

COMMUNE DE TSINGONI

ÉTUDE DE PRÉCISION DE L'ALÉA

ALBIOMA HAJANGUA AY14
« PROJET SOLAIRE AU SOL »

ETUDE DE DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE

MISSION G5

A LA DEMANDE ET POUR LE COMPTE DE LA SOCIETE SAFEGE-Suez Consulting

Dossier	025-013_II_1	
Indice	Modifications	Date
1	Document initial	27/06/25
2	Document modifié	20/08/25
3	Modifications-Complément hydro et perméabilités	29/10/25

Nombre de pages : 25 + 11 annexes

INGÉNIEURS-CONSEILS EN GÉOLOGIE, GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE

N°C3 Résidence Les Giroliers I
- Quartier La Palmyraie
TSOUNDZOU II
97600 Mamoudzou - Mayotte

Tél. +262 (0)2 69 62 27 64
contact@geolithe.com
www.geolithe.com

GÉOLITHE
38920 CROLLES



LIEU :	HAJANGUA
COMMUNE :	DEMBENI (97660)
OBJET :	Étude de précision de l'aléa mouvements de terrain
TYPE DE MISSION :	Etude de diagnostic géotechnique – G5
CLIENT :	SAFEGE-Suez Consulting
DOSSIER SUIVI PAR :	Mme COLET Aurélie

CHARGE D'AFFAIRE :	J.C MARINI
CHEF DE PROJET :	J.C MARINI
INTERVENANTS :	I.DIOMANDE & A.CHAZELLE
NOMBRE DE PAGES :	25 + 11 ANNEXES

Dossier	O25-013_II_1	
Indice	Modifications	Date
1	Document initial	27/06/25
2	Document modifié	20/08/25
3	Modifications-Complément hydro et perméabilités	29/10/25

Rédacteur : I. DIOMANDE
A. CHAZELLE

Visa :

Contrôle : J.C MARINI

Visa :

SOMMAIRE

1 - PRÉSENTATION	5
1.1 - INTRODUCTION.....	5
1.1 - LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	5
1.2 - PRESENTATION DU PROJET.....	6
1.3 - OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	6
1.4 - DOCUMENTS DE REFERENCE.....	6
1.5 - DESCRIPTION DE L'ETUDE	7
2 - CONTEXTE GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE.....	8
2.1 - CONTEXTE GEOLOGIQUE	8
2.2 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE	10
2.2.1 - <i>Risque sismique</i>	10
2.2.2 - <i>Aléa mouvements de terrain</i>	10
2.2.3 - <i>Aléa liquéfaction</i>	11
3 - OBSERVATIONS NATURALISTES.....	12
3.1 - RECONNAISSANCES PEDESTRES.....	12
4 - HYDROLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE RELEVES	13
4.1 - CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE	13
4.1.1 - <i>Contexte hydrologique de surface</i>	13
4.1.2 - <i>Contexte géomorphologique</i>	15
4.2 - INCIDENCES LITHOLOGIQUES SUR LES TERRASSEMENTS – PRECAUTIONS PARTICULIERES	17
5 - ESSAIS DE PERMÉABILITÉ	18
5.1 - PRESENTATION DES ESSAIS	18
5.2 - IMPLANTATION DES ESSAIS.....	18
5.3 - RESULTAT DES ESSAIS DE PERMEABILITE	19
6 - SYNTHESE GENERALE	21
6.1 - HYDROLOGIE SUPERFICIELLE	21
6.1 - PERMEABILITE SUPERFICIELLE	22
7 - RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES DE PRINCIPE – PHASE TRAVAUX	23
7.1 - TERRASSEMENTS ET ORGANISATION DES TRAVAUX.....	23
7.2 - PENTES, TALUS ET STABILITE DES VERSANTS	23
7.3 - TALUS NON STABILISE IDENTIFIE SUR LE SITE	23
7.4 - PRINCIPES DE FONDATIONS	24
7.5 - GESTION DES EAUX PLUVIALES	24
8 - CONCLUSION.....	25

ANNEXES

- Annexe 1 : Classification des missions géotechniques
- Annexe 2 : Localisation de la zone d'étude
- Annexe 3 : Extrait de la carte géologique de Mayotte (BRGM)
- Annexe 4 : Extrait de la carte d'aléa mouvements de terrain (BRGM, 2019).
- Annexe 5 : Carte aléa susceptibilité à la liquéfaction (BRGM, 2019)
- Annexe 6 : Carte des observations naturalistes
- Annexe 7 : Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude
- Annexe 8 : Carte topographique de la zone d'étude
- Annexe 9 : Carte topographique en relief de la zone d'étude
- Annexe 10 : Carte implantation des sondages
- Annexe 11 : Carte des écoulements superficiels

1 - PRÉSENTATION

1.1 - INTRODUCTION

Le présent rapport a été réalisé par le Bureau d'Ingénieurs-Conseils **Géolithe Océan Indien**, à la demande et pour le compte de SAFEGE-Suez Consulting, dans le cadre de la création d'une centrale photovoltaïque par Albioma Solaire Mayotte.

Ce rapport complète le rapport initial, à la suite d'investigations complémentaires demandées par le client et portant sur l'hydrologie superficielle de la zone d'étude via une prospection complémentaire et des essais de perméabilités in situ.

Il s'agit d'une étude de diagnostic géotechnique (mission G5), au sens de la norme NF P 94-500 « Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications ».

1.1 - LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude se trouve au centre-est de l'île de Mayotte, dans la commune de Dombéni, à environ 3 kilomètres au sud du village de Dombéni et en face de la carrière d'ETPC d'Ilonie. Historiquement, l'IGN indique que le site est une ancienne parcelle de la carrière d'ETPC qui avait été exploitée, puis convertie en ISDI et refermée vers fin 2019 – début 2020. Cependant, il reste quelques traces géomorphologiques de ce passé visibles (voir §4.1.2 – Contexte géomorphologique).

Le site s'étend au bord de la RN3, sur un plateau topographique, au sein d'un environnement agricole composé de plusieurs cultures. Au moment de la visite de site complémentaire (14/10/25), une partie de ces cultures avait été récoltée et le sol travaillé pour être replanté avant la saison des pluies. **Le client précise que ces cultures sont perpétrées à l'insu et contre la volonté des propriétaires fonciers.**

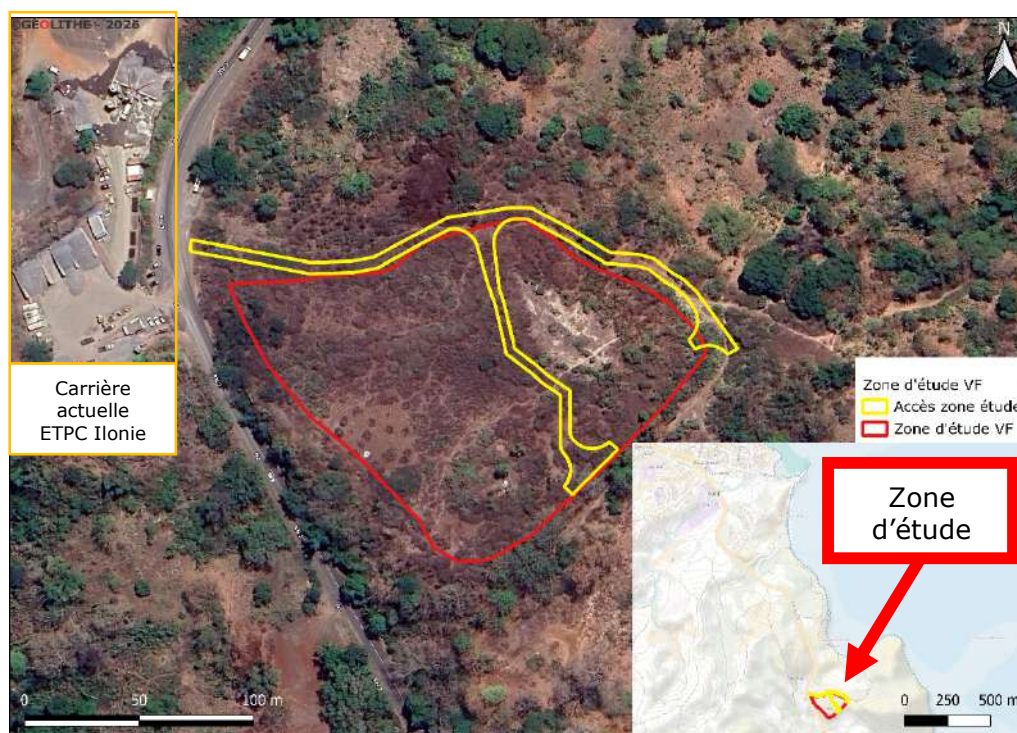


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur orthophotographie. En **rouge**, la zone d'étude et en **jaune** l'accès à la zone d'étude.

1.2 - PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet consiste en la réalisation d'une centrale photovoltaïque. L'emprise, délimitée en **rouge**, représente une superficie d'environ **17 800 m²**, soit **un peu plus de 1,78 hectare** (Figure 2). L'emprise en **jaune** représente **le chemin d'accès** permettant l'accès à la zone d'étude.

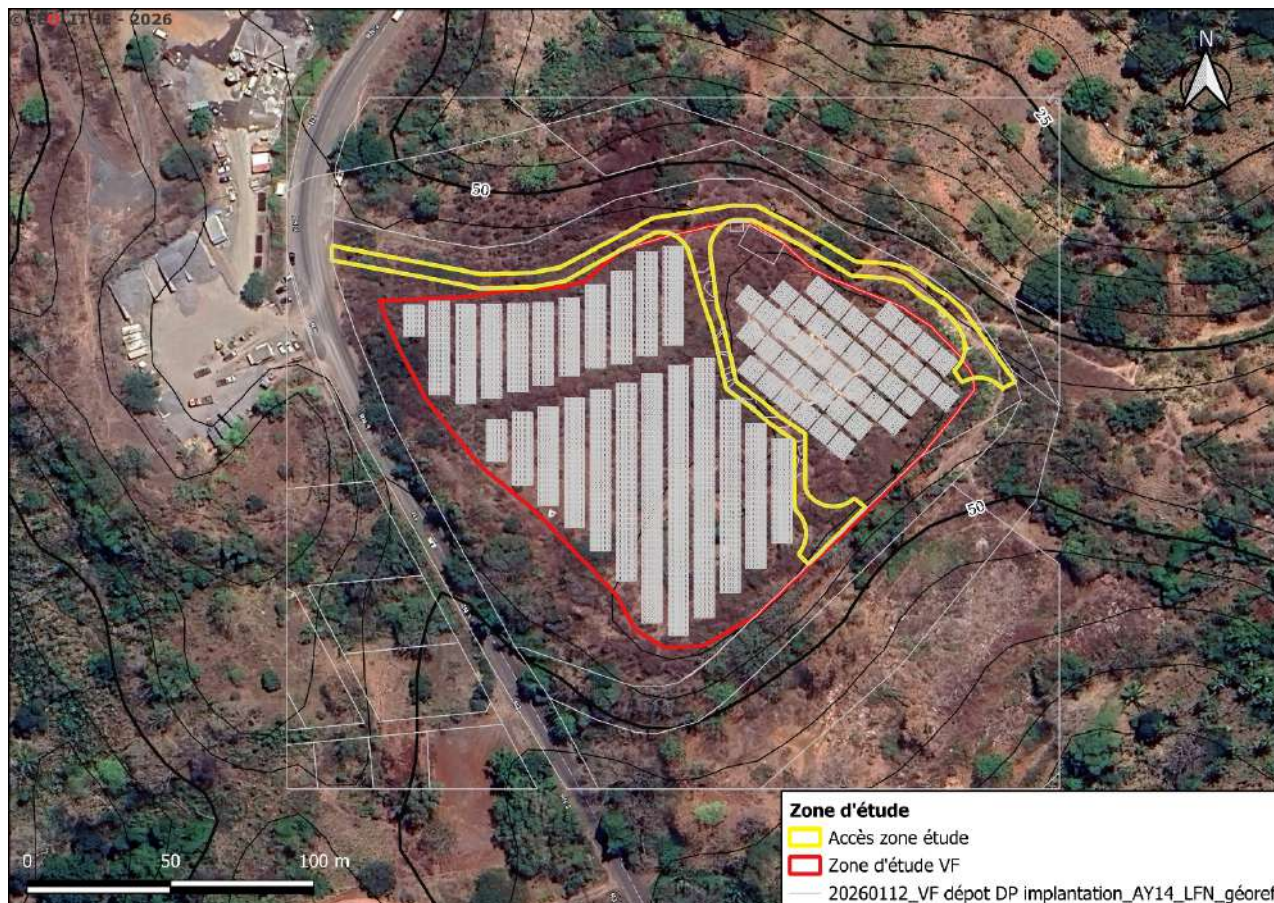


Figure 2 : Implantation de la zone d'étude (Annexe 2).

