

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO



GENIUS MASTA Group SARL



LUXOS C SARLU



Projet de construction du centre de diagnostic multidisciplinaire et de radiothérapie :

Etudes d'implantation des ouvrages de génie civil et assainissement du complexe

RAPPORT D'ETUDES

Version finale

COMMISSARIAT GENERAL A L'ENERGIE ATOMIQUE (CGEA/CREN_K)

CENTRE REGIONAL D'ETUDES NUCLEAIRES DE KINSHASA
B.P. 868 KINSHASA XI
Campus de l'Université de Kinshasa
REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO
cgea-rdc.org

Contenu

Contenu	2
Liste des figures	4
Liste des tableaux	4
Liste des abréviations	4
Résumé Exécutif	5
Contexte du projet	8
Données de base	8
Hypothèses	8
Présentation du site	9
1. Note méthodologique des prestations	10
1.1. Etude géotechnique	10
1.1.1. Déroulement des essais in situ et description détaillé des tests	11
Essais in situ	11
a. Essai au pénétromètre dynamique de 64 kg descendu jusqu'à 5m de profondeur	11
b. Essai SPT (Standard Pénétration Test)	14
c. Essai de cisaillement	15
d. Sondage à la tarière manuelle.....	17
1.2. Etudes de nivellement.....	18
1.2.1. Campagne topographique.....	18
1.2.1.1. Relevé topographique.....	19
1.2.1.2. Levé photogrammétrique par drone	19
1.2.1.3. Levé altimétrique au GPS différentiel.....	20
1.2.2. Etude de nivellement de terrain	22
1.2.3. Aménagement.....	23
1.3. Etude d'Assainissement et aménagement global du site	24
1.3.1. Inspection du site	24
1.3.2. Assainissement de la concession	25
1.4. Etudes et quantification du mur de clôture	30
2. Résultats des études	31
2.1. Etudes géotechniques	31
2.2. Etude de nivellement	31

2.2.1.	Plans de Nivellement (Définition des plateformes)	31
2.2.2.	Murs de soutènement	32
2.2.2.1.	Plans d'exécution	32
2.2.2.2.	Notes de calcul	32
2.2.3.	Quantification	32
2.3.	Etude d'assainissement et aménagement globale du complexe	33
2.3.1.	Glissière Principale	33
2.3.1.1.	Plans d'exécution	33
2.3.1.2.	Notes de calcul	33
2.3.2.	Assainissement de la concession	33
2.3.2.1.	Plans d'exécution	33
2.3.2.2.	Notes de calcul	34
2.3.3.	Quantification	34
2.4.	Mur de clôture	34
2.4.1.	Plans d'exécution	34
2.4.2.	Quantification	34
2.5.	Quantification générale	35
3.	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	37
3.1.	Des études géotechniques	37
3.2.	Des études de nivellement	37
3.3.	Des études de drainage	37
ANNEXE	38
Annexe 1:	Rapport de Laboratoire	38
Annexe 2:	Plans de nivellement	38
Annexe 3:	Plans des murs de soutènement	38
Annexe 4:	note des calculs mur de soutènement	38
Annexe 5:	Plan d'exécution de la glissière	38
Annexe 6:	Note des calculs glissière	38
Annexe 7:	plans d'exécution ouvrage de drainage	38
Annexe 8:	Notes de calcul des ouvrages de drainage	38
Annexe 9:	Plan d'exécution mur de clôture	38

Liste des figures

Figure 1: localisation du site	9
Figure 2: Pénétrömètre Dynamique PD 64Kg	12
Figure 3: Enfoncement du pénétrömètre dynamique	14
Figure 4: Essai SPT avec prélèvement des échantillons non remaniés	15
Figure 5: Schéma statique de la boîte de Casagrande	17
Figure 6: Sondage à la tarière manuelle	17
Figure 7: Vue Satellitaire de la zone	18
Figure 8: Définition de la zone des levés.....	19
Figure 9: Planification des missions sur le logiciel PIX4D	20
Figure 10: Levés au DGPS et Implantation des points de contrôle	21
Figure 11: Etude comparative des variantes de nivellement	23
Figure 12: Inspection du réseau existant	24
Figure 13: Levés du tracé de la glissière et de l'exutoire	25
Figure 14: Plan Masse du complexe.....	29

Liste des tableaux

Tableau 1: Description des essais exécutés	11
Tableau 2: Description des analyses d'identification des sols	18
Tableau 3: Coefficient de ruissellement	26
Tableau 4: Intensités Maximales des pluies observées (1977-2004)	28
Tableau 5: Caractéristiques des sous bassins versants	29
Tableau 6: Description du livrable de l'Etude géotechnique	31
Tableau 7: Description du jeu des plans de Nivellement	32
Tableau 8: Description du jeu des plans des murs de soutènement	32
Tableau 9: Description des notes de calculs des murs de soutènement	32
Tableau 10: Description du jeu des plans de la glissière	33
Tableau 11: Description des notes de calcul.....	33
Tableau 12: Description du jeu des plans des ouvrages de drainage de la concession	33
Tableau 13: Description de la note de calcul des ouvrages de drainage	34
Tableau 14: Description du jeu des plans du mur de clôture.....	34
Tableau 15: Devis quantitatif et estimatif des prestations	36

Liste des abréviations

Résumé Exécutif

Le présent rapport rend compte des résultats de la mission réalisée par le consortium Genius Masta Group Sart et Luxos Sarlu dans le cadre du contrat 002/2024 conclu avec le Commissariat Général à l'Energie Atomique. Aux termes de ce contrat, il était assigné au Groupement Genius Masta Group Sarl et Luxos la mission de mener les études techniques sur les travaux préalables à la construction des bâtiments du Centre de Diagnostic Multidisciplinaire et Radiothérapie, de Radiopharmacie et de l'Ecole Nationale Supérieure de Sciences et Techniques Nucléaires.

Conformément aux dispositions contractuelles et aux termes de référence, la mission effectuée a été subdivisée en quatre lots distincts dont les résultats sont condensés dans ce rapport. Il s'agit notamment de l'étude géotechnique, l'étude sur le nivellement éventuel du terrain, le réseau de drainage des eaux ainsi que la clôture du terrain.

L'étude géotechnique a consisté en l'exécution des essais in situ et au laboratoire. Au regard de la typologie des bâtiments à construire, les investigations géotechniques in situ ont porté essentiellement sur le sondage au pénétromètre dynamique de 64 kg descendu jusqu'à une profondeur maximale de 5 mètres, les essais SPT (Standard Penetration Test) exécutés suivant un pas de 1.50 mètre de profondeur jusqu'à une profondeur maximale de 5 mètres ainsi que le sondage à la tarière manuelle pour le prélèvement des échantillons remaniés des sols destinés aux tests ultérieurs au laboratoire. Les tests de laboratoire ont porté sur les essais d'identification de sol (analyse granulométrique, limites d'Atterberg et Teneur en eau) ainsi que sur l'essai de cisaillement direct.

