blocs rocheux peut être subdivisé en trois principales classes : la probabilité de propagation faible (aléa non significatif) ; moyenne et forte (aléa significatif)

Au total en 2020, **70 habitations** dont 56 sur les versants des monts Ngaoundai et 14 sur les monts Ngaoundéré, sont situés sur les trajectoires possibles à risque moyen et élevé de dévèlement des blocs rocheux.

La principale limite de cette étude est l'absence de données sur la résistance des matériaux de construction (briques de terres et parpaings), étant donné que la modélisation a pour finalité de formuler des recommandations pour des actions concrètes.

Les données sur la résistance des matériaux de construction auraient été d'une utilité certaine pour affirmer avec précision, à partir de quelle résistance une maison en brique de terre ou en parpaings ne pourrait plus constituer une protection pour ses occupants.

□ REMERCIEMENTS

L'Union européenne (UE) à travers :

- ✓ le Programme Afrique Caraïbes Pacifique de Prévention des Risques liés aux Catastrophes Naturelles (ACP-UE NDRR) et son initiative de financement des risques de catastrophes en Afrique (ACP-UE ADRF),
- ✓ la Facilité mondiale pour la réduction des catastrophes et relèvement (GFDRR)

La Banque mondiale (BM), qui ont financé les activités qui étayent cette étude ;

Le Centre de recherche sur l'environnement alpin (CREALP) en Suisse, pour le partage d'expériences, des techniques et des applications ;

Le Ministère de Habitat et Développement Urbain (MINHDU) du Cameroun qui a désigné le personnel en charge de suivre les travaux pour le compte de la ville de Ngaoundéré dans le cadre du Programme de Développement des Villes Inclusives et Résilientes au Cameroun (PDVIR).