1.3 - OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

L'objectif de l'étude est de réaliser un diagnostic des aléas à l'échelle de la parcelle, de préciser l'hydrologie superficielle de la zone d'étude via une prospection complémentaire, et enfin de déterminer la perméabilité des sols superficiels.

1.4 - DOCUMENTS DE REFERENCE

Le client nous a fourni un document avec l'emprise du site d'étude et la zone accompagnée du zonage d'aléa mouvements de terrain du PPR réalisé par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).

Les documents suivants ont été utilisés pour l'étude :

Contexte naturel :

- La carte géologique de Mayotte – Édition 2013 et sa notice ;
- Base de données mouvements de terrain (BDMVT) du BRGM ;

- Base de données des sous-sols (BSS) du BRGM ;
- Carte IGN.

Sismicité :

- Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité sur le territoire français ;

Normes :

- EN ISO 22282-2 à 6 sur les essais de perméabilité in situ ;
- EN 1997-2:2007 Eurocode 7 – Reconnaissance et essais ;
- NF P 94-132 Sols : reconnaissance et essais – Essai d'eau Lefranc ;
- NF P 94-500 Classification des missions géotechniques.

1.5 - DESCRIPTION DE L'ÉTUDE

- Précision du réseau hydrographique superficiel ;
- Amélioration des connaissances sur la nature, l'emprise, la géométrie et les caractéristiques géomécaniques des formations géologiques représentées ;
- Enrichissement des données événementielles relatives aux phénomènes considérés ;

Ce secteur est concerné par des phénomènes potentiels de :

- Inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine, il faudra donc :
 - o Cartographier le réseau hydrographique (cours d'eau ou ravine) superficiel ;
 - o Déterminer son interaction avec la zone d'étude ;
 - o Déterminer son impact sur la zone d'étude.

2 - CONTEXTE GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 - CONTEXTE GÉOLOGIQUE

À l'examen de la carte géologique du BRGM de Mayotte, les terrains du site sont principalement constitués par des **Phonolithe aphyrique** (ua) de la **saprolite kaolinisé** et des **Basalte à pyroxène** (âpx) (Figure 3).

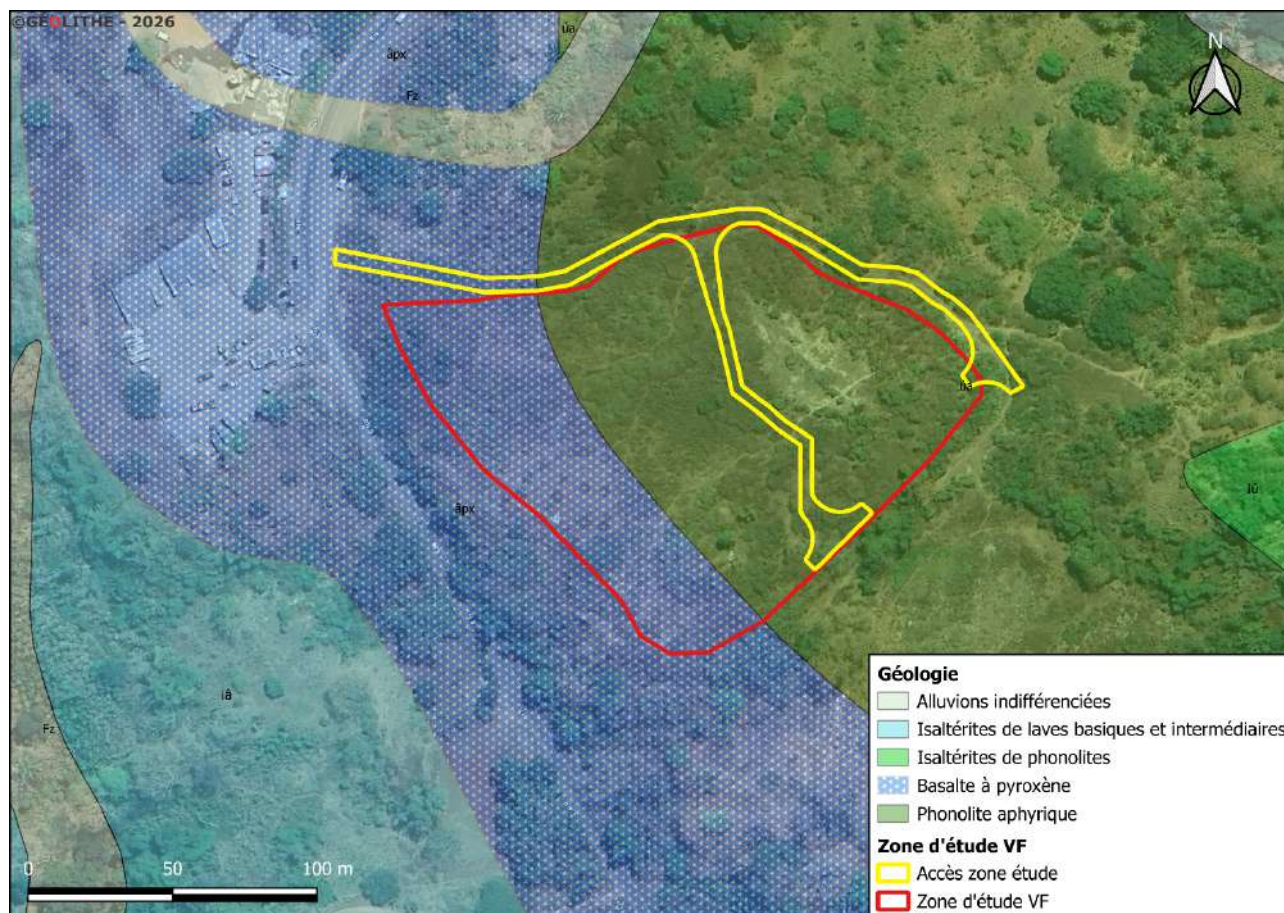


Figure 3 : Extrait de la carte géologique de Mayotte (BRGM) (Annexe 3).

Les phonolites aphyriques (Uà) initialement en place et qui ont été exploités, ce sont les laves les plus différenciées du massif volcanique. Présentes sur l'ensemble de l'île, elles sont de teinte gris-verdâtre avec une cassure en petit éclat irrégulier. La plus grande caractéristique de cette roche réside dans la sonorité cristalline qu'elle produit lors d'une percussion. Lorsqu'elle est altérée, elle présente une patine d'altération blanchâtre en pourtour des blocs. Quand l'altération est plus forte, par l'action dans un premier temps de fluides hydrothermaux endogènes (fluides chauds circulant lors du refroidissement de la phonolite), puis par l'action de l'altération météorique (eaux de pluie, climat tropical humide), les minéraux feldspathoïdes blanchissent et la phonolite devient de la saprolite blanche :

La saprolite kaolinisée, visible sur la butte 2 (figure 4 ci-dessous), est caractérisée par sa couleur blanche à blanc cassé, parfois crème, selon le degré de kaolinisation. Sa texture est argilo-sableuse, friable, légèrement grumeleuse, parfois "poudreuse" et sa minéralogie est composée de forte teneur en kaolinite (argile blanche), de résidus d'amphiboles altérées et de feldspaths blanchis. La couleur et l'aspect de la saprolite kaolinisé peut être confondue à des roches calcaires, cependant, elle ne réagit pas au test de l'acide chloridrique (HCl) à 10% ni pure. La carrière ETPC d'Ilonie en face de la zone d'étude est un massif de phonolite. Ce massif se composait de plusieurs niveaux ; de la roche saine (phonolite gris-verdâtre) alternant parfois

des niveaux de saprolite kaolinisé et recouvert par des isaltérites grisâtres à allotérites rougeâtres. Actuellement, sur la zone d'étude, il n'y a pas d'indice clair pour définir si cette saprolite kaolinisé est en place où a été rapportée lors de la fermeture de la parcelle à l'exploitation de la carrière. **La saprolite kaolinisée** est une roche compacte et quasiment imperméable.

Le basalte à pyroxène (âpx) se compose d'une matrice microlitique de plagioclase, d'olivine et de pyroxène, au sein de laquelle sont présents des phénocristaux de clinopyroxène dont la taille varie de quelques millimètres à 1 cm. Dans la zone d'étude, ce basalte à pyroxène est en surface recouvert ou intégré sous forme de blocs décimétriques à métriques dans des isaltérites de lave basique et intermédiaire.

Actuellement, le site semble plutôt constitué de remblais issus d'un **mélange d'isaltérites et d'allotérites de lave basique et intermédiaire**, que l'on retrouve sous la forme d'un sable limono-argileux rouge à gris.

2.2 - CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

2.2.1 - Risque sismique

Conformément au décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 relatif à la délimitation du zonage sismique du territoire français, l'île de Mayotte est située en zone de sismicité 3 (modérée).

2.2.2 - Aléa mouvements de terrain

Le site est concerné par le zonage d'aléa mouvements de terrain (Figure 4), d'après les cartes du BRGM (version 2019), avec :

- **Une zone d'aléa faible** (en gris) : un aléa faible de glissement de terrain ;
- **Une zone d'aléa moyen** (en rose) : un aléa moyen de chutes de blocs ;
- **Une zone d'aléa fort** (en violet) : un aléa fort de chutes de blocs ;
- **Une zone d'aléa moyen** (en jaune à l'Est) : un aléa moyen de glissement de terrain, accompagné d'un aléa moyen de chutes de blocs.

L'implantation des panneaux solaires de la zone d'étude (en rouge) est concernée au Sud/Sud-Est par un aléa fort de chute de blocs directement lié aux fortes pentes présentes. Elle est aussi concernée par un aléa moyen de glissement de blocs dans sa partie Nord/Nord-Est. La zone d'accès, en jaune, est impactée par un aléa moyen de glissement (Figure 4).