Ces différents essais, réalisés avec le concours du Laboratoire de Génie Civil de l'Université de Kinshasa, ont été conduits dans le but d'identifier le type de sol en place et d'en déterminer les caractéristiques mécaniques. Ainsi les résultats obtenus font état d'un sol sablonneux, de teneur en eau variant entre 18,6 et 34,4% et dont le pourcentage des fines varie de 19,0% à 33,3% ; le pourcentage du sable varie de 66,7 à 81,0%. Ce sol présente des limites de liquidité variant entre 15,10 et 15,50% et des limites de plasticité variant entre 19 et 24 et présentant les contraintes admissibles variant de 1.41 daN/cm² et 2.75 daN/cm² suivant les profondeurs.

S'agissant de l'étude sur le nivellement du terrain, elle a été précédée par une campagne topographique afin de ressortir la disparité du relief dans l'ensemble du terrain à aménager et prendre les options optimales. Les investigations topographiques ont également servi à couvrir l'ensemble du bassin versant qui draine les eaux du site de projet jusqu'à la rivière Kemi qui constitue l'exutoire naturel. Ainsi un relevé topographique combinant les moyens aériens (drone) et terrestre a été effectué et a permis de couvrir une superficie totale de 132 ha. Un modèle numérique de terrain d'une résolution spatiale de 1m et d'une précision altimétrique d'environ 3cm a été généré.

Sur la base du plan topographique du site produit, le consultant a opté pour un nivellement du terrain suivant trois paliers afin d'optimiser les mouvements de terre et favoriser le maximum de compensation entre le remblai et le déblai à réaliser. Les cotes de nivellement retenues sont respectivement de +408 m, +410 m et +407 m, la référence des altitudes étant prise suivant le système de coordonnées WGS84 à l'aide des bornes géodésiques implantées sur le site de l'Université de Kinshasa. Les murs de soutènements en béton armé d'une longueur totale de 580m d'une hauteur variable suivant les tronçons soit 2,6m ; 3,6m et 7m sont prévus pour la stabilisation des talus. Le calcul de ces murs s'est notamment servi des résultats des essais de cisaillement direct réalisés en laboratoire. Le nivellement proposé aboutit à des faibles terrassements, avec un volume de remblai (rb) de de 10 487m³ et un volume de déblais (db) de 27 903m³.

Grâce au levé topographique étendu à l'échelle du bassin versant, les analyses hydrologiques ont été menées afin de quantifier le ruissellement issu de l'imperméabilisation du terrain par les nouvelles bâtisses. Le système de drainage mis en place comporte deux grandes parties. Un premier réseau interne constitué par des fossés rectangulaires recouverts 40x30 cm² permet de recueillir les eaux pluviales interceptées par les surfaces imperméables et les excès de précipitations des surfaces perméables.

Ce réseau interne a pour exutoire le point le plus bas de la concession nivelée, où les eaux se déversent sur le collecteur aménagé au sortir de la concession jusqu'à la rivière Kemi. La glissière aménagée à la suite du réseau permet d'acheminer les eaux de ruissellement en toute sécurité jusqu'à l'exutoire naturel le plus proche du terrain. Le calcul des paramètres hydrologiques a été fait en utilisant les données pluviométriques de la ville de Kinshasa enregistrées par la METELSAT entre 1977 et 2004. Au regard de l'importance de l'ouvrage une crue de récurrence de 10 ans a été prise en compte dans la quantification du débit de dimensionnement du collecteur. Suivant l'évolution des apports, le collecteur est divisé en trois tronçons avec accroissement progressif de sa capacité hydraulique. Des sections successives de 100x 120, 140x160 et 140x200 cm² se succèdent de la sortie du réseau interne jusqu'à l'exutoire naturel où il est prévu l'aménagement d'un dissipateur afin de réduire sensiblement l'énergie hydraulique de la veine d'eau qui rejoint l'exutoire. La longueur totale de la glissière est évaluée à 485 mètres.

Les études topographiques et les options de nivellement adoptées ont conduit à l'implantation d'un mur de clôture d'une longueur totale de 600 mètres. Haut max de 3,1m, le mur de clôture est fait des panneaux de 4,20 mètres minimum et 5,50 mètres maximum de longueur délimités par des poteaux en béton armés de dimensions 30 X30 cm² de section. Les panneaux sont constitués des blocs de creux de 20cm.

Les différentes options techniques préconisées ont fait l'objet d'une conception détaillée et d'un dimensionnement structurel afin d'ériger les structures stables indispensables pour accueillir les bâtiments projetés. Tous ces travaux préalables ont été quantifiés et l'évaluation exhaustive des travaux a abouti à un coût total de USD 3 744 203 (Dollars américains trois millions sept

cent quarante-quatre mille deux cent trois) pour l'exécution de ces travaux préalables à la construction des bâtiments du Centre de Diagnostic Multidisciplinaire et Radiothérapie, de Radio pharmacie et de l'Ecole Nationale Supérieure de Sciences et Techniques Nucléaires. A ce montant, un cout additionnel (optionnel) pourrait être nécessaire pour chainer et assainir l'exutoire.

Contexte du projet

Le gouvernement congolais s'est engagé à financer la construction du centre de diagnostic multidisciplinaire et de radiothérapie de Kinshasa couplée au Centre de Radio Pharmacie de Kinshasa ainsi qu'à l'Ecole Supérieure des Sciences et Techniques Nucléaires de Kinshasa. Ces ouvrages à construire au profit du commissariat général à l'énergie à l'énergie atomique (CGEA) qui en est le maître d'ouvrages seront érigés à l'emplacement de coordonnées - 4.409024°S ; 15.308833°E (site situé derrière l'Ecole Régionale Post Universitaire d'aménagement et de Gestion intégrés des Forêts ERAIFT à l'Université de Kinshasa).

Pour ce faire, un terrain de deux hectares a été cédé par l'université de Kinshasa au commissariat général à l'Energie atomique dans le but d'accueillir les bâtiments du projet.