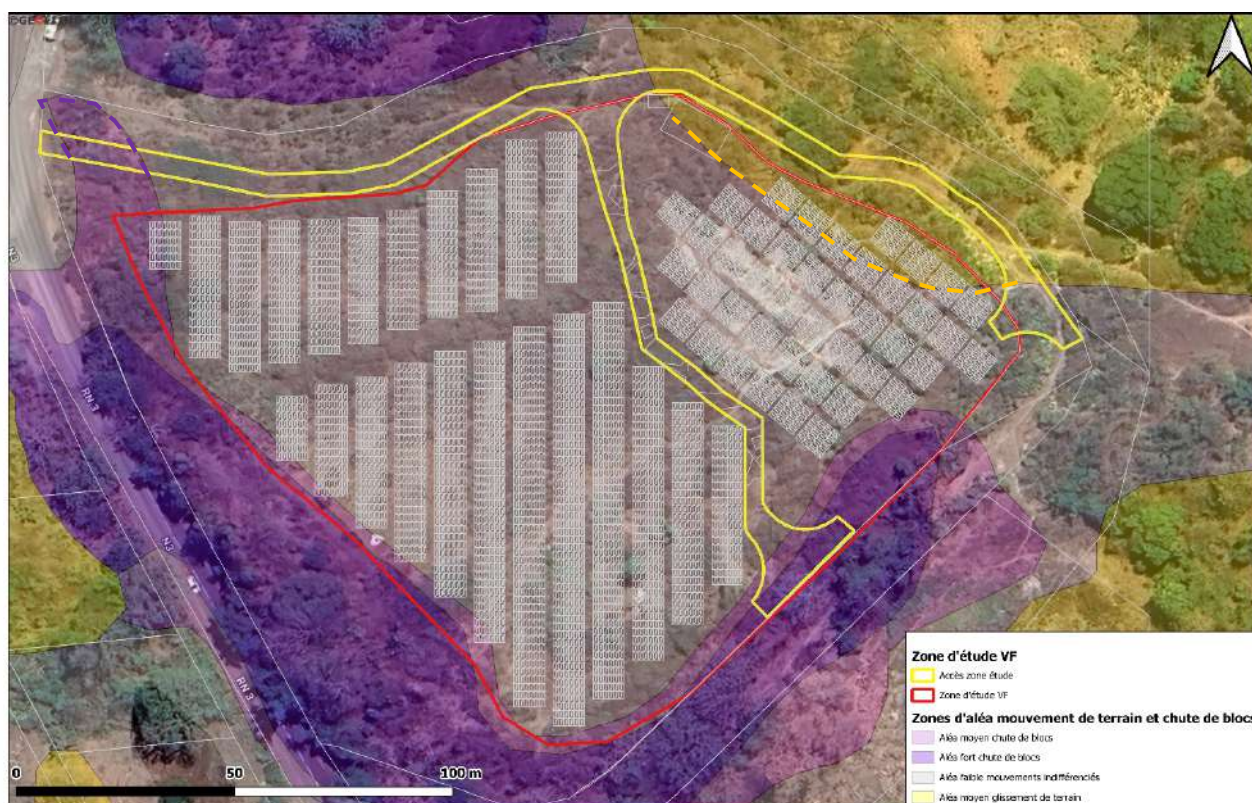


Figure 4 : Extrait de la carte d'aléa mouvements de terrain (BRGM, 2019) (Annexe 4).

2.2.3 - Aléa liquéfaction

Le site est soumis à un aléa de susceptibilité à la liquéfaction **faible à nul** (Figure 5).



Figure 5 : Carte aléa susceptibilité à la liquéfaction (BRGM, 2019) (Annexe 5).

3 - OBSERVATIONS NATURALISTES

3.1 - RECONNAISSANCES PÉDESTRES

Nous avons effectué des reconnaissances naturalistes sur les zones accessibles du site. Les observations sont les suivantes :

- Présence de ravines bien marquées (sèches au moment des investigations) ;
- Affleurement d'isaltérites le long de la RN3 ;
- Butte de saprolite observée à l'Est du site ;
- Nombreuses cultures sur l'ensemble du site ;
- Présence de remblais répartis sur l'ensemble du site ;
- Présence locale de blocs rocheux.

On ne relève pas de contraintes particulières d'accès au site.
La figure 6 ci-dessous localise les points d'observation.

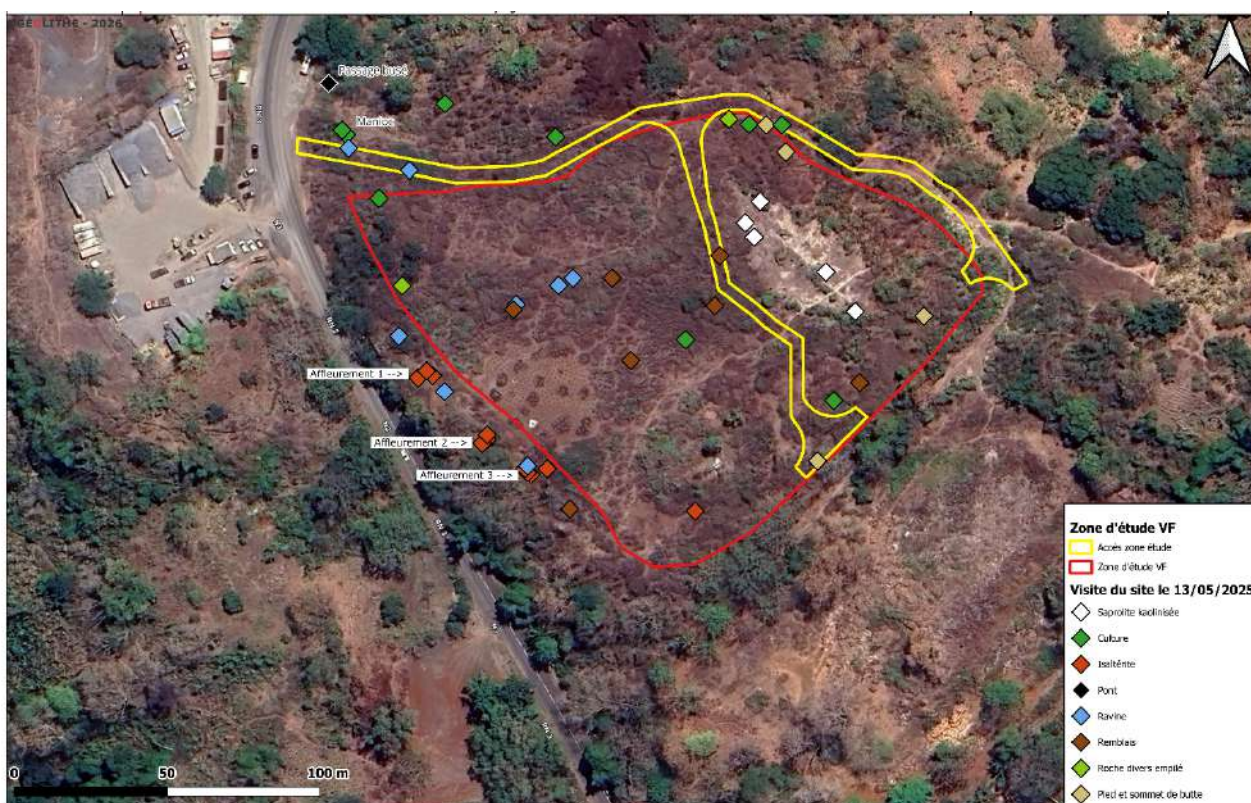


Figure 6 : Carte des observations naturalistes (Annexe 6).

4 - HYDROLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE RELEVES

4.1 - CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

4.1.1 - Contexte hydrologique de surface

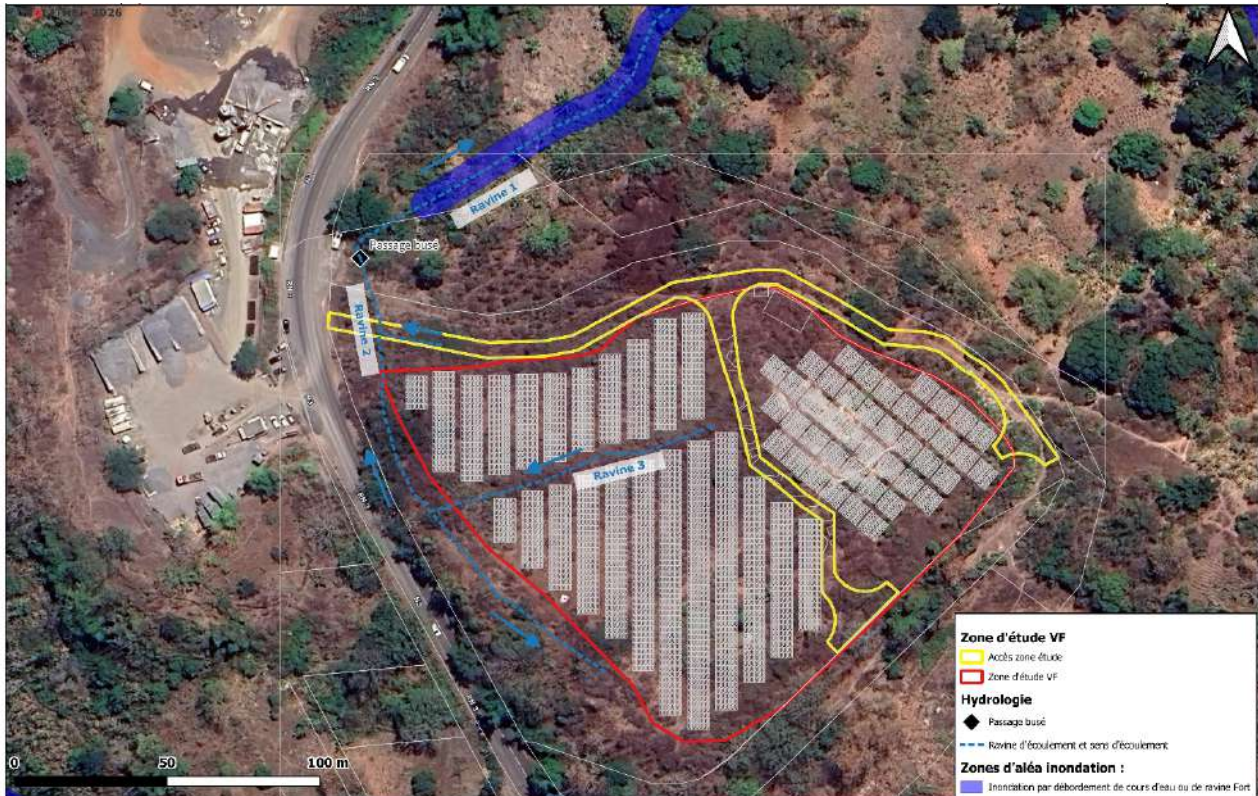


Figure 7 : Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude (Annexe 7).

Après analyse des cartes existantes et relevés naturalistes, les observations sont les suivantes:

- La zone d'étude (limite en rouge) n'est pas soumise à un aléa d'inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine (Figure 4).
- Au nord de la zone d'étude (ravine 1), on relève un aléa fort d'inondation par débordement de cours d'eau. Son tracé débute à l'exutoire d'un passage busé assurant le franchissement du fossé en bord de voirie. Le passage busé est composé d'une buse en béton de diamètre 400 mm, recouvert de béton, et s'étend sur 4 m environ pour une largeur de 2 m. Ce passage busé semble avoir été créé lors de l'exploitation de la parcelle en carrière pour permettre le passage des engins sans entraver la circulation hydraulique. La ravine 1 est connectée à la ravine 2 via le passage busé.



Figure 8 : Photographies (photo 1 et 2) de la buse et son environnement

Deux ravines sont observées sur la zone d'étude (ravines 2 et 3) (Figure 8) :

- La ravine 2, longe la RN3 et est située à l'Est du talus routier. Elle est d'origine anthropique, probablement un fossé de drainage créé lors de la construction de la RN3. Ces dimensions sont d'environ 0.50m de large pour 0.5m de profondeur. Elle se connecte à la ravine 1 via le passage busé pour ne former qu'une unité hydraulique.
- La ravine 3 prend naissance au niveau de la butte 2 et est encaissée entre les buttes 1 et 3. Ses dimensions sont de **0,50 m** de large pour **0,30 m** de profondeur.

Les ravines sont toutes interconnectées : la ravine 3 s'écoule dans la ravine 2, qui ensuite s'écoule pour partie dans la ravine 1 via le passage busé et vers le sud de la zone d'étude.

Au moment de la reconnaissance naturaliste complémentaire (le 14/10/2025), **toutes** les ravines étaient **sèches**.

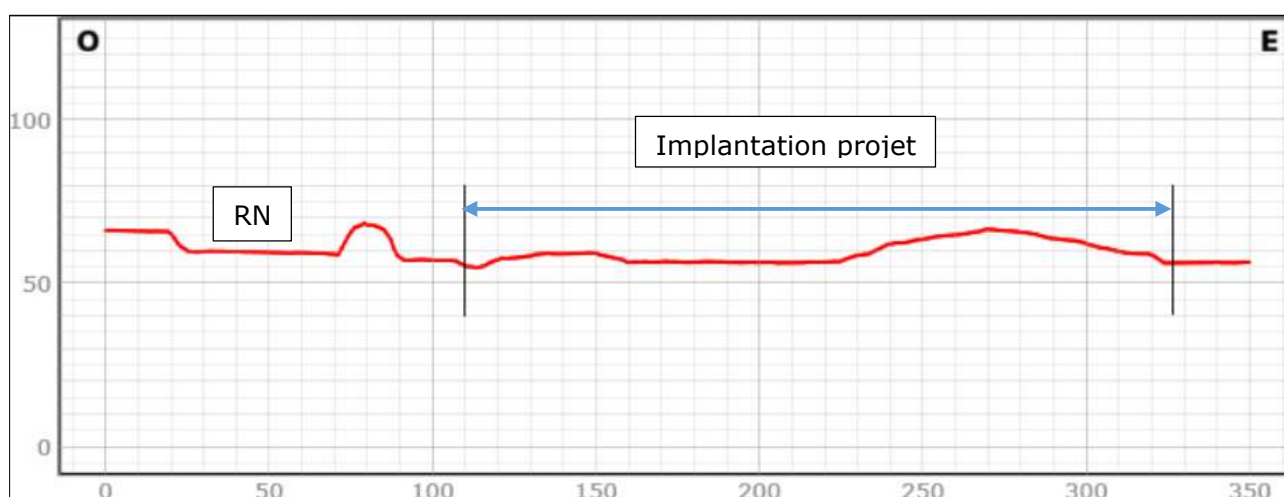
4.1.2 - Contexte géomorphologique

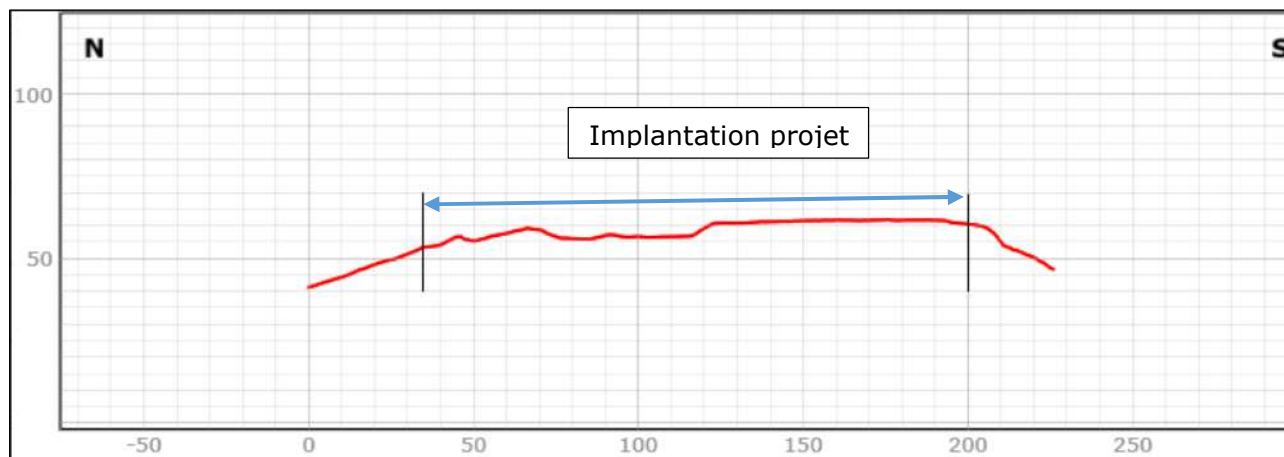
Le site est situé le long de la RN3, à l'est de celle-ci, sur un plateau topographique entouré d'un versant abrupt (pente $\geq 40^\circ$ en moyenne) s'étendant du nord au sud en passant par l'est. À l'ouest de la zone d'étude, la RN3 creuse une dépression (Figure 9).



Figure 9 : Carte topographique de la zone d'étude (Annexe 8).

À partir de la carte topographique du site, nous avons établi deux profils (N-S et O-E), en indiquant la position du projet sur ces profils :





On note que l'altitude moyenne du site est comprise entre **50 et 60 NGM**. À l'extrémité nord et sud, l'altitude plonge à **40 NGM**.

On observe la présence de quatre formes topographiques individualisées (notées 1 à 4), d'une hauteur comprise entre 5 et 8 m maximum, avec des pentes inférieures à 30°. La morphologie de la forme n°2 est directement liée à sa nature géologique, correspondant à une formation naturelle en place. Les formes n°1, n°3 et n°4 présentent en revanche des caractéristiques morphologiques indiquant une origine anthropique (Figure 10).

Les formes anthropiques n°1 et n°3 semblent être constituées de remblais hétérogènes, tandis que la forme anthropique n°4 présente une structure régulière et des pentes homogènes, peu compatibles avec une morphogenèse naturelle. Compte tenu de l'historique du site, identifié comme ancienne carrière puis ancienne installation de stockage de déchets inertes (ISDI), ces formes anthropiques peuvent être issues de matériaux remaniés lors des différentes phases d'exploitation et de remise en état du site. La provenance exacte des matériaux ne peut toutefois pas être déterminée avec certitude à ce stade et ne peut être attribuée de manière exclusive à la carrière ETPC actuellement en activité à l'est de la zone d'étude (Figure 10).

Au regard de la présence de ces formes anthropiques, des points de vigilance spécifiques sont à considérer dans le cadre de la poursuite des études géotechniques. En particulier, la nature réelle des matériaux, leur hétérogénéité, leur épaisseur, ainsi que la profondeur du terrain naturel sous-jacent ne sont pas connues à ce stade et constituent des paramètres déterminants pour la stabilité locale, la portance des plateformes et les conditions de terrassement.

En conséquence, dans le cadre de la mission G2 AVP, il est recommandé de réaliser :

- des reconnaissances à la pelle mécanique, ciblées au droit des formes anthropiques n°1, n°3 et n°4, afin de caractériser la nature des matériaux, d'identifier les interfaces entre formations anthropiques et terrains naturels, et d'estimer l'épaisseur des remblais ;
- des sondages destructifs complémentaires, permettant de confirmer la profondeur du substratum porteur et d'affiner le modèle géotechnique du site.

Ces investigations permettront de sécuriser les hypothèses de conception, d'adapter les dispositions constructives et de réduire les incertitudes géotechniques en phase projet.

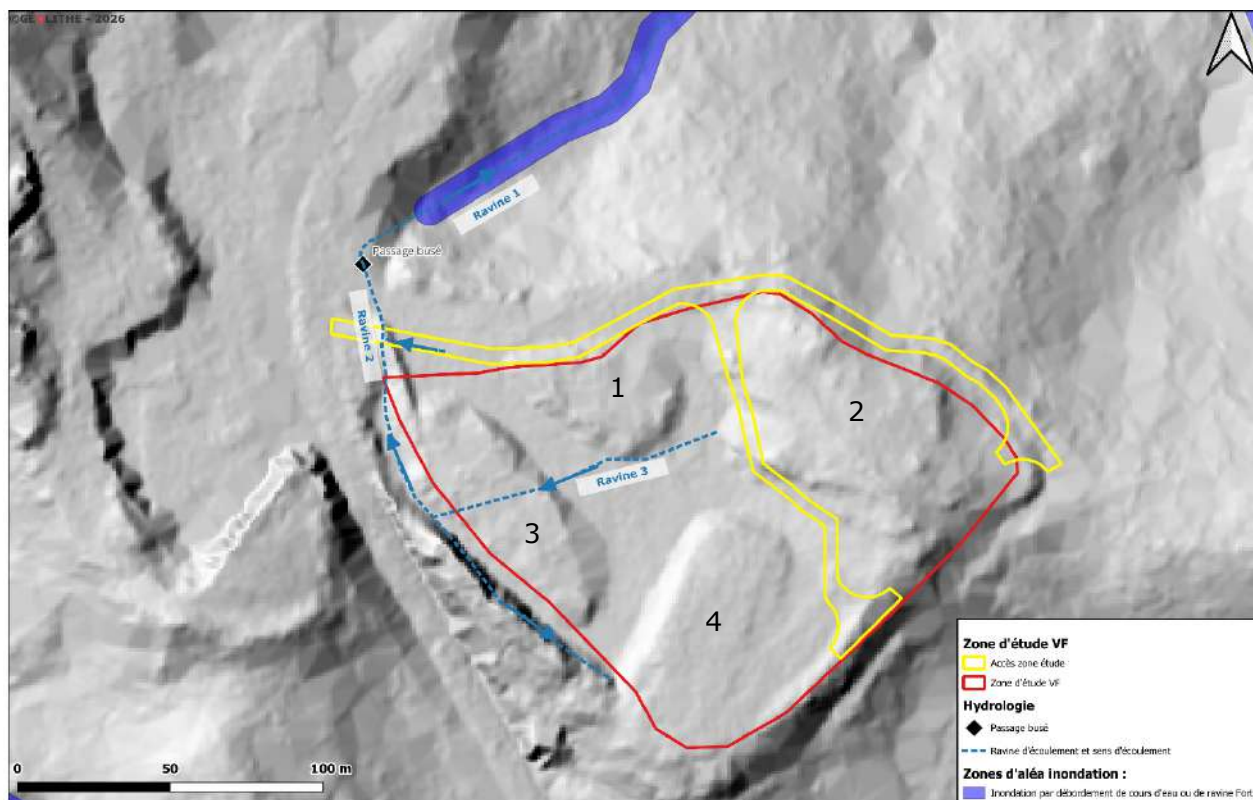


Figure 10 : Carte topographique en relief de la zone d'étude (Annexe 9).

L'implantation de la zone d'étude et l'accès à celle-ci sont situés dans la partie nord et nord-est, dans une zone de pente comprise entre **15° et 25°**, avec localement des pentes supérieures à **35°**.

La zone de connexion des ravines 1 et 2 est comprise dans une zone de pente entre **15° et 45°** (Figure 10).

4.2 - INCIDENCES LITHOLOGIQUES SUR LES TERRASSEMENTS – PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

Au regard de la cartographie lithologique et des observations de terrain, deux ensembles lithologiques principaux sont identifiés au droit du site :

Des formations meubles à remaniées, constituées majoritairement de sables limono-argileux rouges à gris issus d'isaltérites et d'allotérites de laves basiques et intermédiaires, localement associées à des formations anthropiques, ainsi que des formations plus cohérentes à compactes correspondant à la saprolite kaolinisée issue de la phonolite, observées notamment au droit de la forme topographique n°2

Dans les formations meubles et anthropiques, les terrassements peuvent être réalisés sans difficulté particulière à l'aide d'une pelle mécanique classique, sous réserve d'un contrôle visuel permanent de la nature des matériaux excavés. Ces terrains présentent toutefois une hétérogénéité potentielle, avec la présence possible de blocs décimétriques à métriques ou de niveaux localement compactés, pouvant entraîner une variabilité des rendements de terrassement.

Au droit des formations de saprolite kaolinisée, les terrassements pourraient s'avérer plus contraignants, en raison du caractère compact à très compact de cette formation, bien que celle-ci reste altérée. Les excavations pourront généralement être réalisées à la pelle mécanique, mais l'usage ponctuel d'un brise-roche hydraulique (BRH) ne peut être exclu, notamment en cas de niveaux faiblement altérés ou de blocs résiduels issus de la phonolite saine.

5 - ESSAIS DE PERMÉABILITÉ

5.1 - PRÉSENTATION DES ESSAIS

4 essais de perméabilité de type Porcher ont été réalisés sur site, au droit de sondages de **240 mm** de diamètre, réalisés hors nappe par injection d'eau.

Conformément aux recommandations de la norme **NF EN ISO 22282-2** (essais d'infiltration à charge constante ou variable), le protocole consiste à saturer préalablement le sol, puis à effectuer des mesures du niveau d'eau à intervalles réguliers après réalimentation du forage, ce qui permet de calculer un coefficient d'absorption.