C'est dans ce cadre que le consortium GMG-LUXOS C a été recruté à la suite des prestations architecturales à l'effet d'élaborer les études préalables aux travaux de construction de ces bâtiments. C'est à dire le bâtiment :

- Du centre de diagnostic multidisciplinaire et de radiothérapie de Kinshasa
- Du Centre de Radio Pharmacie de Kinshasa
- De l'Ecole Supérieure des Sciences et Techniques Nucléaires de Kinshasa

Le présent rapport d'études est élaboré à l'issue des études menées par le bureau. Il compile l'ensemble de prestations exécutées et présente les résultats de (1) Géotechniques ; (2) Nivellement ; (3) assainissement et drainage du site ainsi que (4) le mur d clôture.

Données de base

Les données préalables à l'exécution des études précitées sont :

- Les plans architecturaux notamment le plan masse à implanter
- Les plans de lotissement et plans cadastraux du site du sous versant de la glissière principale
- Fiches techniques et description des équipements à installer dans le bâtiment nécessaire à la descente des charges

Les données qui ont été mises à disposition du bureau sont les plans de l'architecte contenant le plan masse à implanter.

Hypothèses

Conformément aux données de base, certaines hypothèses ont été adoptées pour l'élaboration du rapport version 1.0

Il s'agit des hypothèses faites sur

- Analyse, conception et dimensionnement des murs de soutènement ; détermination des données d'entrée spécialement le poids volumique; cohésion; angle de frottement interne. Il s'agit des considérations des ordres de grandeur des paramètres géotechniques de la zone
- Tracé de la glissière principale ; détermination par défaut du tracé de la glissière en tenant compte des talwegs du terrain naturel et non du plan cadastral ou du lotissement du terrain.

Présentation du site



Figure 1: localisation du site

Conformément à la figure 1, la concession du projet est bornée physiquement aux points de coordonnées coin 3 [cn 3] (-4.409010° ; 15.308440°) ; coin 8 [cn 8] (-4.409520° ; 15.309200°) ; coin 6 [cn6] (-4.408380° ; 15.309920°) et coin 11 [cn11] (-4.408170° ; 15.308970°) extensible jusqu'à 50m à l'ouest de l'arrête cn6-cn11.

1. Note méthodologique des prestations

1.1. Etude géotechnique

La conception et l'analyse du nivellement du terrain ont conduit aux problématiques suivantes :

- Construction des murs de soutènements (dont les données les paramètres recherchés sont essentiellement le poids volumique du sol γ ; la cohésion du sol C ainsi que l'angle de frottement interne du sol ϕ)
- Stabilisation de sol (compactage de sol dont les données sont essentiellement la densité sèche γ_s)
- Fondation des bâtiments (études de fondation dont les données essentielles les résultats des essais au pénétromètre notamment la résistance à la pointe)

Eu égard aux problèmes géotechniques posés lors de la conception de terrain les essais suivant ont été commandés pour réalisations des études précitées :

Désignation de l'opération	Paramètres recherchés	Application	Description	observation
Essai in situ				
Essai au pénétromètre dynamique de 64 kg descendu jusqu'à 5m de profondeur	Résistance à la pointe du sol en place	Conception, analyse et dimensionnement des fondations des bâtiments du complexe	Suivant le nivellement de terrain, 4 points caractéristiques ont été prélevés sur l'ensemble du complexe.	Les résultats de ces tests sont d'application pour l'étude de fondation des ouvrages non comprises dans la présente étude
Essai SPT (standard pénétration test) exécutés tous les 1.5m jusqu'à 5m de profondeur	Echantillon non remanié du sol	Analyse de laboratoire, spécialement l'essai de cisaillement direct du sol	Suivant le nivellement de terrain, 2 points caractéristiques ont été prélevés sur l'ensemble du complexe	
Sondage à la tarière manuelle	Echantillon non remanié	Analyse de laboratoire, spécialement les essais généraux		

		d'identification du sol		
Analyse de laboratoire				
Analyse granulométrique par tamisage	Courbe granulométrique du sol en place	Classification de sol nécessaire aux opérations de stabilisation après nivellement		
Limite d'Atterberg	Indice de liquidité et de plasticité du sol en place	Classification de sol nécessaire aux opérations de stabilisation et estimations de durée de tassement de sol		
Teneur en eau	Teneur en eau et densité sèche du sol	Nécessaire au dimensionnement des murs de soutènement du complexe		
Essai de cisaillement direct de sol	Cohésion et angle de frottement interne du sol	Calcul des murs de soutènement	Analyse sur échantillon non remaniés prélevés sur les 2 points caractéristiques du complexe	

Tableau 1: Description des essais exécutés

1.1.1. Déroulement des essais in situ et description détaillé des tests

Essais in situ

L'ensemble des essais détaillés dans le tableau 1 ont été exécutés en date du 04 Avril 2024. Ci-dessous l'état illustratif et descriptif de ces essais réalisés.

a. Essai au pénétromètre dynamique de 64 kg descendu jusqu'à 5m de profondeur

Comme décrit ci-haut, cet essai exécuté le 4 avril 2024 a été effectué en 4 points représentatifs de l'ensemble de la concession. Les emplacements de ces points ont été désignés après études de nivellement de façon à établir avec détail les zones devant recevoir les différents ouvrages.

Ils ont été effectués en temps pluvieux



Figure 2: Pénétrömètre Dynamique PD 64Kg

Etat descriptif de l'essai :

Le processus de l'essai au pénétrömètre dynamique implique plusieurs étapes.

Préparation du matériel : Avant de débuter l'essai, il est nécessaire de préparer le dispositif de battage, les tiges et la pointe pénétrömètre, ainsi que tout l'équipement de mesure.

Positionnement de la pointe : La pointe est positionnée à la surface du sol à l'endroit où l'on souhaite réaliser l'essai. Il est important de vérifier que la pointe est bien verticale avant de commencer l'enfoncement.

Enfoncement de la pointe : La pointe est enfoncée dans le sol selon la méthode choisie (statique ou dynamique), jusqu'à la profondeur désirée. Il faut veiller à ne pas endommager la pointe lors de cette étape.

Mesure de la résistance du sol : La résistance du sol à la pénétration est mesurée tout au long de l'essai, et les données collectées sont enregistrées pour analyse ultérieure.

Extraction de la pointe : Après avoir atteint la profondeur souhaitée, la pointe est retirée du sol en prenant garde à ne pas endommager les équipements ni perturber le sol environnant.

Analyse des résultats obtenus au pénétromètre dynamique

Les résultats d'un essai au pénétromètre permettent de déterminer la résistance du sol à différents niveaux de profondeur. Ces informations sont ensuite utilisées pour établir un profil géotechnique du terrain, qui servira de base pour la conception et la réalisation des fondations des ouvrages.