Ce coefficient d'absorption k (en m/s) n'est pas une perméabilité stricte au sens hydraulique, mais on l'appelle aussi **coefficient de perméabilité apparente k** (en m/s).

5.2 - IMPLANTATION DES ESSAIS

Ci-dessous, figure un tableau des coordonnées des sondages (Tableau 1) et essais, ainsi qu'un plan de localisation (Figure 11) :

Nom	Coordonnées RGM23 / UTM Zone 38S		Coordonnées WGS84 (World Geodesic System 1984)	
	X	Y	X	Y
EP_01	521283.79770	8578634.87100	45.19615830	-12.85731690
EP_02	521364.86210	8578655.73600	45.19690527	-12.85712760
EP_03	521355.57850	8578614.56700	45.19682000	-12.85750000
EP_04	521364.38240	8578552.60700	45.19690158	-12.85806020

Tableau 1 : Coordonnée d'implantation des sondages



Figure 11 : Carte implantation des sondages (Annexe 10)

5.3 - RÉSULTAT DES ESSAIS DE PERMÉABILITÉ

Les résultats des essais sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tableau 2).

Nom du sondage	Profondeur (m/TN*)	Lithologie	Coefficient de perméabilité apparente k	
			(mm/h)	(m/s)
EP_01	0 – 1.5 m	sable limono-argileux rouge à gris	71.9	2.00E-05
EP_02	0 – 1.5 m	sable limono-argileux rouge à gris, plus sableux	1027.4	2.85E-04
EP_03	0 – 1.5 m	sable limono-argileux rouge à gris	99.7	2.77E-05
EP_04	0 – 1.5 m	sable limono-argileux rouge à gris	37.4	1.04E-05

Tableau 2 : Résultat des essais de perméabilité. *TN = niveau du Terrain Naturel

Les résultats des essais de perméabilité réalisés mettent en évidence la bonne perméabilité du sol. La valeur obtenue pour **EP_02**, bien supérieure aux autres, est liée à une lithologie localement plus sableuse, qui engendre une perméabilité accrue du sol.

Deux valeurs de perméabilité peuvent alors être calculées :

- **K moyen de 69,67 mm/h**, soit **$1,94 \times 10^{-5}$ m/s**, en excluant la valeur EP_02 ;
- **K moyen de 309,10 mm/h**, soit **$8,58 \times 10^{-5}$ m/s**, en incluant la valeur EP_02.

La valeur de **K moyen de 69,67 mm/h**, soit **$1,94 \times 10^{-5}$ m/s**, sera retenue pour la zone d'étude car elle est plus représentative. Les coefficients de perméabilité k calculés sont typiques de sables moyens à fins et sont en corrélation avec les sables limono-argileux rouges à gris observés dans la zone d'étude.

Ces coefficients de perméabilité sont compatibles avec des dispositifs d'infiltration.

Ci-dessous figurent deux tableaux permettant de se positionner par rapport aux résultats :

Perméabilité		Typologie du sol	Aptitude à l'infiltration
m/s	mm/h		
$K < 10^{-6}$	$K < 4$	très peu perméable	Nulle
$10^{-6} < K < 3.10^{-6}$	$4 < K < 11$	peu perméable	Mauvaise
$3.10^{-6} < K < 10^{-5}$	$11 < K < 36$	perméabilité médiocre	Faible
$10^{-5} < K < 2.10^{-5}$	$36 < K < 72$	assez perméable	Bonne
$2.10^{-5} < K < 5.10^{-5}$	$72 < K < 180$	perméable	Bonne
$K > 5.10^{-5}$	$K > 180$	très perméable	Très bonne

	Coefficient de perméabilité m/s (échelle logarithmique)											
1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹	
Propriétés relatives au drainage			Bon drainage				Faible drainage		Presque imperméable			
Types de sol	Graviers propres	Sables propres, mélanges de sables et de graviers propres			Sables très fins, silts organiques et inorganiques, mélanges de sables, de silt et d'argile, tills glaciaires, dépôts d'argile stratifiés, etc.				Sols « imperméables » comme les argiles homogènes sous la zone d'altération			

6 - SYNTHÈSE GÉNÉRALE

6.1 - HYDROLOGIE SUPERFICIELLE

L'étude de l'hydrologie superficielle de la zone, met en évidence l'interconnexion des ravines d'écoulements et leur sens d'écoulement en corrélation avec la topographie et l'aléas d'inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine (Figure 12) :

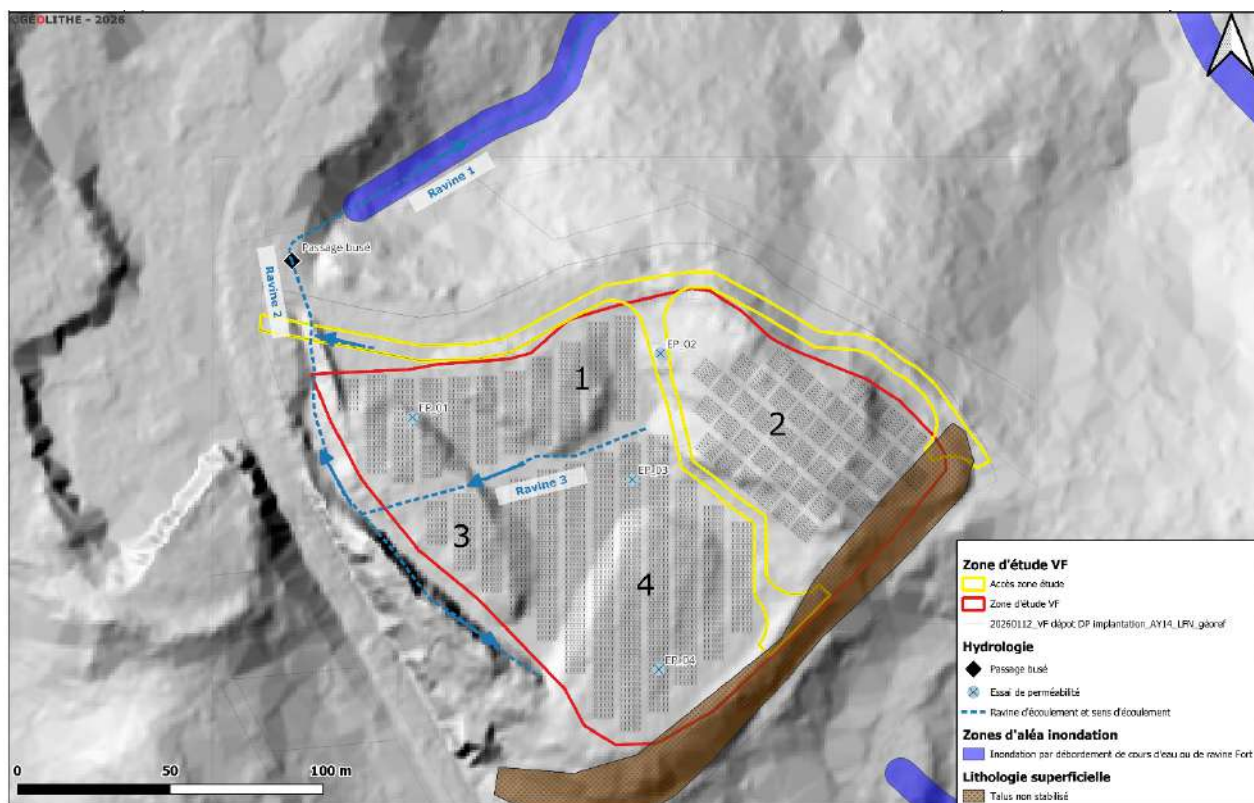


Figure 12 : Carte des écoulements superficiels (Annexe 11)

6.1 - PERMÉABILITÉ SUPERFICIELLE

Les résultats des tests de perméabilité mettent en évidence des sols ayant une bonne aptitude à l'infiltration (K moyen de 69,67 mm/h, soit $1,94 \times 10^{-5}$ m/s), à l'exception de la zone de saprolite kaolinisée située à l'Est, qui se révèle être imperméable et très compacte.

Les coefficients de perméabilité apparente obtenus sont corrélés à la lithologie majoritaire, composée de sables limono-argileux rouges à gris, qui constituent un mélange d'isaltérite et d'allotérite de lave basique et intermédiaire, vraisemblablement issu de la découverte de la carrière située à proximité (Figure 13).



Figure 13 : Carte des essais de perméabilité au droit de la zone d'étude (carte actuelle) (Annexe 10).

7 - RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES DE PRINCIPE – PHASE TRAVAUX

Les investigations de terrain réalisées dans le cadre de la mission G5 ont mis en évidence un site majoritairement remanié en surface (terre végétale, remblais hétérogènes localement constitués de matériaux divers), reposant sur un substratum d'isaltérites altérées, avec la présence de buttes d'origines anthropique et géologique. Le talus périphérique Est à Sud présente localement des pentes importantes, supérieures à 40°, correspondant à des zones classées en aléa fort vis-à-vis des instabilités de versant et chutes de blocs.

Aucun désordre actif (glissement, affaissement, éboulement récent) n'a été observé lors de la visite de terrain. Toutefois, l'équilibre actuel du site demeure conditionné au maintien de sa géométrie, de sa couverture végétale et de son fonctionnement hydraulique naturel. À ce titre, les recommandations géotechniques de principe suivantes sont formulées pour la phase chantier.

7.1 - TERRASSEMENTS ET ORGANISATION DES TRAVAUX

Les terrassements devront être limités autant que possible afin de préserver la topographie existante, en particulier à proximité des zones de pentes fortes. Toute intervention impliquant des déblais ou remblais significatifs devra être conduite de manière progressive et contrôlée.

Les horizons superficiels constitués de terre végétale, de remblais hétérogènes ou de matériaux impropres devront être systématiquement décapés sous les zones d'implantation d'ouvrages, de plateformes de circulation ou d'installations techniques. Les zones identifiées comme contenant des matériaux anthropiques (débris de béton, enrobés, ferrailles) devront faire l'objet d'une purge complète et d'un remplacement par des matériaux adaptés et correctement compactés.

Les stockages temporaires de matériaux, d'équipements ou de déblais en crête ou en tête de talus devront être proscrits, afin d'éviter toute surcharge susceptible de dégrader la stabilité des pentes.

7.2 - PENTES, TALUS ET STABILITÉ DES VERSANTS

La création de nouveaux talus ou le raidissement des pentes existantes devra être évitée, notamment au droit du talus Est à Sud présentant des pentes supérieures à 40°. En cas de nécessité ponctuelle de talus de chantier, ceux-ci devront rester modérés et faire l'objet de mesures conservatoires adaptées à la nature des terrains rencontrés, en particulier dans les horizons remaniés et les niveaux de saprolite altérée à caractère friable.

La couverture végétale existante devra être conservée autant que possible. Toute dévégétalisation localisée devra être accompagnée de mesures de protection contre l'érosion (protection de surface, stabilisation temporaire, remise en état rapide), afin de limiter les phénomènes de ravinement et de déstructuration superficielle des sols, notamment en période de fortes précipitations.

Les zones identifiées en aléa fort vis-à-vis des chutes de blocs devront rester exemptes d'ouvrages sensibles ou d'installations permanentes situées en pied de versant, sauf justification spécifique et mesures de protection adaptées.

7.3 - TALUS NON STABILISÉ IDENTIFIÉ SUR LE SITE

Les investigations de terrain et l'analyse cartographique ont permis d'identifier la présence d'un **talus non stabilisé** localisé en périphérie Est à Sud-Est de la zone d'étude, tel que représenté sur la figure 12 (Annexe 11). Ce talus correspond à un versant naturel marqué, présentant une pente importante, localement supérieure à 40°, développé dans des terrains altérés et remaniés en surface.

D'un point de vue géométrique, le talus concerné présente une hauteur estimée de l'ordre de 14 à 16 mètres (variable selon les secteurs), avec un profil irrégulier et une continuité longitudinale significative le long de la limite du site. Aucun dispositif de soutènement ou d'aménagement spécifique de stabilisation n'a été observé lors de la visite de terrain. La couverture végétale existante participe actuellement à l'équilibre superficiel du versant.

Aucun indice d'instabilité active (glissement, niche d'arrachement récente, fissuration ouverte, éboulement récent) n'a été constaté au droit de ce talus au moment de la reconnaissance. Toutefois, compte tenu :

- de la forte pente du versant,
- de la nature altérée des matériaux (isaltérites, horizons remaniés localement, zones de saprolite kaolinisée),
- et du contexte pluviométrique intense du secteur,

ce talus constitue un point de vigilance particulier vis-à-vis des travaux de terrassements et d'aménagements projetés.

- Recommandations spécifiques associées au talus

Dans le cadre de la phase travaux, il est recommandé de :

- éviter toute modification de la géométrie du talus, notamment tout déblai en pied ou surcharge en tête de versant ;
- proscrire les stockages temporaires de matériaux, déblais ou équipements lourds en crête du talus ;
- limiter strictement les terrassements à proximité immédiate du versant ;
- maintenir la couverture végétale existante, ou prévoir des mesures de protection anti-érosion immédiates en cas de dévégétalisation ponctuelle ;
- éviter toute concentration d'eaux pluviales ou de rejets en tête ou sur le flanc du talus (gestion diffuse et maîtrisée des écoulements).

Toute intervention nécessitant une modification significative du talus (création de plateforme, talutage, soutènement, ouvrage en pied ou en tête de versant) devra faire l'objet d'une analyse géotechnique complémentaire spécifique, incluant a minima une mission de type G2, afin de vérifier la stabilité du versant et de définir, le cas échéant, des dispositions constructives adaptées.

7.4 - PRINCIPES DE FONDATIONS

Compte tenu de la nature remaniée et hétérogène des terrains superficiels, les principes de fondations devront permettre de s'affranchir des horizons impropres ou faiblement portants. Les solutions fondées sur un ancrage dans un horizon plus compétent du substratum (isaltérites plus denses ou niveau sain sous-jacent) sont à privilégier, en particulier dans les secteurs proches des buttes remaniées ou des pentes.

Les fondations superficielles ne pourront être envisagées qu'à la condition d'une purge préalable des matériaux impropres, d'une reconstitution de plateforme adaptée et d'une justification de la portance et des tassements admissibles par des investigations et essais complémentaires relevant d'une mission de type G2.

Une vigilance particulière devra être apportée aux zones constituées de saprolite kaolinisée, dont le comportement mécanique peut être sensible à l'eau et aux variations d'humidité.

7.5 - GESTION DES EAUX PLUVIALES

La gestion des eaux pluviales constitue un enjeu majeur pour la stabilité du site. Les axes naturels et anthropiques d'écoulement identifiés (fossés et ravines existants) devront être strictement préservés et maintenus fonctionnels pendant et après les travaux.

Tout rejet d'eaux pluviales concentré en tête ou sur les pentes devra être proscrit. Les dispositifs de collecte devront privilégier une dissipation progressive des écoulements vers des zones stables, en évitant toute concentration susceptible de générer de l'érosion ou des instabilités locales. Les ouvrages de drainage devront être protégés contre l'érosion et régulièrement entretenus.

8 - CONCLUSION

Ce présent rapport, indice 3, a été globalement repris et répond à des investigations complémentaires demandées par le client, portant sur l'hydrologie superficielle de la zone d'étude, via une prospection complémentaire et des essais de perméabilités in situ.

Les investigations de terrain ont permis d'identifier l'interconnexion des ravines d'écoulement en surface. L'analyse morphologique, basée sur la carte des pentes, met en évidence des zones à pentes modérées à très fortes, pouvant localement dépasser 40°.

Malgré cette topographie marquée, aucun signe d'instabilité active n'a été observé : absence de glissements récents, d'écroulements, de fissures ou de mouvements de terrain.

Les essais de perméabilité et le calcul des coefficients de perméabilité apparente indiquent un K moyen de 69,67 mm/h, soit $1,94 \times 10^{-5}$ m/s, et se corrélient à la lithologie majoritairement composée de sables limono-argileux rouges à gris. Cette lithologie est un mélange d'isaltérite et d'allotérite de lave basique et intermédiaire.

Les observations confirment que les contours de la cartographie de l'aléa d'inondation actuelle, est cohérente avec les conditions géomorphologiques et géotechniques relevées. Les aménagements du projet devront intégrer la gestion des écoulements superficiels

Au regard de l'aléa mouvement de terrain au droit du site, les observations de terrain montrent que le projet n'aggraver pas, la stabilité actuelle des sols. Toutefois, les terrassements liés au projet devront toutefois faire l'objet d'une étude spécifique G2.

ANNEXES

ANNEXE 1

Classification des missions géotechniques

Le Maître d’Ouvrage doit associer l’ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d’Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l’ouvrage. Le Maître d’Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d’ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d’Œuvre du projet.

L’enchaînement et la définition synthétique des missions d’ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 à 3. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d’Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l’entreprise lors de l’étape 3.

***Tableau 1 - Enchaînement des missions d’ingénierie géotechnique**
(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)*

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d’œuvre	Mission d’ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d’investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l’entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l’entreprise	A la charge du maître d’ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechnique d’exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d’exécution (G4) Phase Supervision de l’étude géotechnique d’exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Etude d’exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d’expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d’exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	Supervision géotechnique d’exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d’exécution (en interaction avec la phase Supervision de l’étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d’ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l’ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d’un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d’un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l’ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l’élément géotechnique étudié

Tableau 2 : Classification des missions d'ingénierie géotechnique – 1/2
(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 3 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique – 2/2
(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT.

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude :

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi :

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution :

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

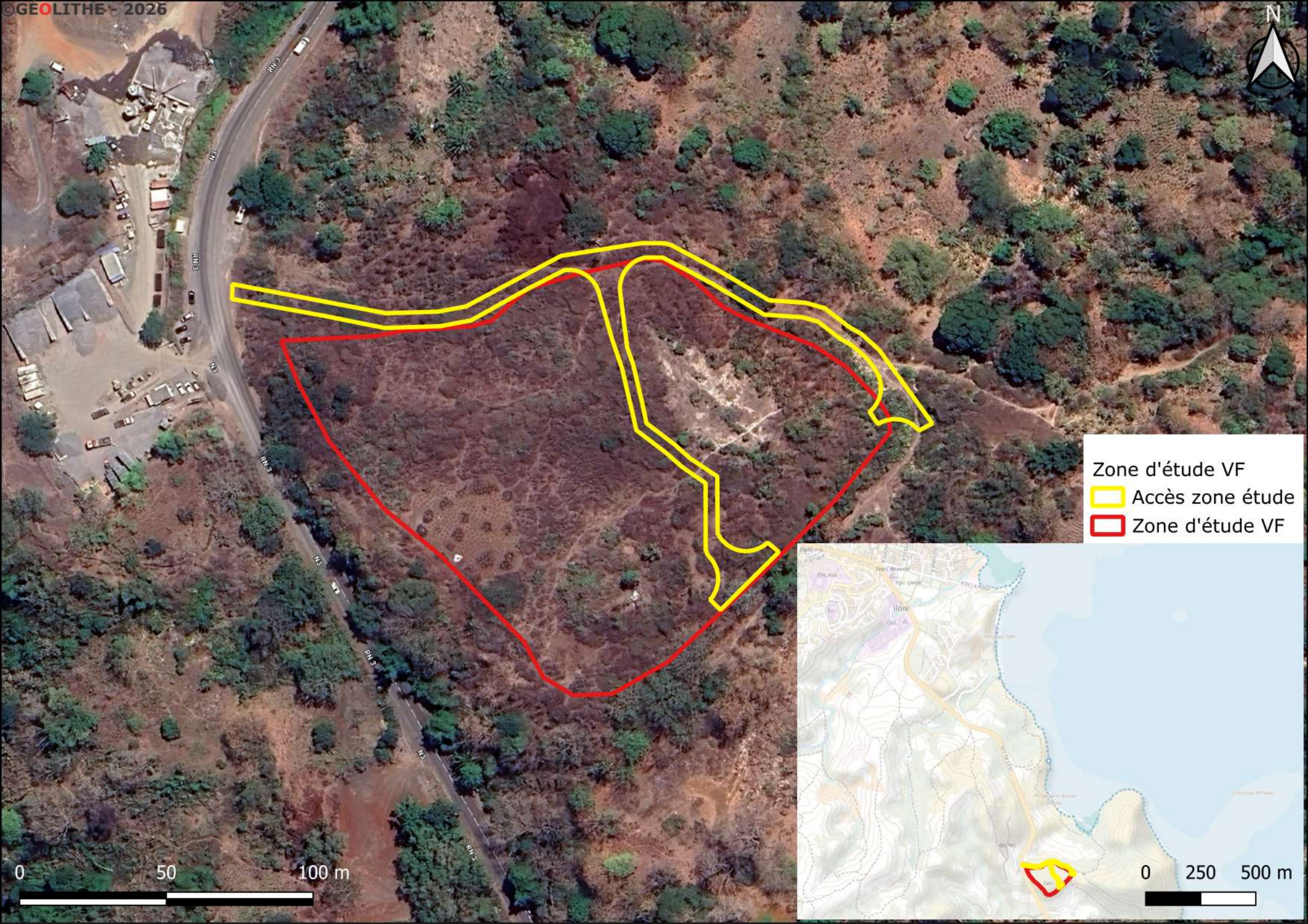
DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2