Il est important de noter que les résultats obtenus lors d'un essai au pénétromètre doivent être interprétés avec prudence, car ils peuvent être influencés par divers facteurs tels que :

- La présence de couches de sols hétérogènes;
- Des variations locales dans la compacité ou la granulométrie du sol;
- Le type et la qualité du matériel utilisé;
- Les conditions météorologiques et leur impact sur la teneur en eau du sol.

Plus généralement on notera les avantages et limites des essais au pénétromètre tel compilé ci-dessous :

Avantages

Les essais au pénétromètre offrent plusieurs avantages :

- **Rapidité d'exécution** : les essais au pénétromètre sont généralement plus rapides à réaliser que d'autres techniques d'investigation du sol, telles que les sondages ou les essais de laboratoire.
- **Coût réduit** : en comparaison avec d'autres méthodes d'étude des sols, les essais au pénétromètre ont un coût relativement faible, notamment en raison de leur rapidité d'exécution.
- **Précision des résultats** : les essais au pénétromètre fournissent des données quantitatives sur la résistance et les caractéristiques mécaniques du sol, qui peuvent être utilisées pour déterminer la capacité portante, les tassements ou encore le potentiel de liquéfaction du sol.
- **Continuité des mesures** : les essais au pénétromètre permettent d'obtenir un profil continu de la résistance du sol en fonction de la profondeur, ce qui est particulièrement utile pour identifier les variations horizontales et verticales des propriétés du sol.

Limites:

Cependant, les essais au pénétromètre présentent également certaines limites :

- **Sensibilité aux conditions de terrain** : les résultats des essais au pénétromètre peuvent être influencés par la présence d'eau, de graviers ou de débris dans le sol.

De plus, les variations de température peuvent également affecter les mesures de résistance à la pénétration.

- **Difficultés lors de l'interprétation des données :** bien que les essais au pénétromètre fournissent des données quantitatives sur la résistance du sol, l'interprétation de ces données peut être complexe, notamment en cas de sols hétérogènes ou stratifiés.
- **Limitations dans les sols très résistants ou peu pénétrables :** les essais au pénétromètre peuvent rencontrer des difficultés dans les sols très résistants, tels que les roches, ou peu pénétrables, comme les sols argileux avec une faible teneur en eau.



Figure 3: Enfoncement du pénétromètre dynamique

b. Essai SPT (Standard Pénétration Test)

Ces essais ont été exécutés à la même date que les essais au pénétromètre dynamique. Les échantillons ont été prélevés tous les 1.5m jusqu'à 5m de profondeur.

Plus généralement, le SPT pour «Standard Penetration Test» est un essai de pénétration dynamique qui permet de tester la résistance du sol, tout en prélevant des échantillons non remaniés du terrain.

A cause de son faible coût de réalisation, il est largement utilisé à travers le monde pour les études des fondations. L'essai SPT est plus adéquat aux sols pulvérulents, l'interprétation des résultats d'essai SPT est faite au moyen de corrélations empiriques pour obtenir les paramètres géotechniques recherchés. Avec plusieurs méthodes d'interprétation de l'essai SPT, on peut dans la pratique, déterminer certains paramètres de sol, tels que :

- Densité relative
- Résistance au cisaillement drainé et
- Caractéristiques de déformation du sable,

Il existe aussi des principales méthodes de calcul des tassements et de capacité portante des fondations superficielles.

A partir des résultats de chargement sur des semelles en vrais grandeurs publiés dans la littérature, une comparaison a été effectuée entre les méthodes existantes pour le calcul du tassement et la capacité portante des fondations superficielles.



Figure 4: Essai SPT avec prélèvement des échantillons non remaniés

Dans le contexte de la présente étude, l'essai commandé pour des échantillons prélevés sur terrain est l'essai de cisaillement direct à la boîte de casagrande.

On notera pour cet essai de cisaillement le résumé que voici

c. Essai de cisaillement

L'étude de la résistance au cisaillement d'un sol constitue un problème complexe de soutènement des terres et stabilité des talus. La résistance au cisaillement dépend du type de sol rencontré, suivant qu'il est cohérent ou non, que le matériau est grossier ou fin.

Dans la résolution des problèmes de stabilité en mécanique des sols, il est nécessaire de connaître les paramètres de résistance au cisaillement du sol. Ainsi, l'angle de frottement interne et la cohésion interviennent dans les calculs de stabilité des barrages ou des digues par la tangente de l'angle de frottement (notée $\tan \phi$) et par la cohésion effective (notée C) ou non drainée (notée C_u), dans les calculs de poussée par le coefficient de poussée active de la théorie

de Rankine K_a ou encore dans la justification des fondations superficielles par la contrainte de rupture du sol q_u .

L'essai de cisaillement direct sur la boîte de Casagrande permet d'obtenir ces paramètres ci hauts évoqués

Principe de l'essai

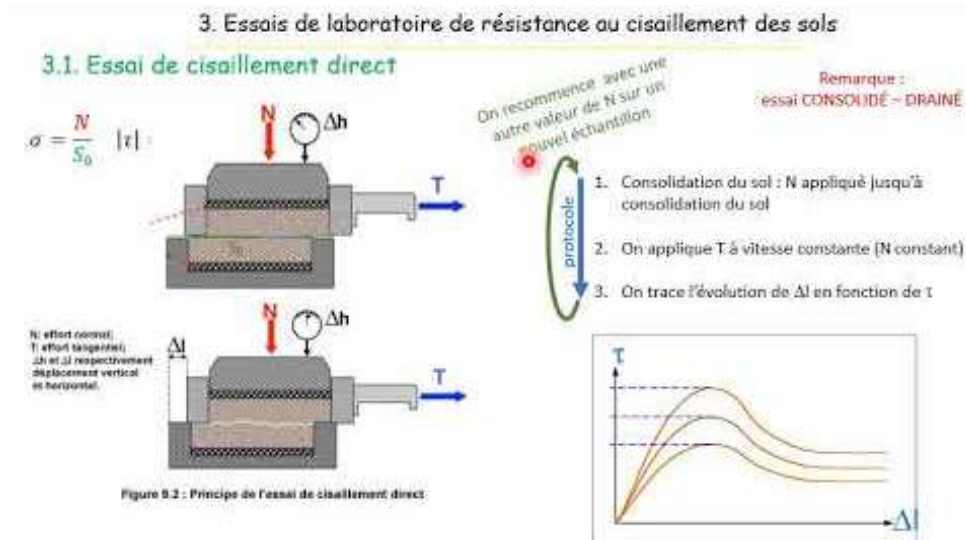
Les caractéristiques de résistance au cisaillement d'un sol peuvent être déterminées à partir d'un essai de cisaillement à la "Boîte de Casagrande".