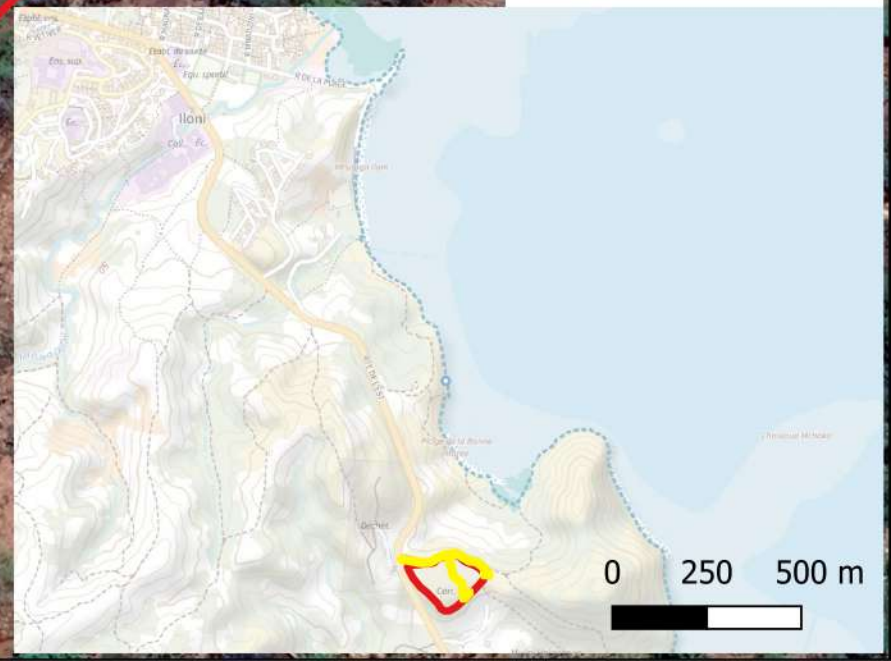
Implantation de la zone d'étude



Zone d'étude VF

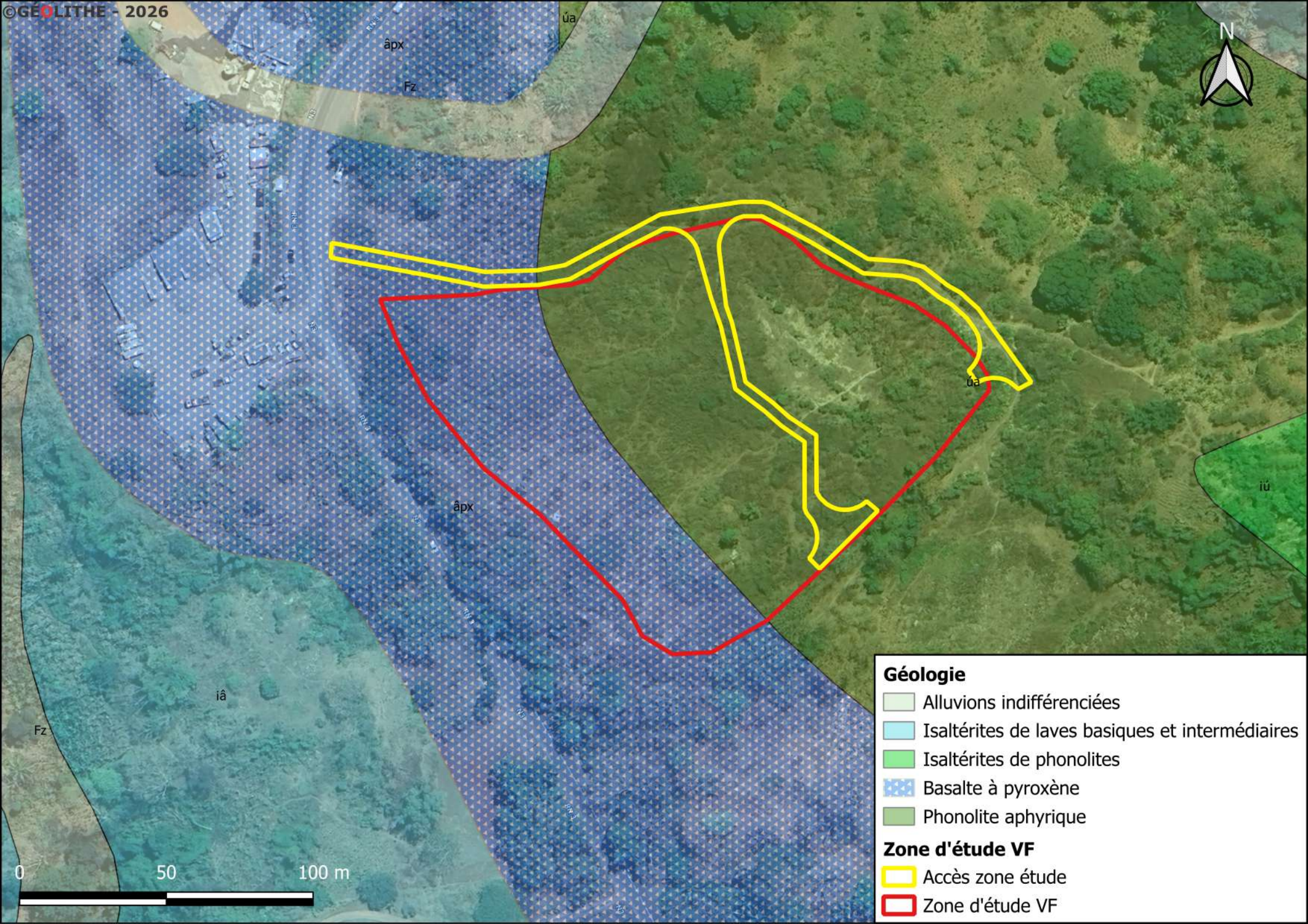
Accès zone étude

Zone d'étude VF



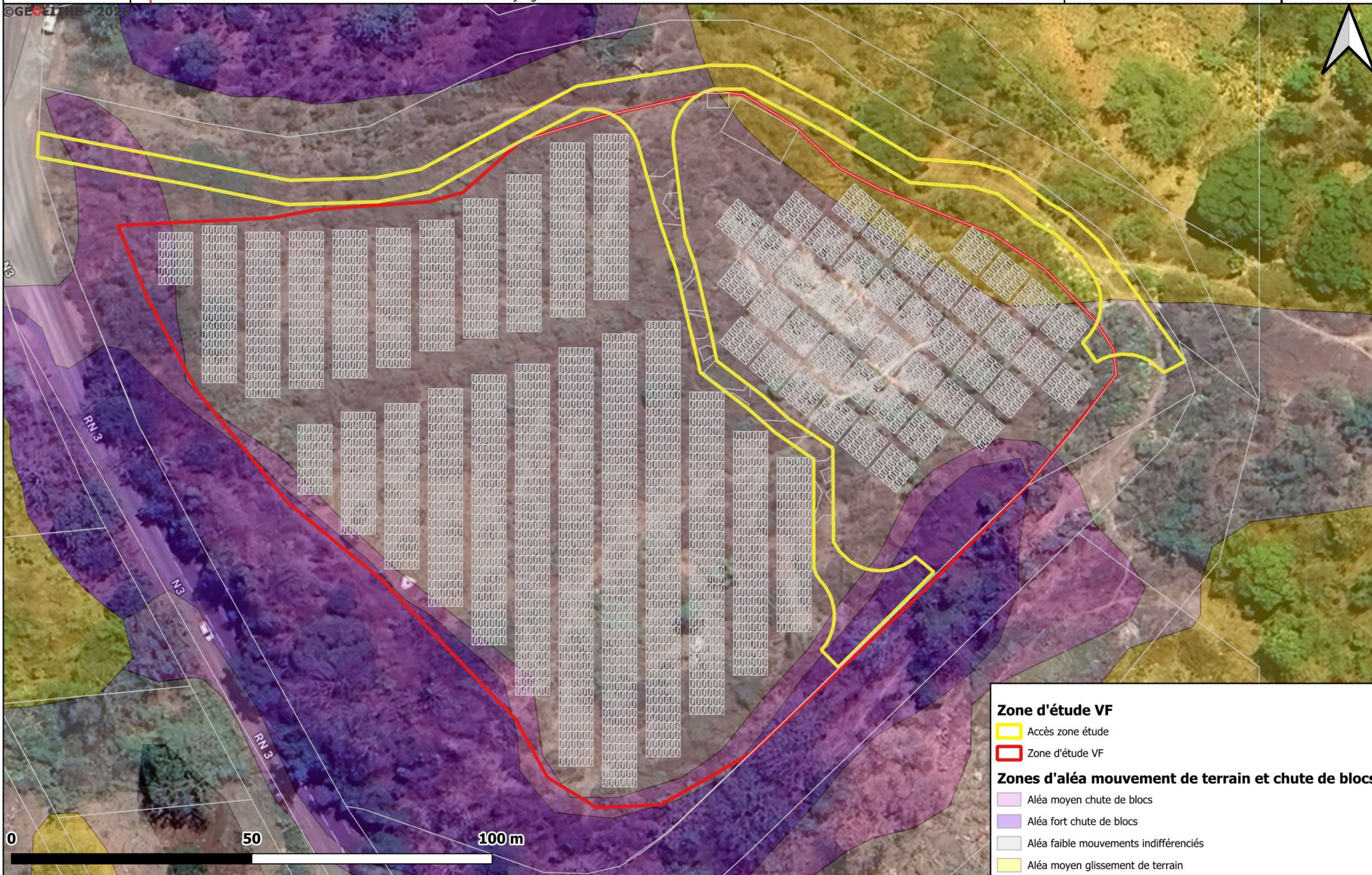
ANNEXE 3

Extrait de la carte géologique de Mayotte (BRGM)



ANNEXE 4

Extrait de la carte d'aléa mouvements de terrain (BRGM, 2019)



ANNEXE 5

Carte aléa susceptibilité à la liquéfaction (BRGM, 2019)