Un échantillon de sol, contenu dans une boîte, elle-même composée de deux demi-boîtes (pour fixer le plan de cisaillement), est soumis à une contrainte verticale s avant d'être cisailé à vitesse constante. Par conséquent la contrainte de cisaillement t s'accroît jusqu'à une valeur maximum que l'on mesure. On en déduit l'état de contrainte τ_r , σ_r de l'échantillon de sol à la rupture.

En réalisant plusieurs essais, sur un même matériau, avec différentes valeurs de contraintes verticales, on peut déterminer le critère de rupture de Mohr-Coulomb et définir ses valeurs de cohésion c et d'angle de frottement

Description de la Boîte de Casagrande

L'échantillon de sol est placé à l'intérieur de demi-boîtes qui peuvent se déplacer horizontalement l'une par rapport à l'autre. Un piston permet d'exercer sur le sol un effort normal N constant pendant toute la durée de l'essai.



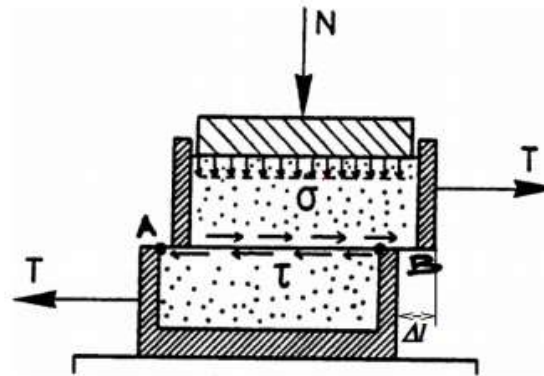


Figure 5: Schéma statique de la boîte de Casagrande

Une demi-boîte est entraînée horizontalement à vitesse constante. A tout instant, on mesure la force de cisaillement T. Un second comparateur vertical permet de mesurer la variation de hauteur Dh de l'échantillon. On exerce sur le plan de séparation AB des deux demi boîtes une contrainte dont les composantes normale et tangentielle ont pour valeur moyenne:

$$\sigma = \frac{N}{A_c} \quad \tau = \frac{T}{A_c}$$

d. Sondage à la tarière manuelle

Le sondage de la tarière consiste à visser dans le sol (pression et rotation) une hélice ou une cuillère (godet délimité par des arêtes coupantes) et à l'arracher régulièrement pour échantillonner le sol retenu entre les spires ou arêtes.



Figure 6: Sondage à la tarière manuelle

Dans le contexte de la présente étude, ce sondage a permis de prélever les échantillons non remaniés à l'effet de réaliser :

Analyse de laboratoire	Description	Observation
Analyse granulométrique et sédimentométrie si possible	Identification des sols	
Teneur en eau	Nécessaire à la détermination des densités du matériau	
Limites d'Atterberg	Renseigne sur la plasticité du sol en place	

Tableau 2: Description des analyses d'identification des sols

1.2. Etudes de nivellement

L'objectif principal du nivellement consiste à définir les cotes et l'étendue des plates formes devant recevoir les bâtiments conçus par l'architecture et le complexe fourni dans le plan masse.

1.2.1. Campagne topographique

Les travaux de topographie ont été réalisés par ortho photogrammétrie avec poste traitement, de façon à obtenir un modèle numérique (MNT) fiable et précis sur lequel mener toutes les études notamment le nivellement et l'assainissement



Figure 7: Vue Satellitaire de la zone

Dans le but de faire les études de drainage du complexe, les levés topographiques ont été effectués au de la de la surface de la concession. Il s'agit de la zone incluant plus ou moins le bassin versant de la future glissière ainsi que l'exutoire.

Le complexe de levée ainsi défini est de 100 ha incluant la rivière Kemi (exutoire probable) ainsi le collecteur CNPP (exutoire moins probable).



Figure 8: Définition de la zone des levés

1.2.1.1. Relevé topographique

Comme évoqué ci-haut, en vue de collecter de façon exhaustive toutes les données du terrain utiles à l'implantation du bâtiment, à l'aménagement du site ainsi qu'à l'analyse hydrologique, le relevé topographique a consisté en une combinaison des techniques aériennes et terrestres. Cette combinaison a permis de couvrir une large zone (100 hectares) en deux jours d'investigations soient le 4 et le 5 Avril 2024.

1.2.1.2. Levé photogrammétrique par drone

Une zone de 100 hectares a été couverte par drone afin d'inclure les différents bassins versants interceptés par le site d'implantation du bâtiment.

Après la délimitation de cette zone et la planification des missions sur le logiciel PIX4D Capture, le levé photogrammétrique a été effectué au moyen d'un drone Phantom 4 Pro.



Figure 9: Planification des missions sur le logiciel PIX4D

L'altitude de vol a été définie pour avoir une distance d'échantillonnage au sol (GSD) < 3 cm, en utilisant la relation $H = 36,5 \times GSD$ (H en mètres et GSD en centimètres).

Le chevauchement latéral était de 70 % et le chevauchement avant de 90 %. La caméra du drone était verticale (angle de 90 degrés). Cette hauteur de vol était maintenue pour obtenir une précision altimétrique de plus ou moins 2 cm.

1.2.1.3. Levé altimétrique au GPS différentiel

Le levé altimétrique au sol a été réalisé au moyen d'un GPS différentiel pour un objectif double :

- Levé des points de contrôle pour la calibration et la validation du modèle numérique de terrain
- Levé du site d'implantation (2 ha) suivant un maillage de 10m x 10m.

Au moins six (6) points de contrôle sur ont été placés à différentes altitudes pendant le levé du site au drone. Ces points ont été placés de façon à lever au GPS différentiel en mode RTK et permettront de faire la correction altimétrique du modèle de terrain pendant la phase de traitement.

Outre les points de contrôle, il sera positionné quatre (4) points de validation qui serviront à vérifier la précision planimétrique et altimétrique du Modèle de terrain qui sera généré.



Figure 10: Levés au DGPS et Implantation des points de contrôle

A l'issue de travaux de terrain, une correction altimétrique a été effectuée à l'effet d'obtenir un modèle numérique de terrain précis avec lequel la suite des études a été faite.

Correction Altimétrique

Le principe de la correction différentielle repose sur le fait que 2 récepteurs peu éloignés l'un de l'autre observent les mêmes satellites ainsi les erreurs observées sur les 2 GPS sont identiques.

L'un de ces récepteurs est statique, il est appelé station de référence. Il est placé sur un point de coordonnées connues, ce qui lui permet de déterminer les corrections (PRC, Pseudo range Corrections) à appliquer sur les mesures de distances aux satellites.

Les PRC calculées par la station de référence pour chaque satellite sont la différence entre les distances observées à l'instant T et les distances calculées à partir des coordonnées connues de la station et celles des satellites.

Soit l'équation :

$$\text{PRC} = \text{PR observées} - \text{PR calculées}$$

Un nombre illimité de récepteurs mobiles peuvent utiliser ses corrections afin de les appliquer à leurs observations.

Ces corrections sont utilisées

- soit en temps réel : les corrections sont transmises par signal radio de la station au mobile
- soit en post- traité : l'ensemble des données (base et mobile) est intégré ultérieurement dans un logiciel de traitement afin de restituer un fichier corrigé des relevés réalisés.

La correction différentielle peut se faire soit sur le code, soit sur la phase.

Pour travailler sur le code, on pourra utiliser les fichiers de la station S permanente implantée un peu partout comme celles du RGP (Réseau Géodésique Permanent) de l'IGN pour la France.

Pour travailler sur la phase, il sera nécessaire d'installer sa propre base soit sur une borne référencée type IGN, soit sur un point arbitraire (si la précision recherchée est relative).

1.2.2. Etude de nivellement de terrain

L'étude de nivellement du terrain a été guidée par l'implantation des plans masses fourni par l'architecte. Ce plan a été conçu dans l'hypothèse d'un terrain à cote unique sur l'ensemble de son étendu.

Pour ce faire, deux variantes ont été étudiées et sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Variantes	Description	Avantages	Inconvénients
Nivellement à plateforme unique (+408m)	Il s'agit de déblayer l'ensemble du complexe de façon à retrouver la cote +408m qui est la cote du terrain naturelle (TN) identifiée à l'entrée du terrain.	<ul style="list-style-type: none"> • Non modification des plans architecturaux s'agissant des parkings • Non remaniement du sol de la plateforme (assise des bâtiments). 	<ul style="list-style-type: none"> • Important volume de déblais après équilibrage des cubatures (db 40 740m³ ; rb 12 670m³). Soit un volume total à évacuer de 28 070 m³ (équivalent à 15\$ * 28 070 = <u>421 050\$</u>) • Construction d'importants murs de soutènement. Hauteur allant jusqu'à 11 de terres à soutenir en remblais.

<p>Nivellement à trois plateformes (+408m ; +410 ; +407)</p>	<p>Il s'agit de faire un aménagement à niveau c'est-à-dire déblayer et remblayer la conception de façon à définir trois niveaux différents pour implanter les ouvrages.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Optimisation des cubatures après équilibrage (db 27 903m³ ; rb 10 487). Soit un volume total à évacuer de 17 416 m³ (équivalent à 15\$ * 17 416 = <u>261 240\$</u>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Modification des aires aménagées spécialement les places de parkings
--	---	---	--

Figure 11: Etude comparative des variantes de nivellement

1.2.3. Aménagement

Le nivellement général de la concession est aménagé par des murs de soutènement en béton armé séparent chacune de plateforme.

Voir figure 15 ci-dessous

1.3. Etude d'Assainissement et aménagement global du site

1.3.1. Inspection du site

La prospection de terrain a consisté au constat du réseau existant ainsi que la prospection du probable exutoire.

Il sort de l'inspection du 03 au 05 Avril 2024, que la glissière du réseau existant déversant les eaux sur la rivière Kemi n'appartient pas au bassin versant concerné par la glissière à construire pour le complexe. De ce fait, les eaux de ce complexe devront être évacuées de façon autonome (réseau indépendant).



Figure 12: Inspection du réseau existant



Figure 13: Levés du tracé de la glissière et de l'exutoire

L'assainissement du site s'est fait sur deux volets. Il s'agit de l'assainissement intérieur de la concession ainsi la construction de la glissière d'évacuation

1.3.2. Assainissement de la concession

L'assainissement de la concession consiste à évacuer les eaux pluviales de ruissellement et éventuellement les eaux usées produites lors de l'exploitation.

Au vu des superficies du bassin versant (inférieur à 25 km²), l'estimation des différents du débit à évacuer a été faite par la méthode rationnelle américaine.

Pour la concession, les différents débits à évacuer seront évaluer par ouvrage drainant chaque sous bassin tel qu'il sera définit ci-dessous.

Le débit maximum ruisselé Q (en m³/s) pour un bassin versant est donné par la relation :

$$Q = \psi * \varphi * i * A$$

Ψ : coefficient de réduction tenant compte de la répartition spatiale de la pluie sur le bassin versant, appelé aussi coefficient de Frulling

φ : coefficient de ruissellement

i : Intensité de précipitation

A : superficie du Bassin versant

- Coefficient de ruissellement ϕ : le tableau suivant donne le coefficient pour l'état de sol de chaque surface

ϕ	Etat du sol
0.90	Surface totalement imperméable
0.80	Surface bâtie 70% imperméable
0.60	Pavage à large joint
0.60	Terrain montagneux planté d'arbre
0.50	Terrain cultivé argilo-limoneux
0.20	Terrain plat cultivé, terrain sableux
0.20	Allées en graviers
0.05	Plaines boisées

Tableau 3: Coefficient de ruissellement

- Intensités de pluie i : les intensités des pluies seront tirées du tableau ci-dessous donnant les intensités maximales absolues des pluies observées dans la ville de Kinshasa de 1977 à 2004 données par le tableau ci-dessous tiré des données de la METELSAT