Zone d'étude VF

 Accès zone étude

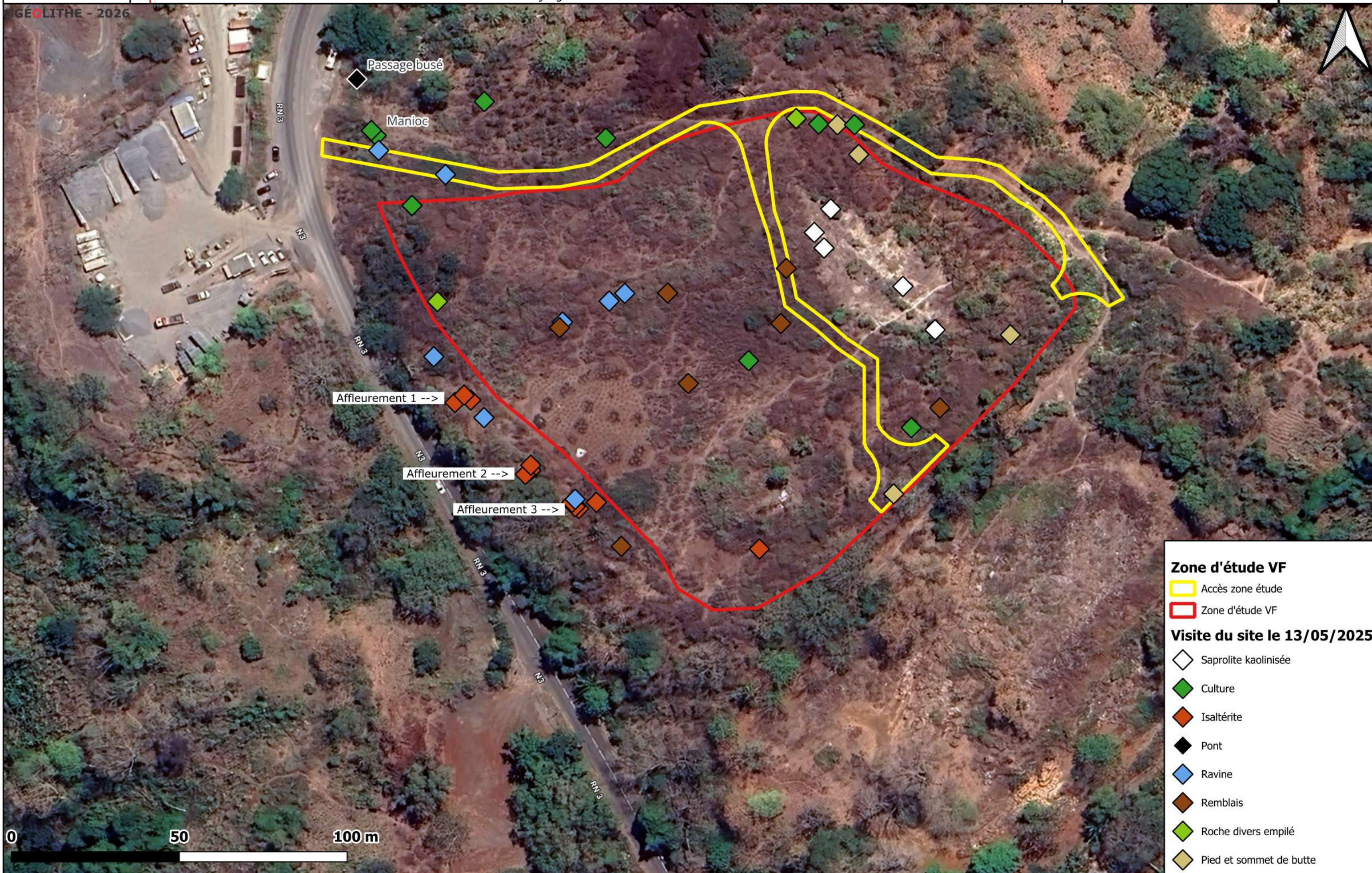
 Zone d'étude VF

Susceptibilité à la liquéfaction

 Susceptibilité Faible à nulle

ANNEXE 6

Carte des observations naturalistes



Zone d'étude VF

Accès zone étude

Zone d'étude VF

Visite du site le 13/05/2025

Saprolite kaolinisée

Culture

Isaltérite

Pont

Ravine

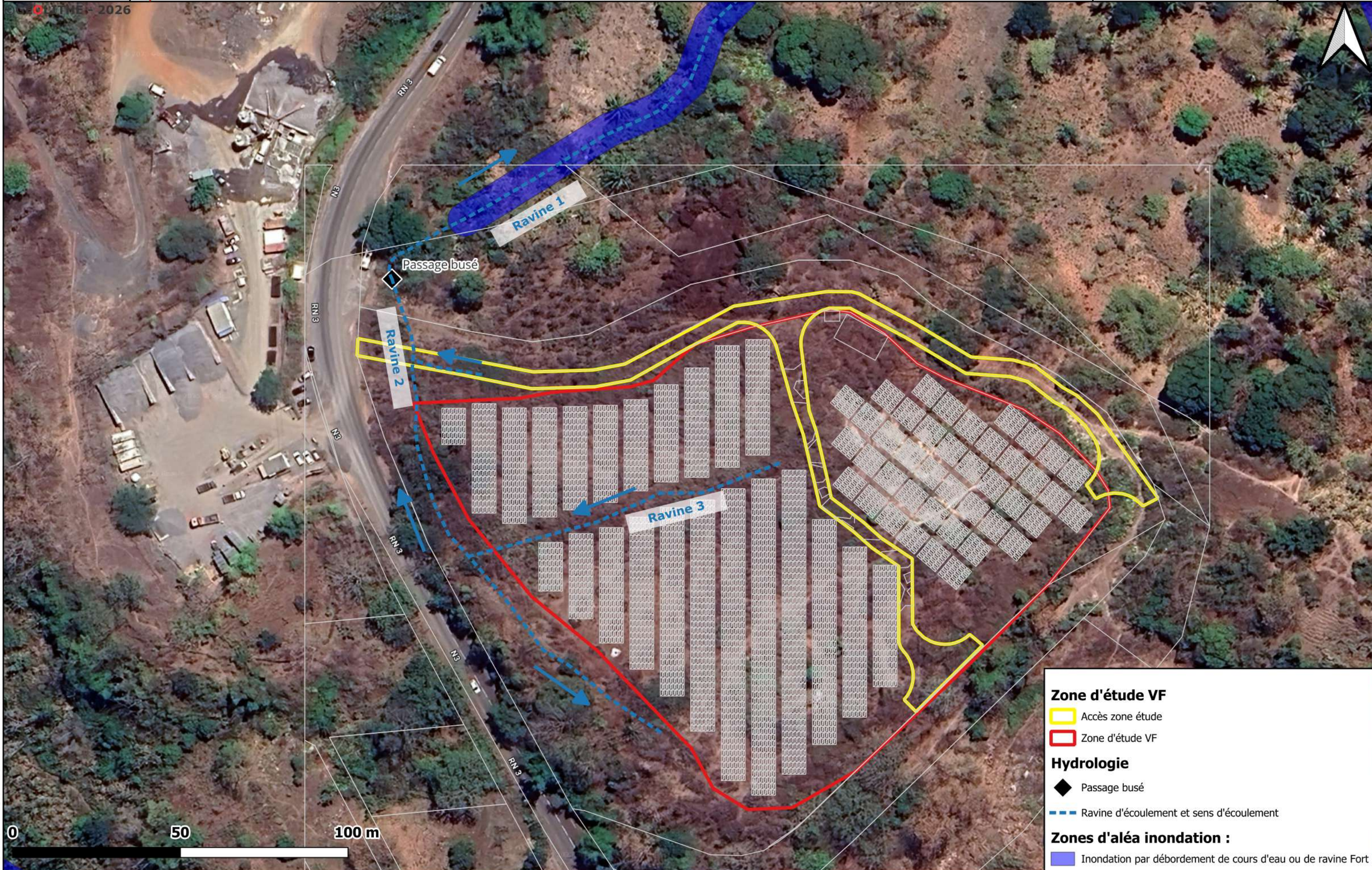
Remblais

Roche divers empilé

Pied et sommet de butte

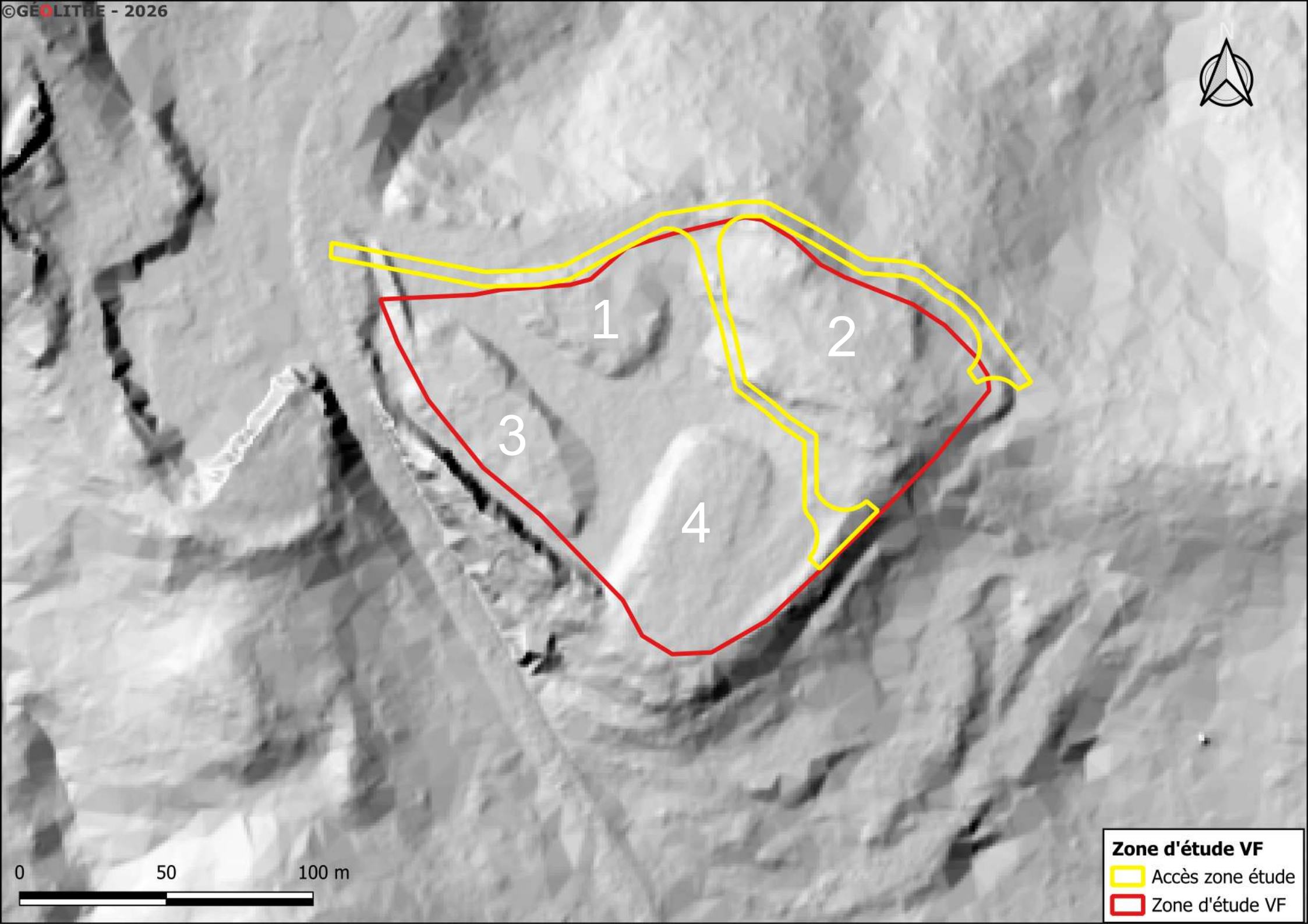
ANNEXE 7

Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude



ANNEXE 8

Carte topographique de la zone d'étude



1

2

3

4

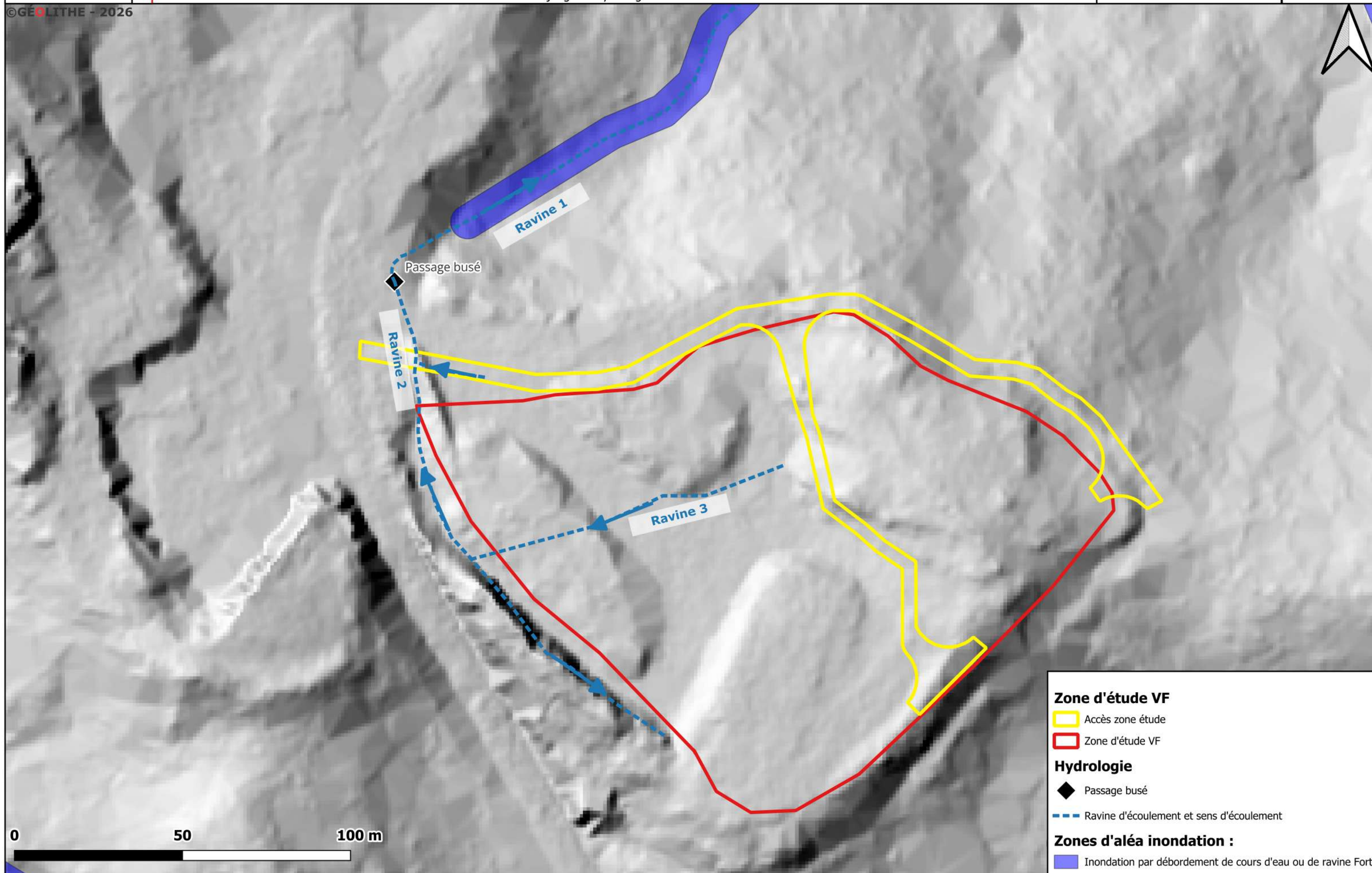
Zone d'étude VF

 Accès zone étude

 Zone d'étude VF

ANNEXE 9

Carte topographique en relief de la zone d'étude



ANNEXE 10

Carte implantation des sondages



ANNEXE 11

Carte des écoulements superficiels