Année	5 minutes		10minutes		20 minutes		30 minutes		60 minutes		24 heures	
	mois	mm	mois	mm	mois	mm	mois	mm	mois	mm	mois	mm
1977	Mai	18.60	Mai	27.90	Mai	37.30	Mai	47.40	Mai	56.10	Mars	83.30
1978	Avril	11.30	Avril	22.20	Avril	32.00	Janvier	44.80	Janvier	69.20	Janvier	95.00
1979	Nov/Déc	10.60	Nov/Déc	21.20	Novembre	34.20	Novembre	47.00	Novembre	63.00	Avril	76.40
1980	Nov	17.80	Mai	20.80	Novembre	37.40	Novembre	50.80	Novembre	58.30	Décembre	102.4
1981	Avril	15.50	Avril	30.00	Mars	49.50	Mars	65.20	Mars	82.70	Avril	147.0
1982	Avril	12.90	Mai	20.00	Avril	33.80	Avril	42.90	Avril	53.70	Octobre	84.80
1983	Février	16.00	Février	25.00	Février	28.00	Février	38.00	Février	65.00	Février	64.60
1984	Mars	14.20	Mars	21.20	Février	35.00	Février	36.40	Mars	60.10	Mars	66.70
1985	Mars	11.50	Novembre	21.70	Mars	31.70	Mars	41.40	Avril	76.50	Mars	106.0
1986	Décembre	12.20	Décembre	18.10	Mai	37.40	Mai	37.40	Octobre	67.00	Octobre	107.8
1987	Mars	12.00	Mars	17.60	Novembre	31.30	Novembre	37.30	Février	49.50	Février	96.00
1988	Mars	17.00	Mars	34.00	Mars	45.00	Mars	58.60	Mars	74.00	Novembre	85.20
1989	Décembre	14.50	Décembre	22.00	Avril	31.70	Avril	42.40	Avril	57.00	Octobre	126.0
1990	Mai	13.60	Mai	25.60	Février	38.00	Mai	60.60	Mai	83.60	Mai	142.3
1991	Décembre	12.80	Décembre	18.90	Novembre	25.50	Mai	31.30	Janvier	44.30	Mai	73.50
1992	Mai	10.10	Février	17.40	Mai	23.50	Novembre	35.00	Novembre	56.00	Janvier	79.40
1993	Mars	12.70	Avril	20.00	Novembre	28.50	Novembre	31.50	Octobre	45.00	Janvier	97.00
1994	Décembre	9.00	Novembre	17.80	Novembre	29.10	Novembre	35.10	Novembre	65.40	Novembre	108.8
1995	Décembre	14.00	Décembre	23.80	Novembre	39.00	Mars	43.20	Mars	54.50	Mars	70.00
1996	Mai	10.80	Mars	18.80	Mars	36.60	Mars		Janvier		Janvier	66.20
1997	Octobre	12.00	Avril	24.00	Avril	28.00	Janvier		Avril		Avril	96.20
1998	Mars	19.30	Mars	24.30	Mars	40.70	Mars		Avril		Mars	123.4
1999											Mars	72.90
2000											Février	95.40
2001											Mars	212.0

2002											Mai	99.60
2003											Février	83.40
2004											Décembre	72.60
Totaux	22.00	298.6	22.00	492.3	22.00	753.2	22.00	959.10	22.00	1360.2	28.00	2734.3
Moy	22.00	13.56	22.00	22.38	22.00	34.24	22.00	43.60	22.00	61.83	28.00	97.65

Tableau 4: Intensités Maximales des pluies observées (1977-2004)

- Superficies A: les superficies sont directement mesurées sur le plan masse.

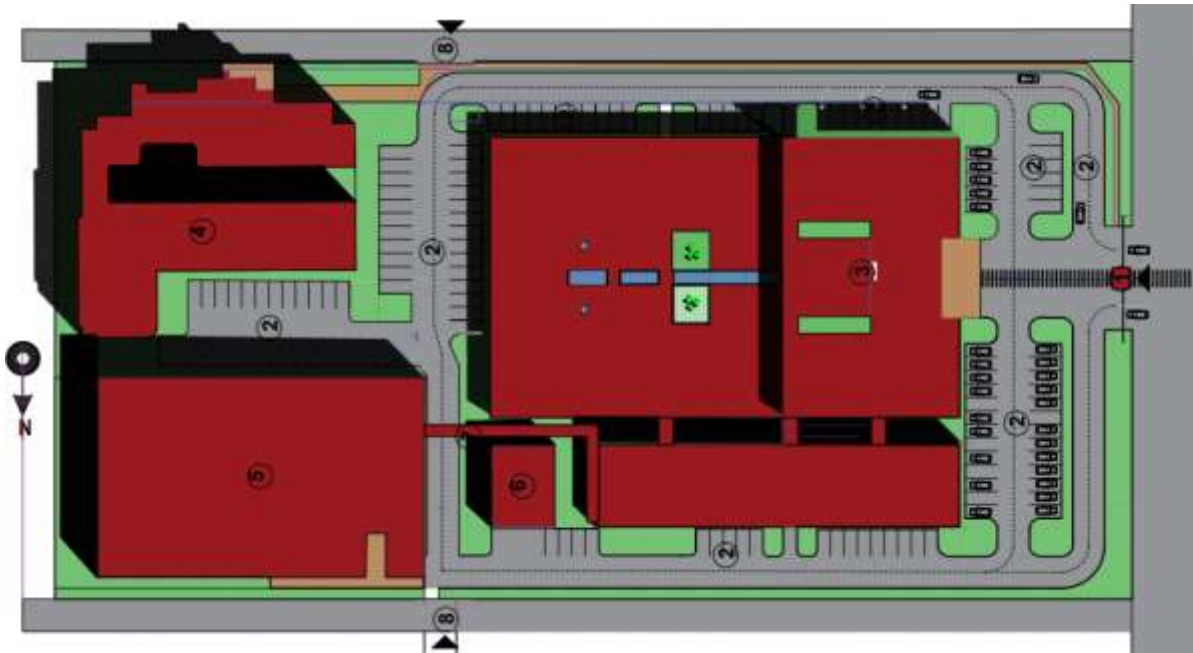


Figure 14: Plan Masse du complexe

En considérant le tableau 3 et la figure 12, ont définir les coefficients des différentes superficies des bassins versants. Il vient donc le tableau 4 ci-dessous:

Sous bassin	Description	Aire (m ²)	Coefficient de ruissellement
(2)	Aires de stationnement, voies de circulation et parking	5 860	0.8
(3)	Bâtiment de radiothérapie	6 322	0.9
(4)	Ecole supérieure des sciences et technologie nucléaire	1 819	0.9
(5)	Bâtiment de radio pharmacie	2 713	0.9

Tableau 5: Caractéristiques des sous bassins versants

1.4. Etudes et quantification du mur de clôture

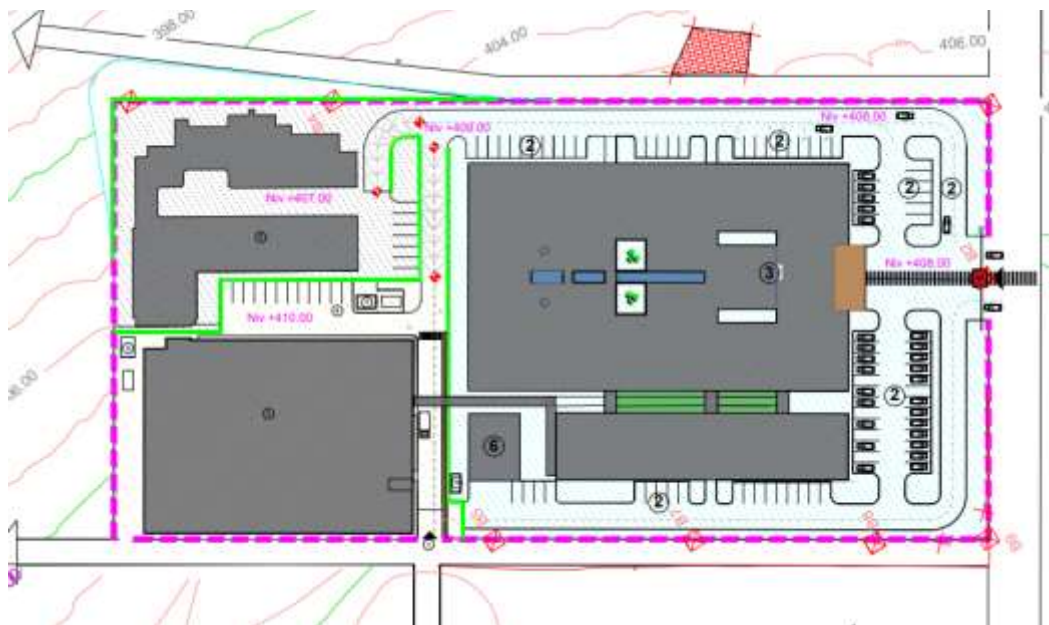


Figure 15: Vue en Plan Murs de soutènement et Mur de clôture

La variante retenue lors de l'étude du nivellement du complexe (nivellement sur 3 plateformes), a comme conséquence la construction des murs de soutènement (représentés en trait vert dans la figure 15 ci-dessus) dont certains linéaires fondent le mur de clôture (représenté en trait violet dans la figure 15 ci-dessus) aux points de remblais c'est-à-dire aux cotes basses.

La quantification de ces murs de soutènement ainsi que le mur de clôture est faite au tableau 15 du présent rapport.

2. Résultats des études

2.1. Etudes géotechniques

Les résultats des études géotechniques sont présentés à l'annexe 1 du présent rapport d'études. Les essais géotechniques évoqués dans le présent rapport ont été effectués par laboratoire de génie civil de l'université de Kinshasa

Voir annexe 1 : Rapport de Laboratoire

Livrables	Contenus	Observation
Rapport d'analyse de Laboratoire	<ul style="list-style-type: none"> Résultat de l'essai de cisaillement direct Résultat des essais au pénétromètre dynamique Résultat de l'analyse granulométrique Résultat de test des limites d'atterberg Résultat de la mesure de la teneur en eau 	(*) le rapport des essais sera transmis à la suite du présent rapport

Tableau 6: Description du livrable de l'Etude géotechnique

2.2. Etude de nivellement

2.2.1. Plans de Nivellement (Définition des plateformes)

Les différents plans d'exécution sont présentés dans le jeu des plans décrits dans le tableau ci-dessous :

Voir annexe 2 : Plans de nivellement

Livrables	Contenus	Description
Plan topographique du site	PL_TOPO_NIV_01	Présentation du plan topographique du site
	PL_TOPO_NIV_02	Présentation du plan topographique avec image de la zone
Plans de nivellement	PL_IMP_NIV_01	Vue en Plan de nivellement à plateforme unique
	PL_IMP_NIV_02	coupe de nivellement à plateforme unique
	PL_IMP_NIV_03	coupe de nivellement à plateforme unique
	PL_IMP_NIV_04	coupe de nivellement à plateforme unique

Tableau 7: Description du jeu des plans de Nivellement

2.2.2. Murs de soutènement

2.2.2.1. Plans d'exécution

Les plans des murs de soutènement sont présentés en annexe 3

Voir annexe 3 : plans des murs de soutènement

Livrables	Contenu	Description
Plans des murs de soutènement	PL_STNM_NIV_00	Vue en plan des murs de soutènement du complexe
	PL_STNM_NIV_01	Mur de soutènement de 2.6m de hauteur
	PL_STNM_NIV_02	Mur de soutènement de 3.6m de hauteur
	PL_STNM_NIV_03	Mur de soutènement de 7m de hauteur

Tableau 8: Description du jeu des plans des murs de soutènement

2.2.2.2. Notes de calcul

Les notes de calcul des murs de soutènement sont présentées en annexe 4

Voir annexe 4 : Note des calculs murs de soutènement

Livrables	Contenu	Description
Plans des murs de soutènement	NC_STNM_NIV_01	Mur de soutènement de 2.6m de hauteur
	NC_STNM_NIV_02	Mur de soutènement de 3.6m de hauteur
	NC_STNM_NIV_03	Mur de soutènement de 7m de hauteur

Tableau 9: Description des notes de calculs des murs de soutènement

2.2.3. Quantification

Les quantitatifs des déblais, remblais et murs de soutènement sont présentés au tableau 15 du présents rapport

Voir Tableau 15 : devis quantitatif et estimatif des prestations

2.3. Etude d'assainissement et aménagement globale du complexe

2.3.1. Glissière Principale

2.3.1.1. Plans d'exécution

Les plans d'exécution de la glissière principale sont présentés en annexe 5

Voir annexe 5 : plans d'exécution de la glissière

Livrables	Contenu	Description
Plans de la glissière	PL_DRN_ASS_00	Vue en plan de la glissière principale
	PL_DRN_ASS_01	Profil en travers type de la glissière
	PL_DRN_ASS_02	Profil en long de la glissière

Tableau 10: Description du jeu des plans de la glissière

2.3.1.2. Notes de calcul

Les notes de calcul des murs de soutènement sont présentées en annexe 6

Voir annexe 6 : Note des calculs glissière

Livrables	Contenu	Description
Note des calculs	NC_DRN_ASS_01	Note de calcul de la glissière principale
	NC_DRN_ASS_02	Note de calcul des chambres de chutes

Tableau 11: Description des notes de calcul

2.3.2. Assainissement de la concession

2.3.2.1. Plans d'exécution

Les plans d'exécution des ouvrages de drainage sont présentés en annexe 7

Voir annexe 7 : plans d'exécution des ouvrages de drainage

Livrables	Contenu	Description
Plans de la glissière	PL_DRN_ASS_03	Vue en plan des ouvrages de drainage à l'intérieur de la concession
	PL_DRN_ASS_04	Profil en travers type des ouvrages de drainage
	PL_DRN_ASS_05	Profil en long type des ouvrages de drainage

Tableau 12: Description du jeu des plans des ouvrages de drainage de la concession

2.3.2.2. Notes de calcul

Les notes de calcul des ouvrages de drainage intérieurs de la concession sont présentées en annexe 8

Voir annexe 8 : Note des calculs des ouvrages de drainage

Livrables	Contenu	Description
Note des calculs	NC_DRN_ASS_03	Note de calcul des ouvrages de drainage

Tableau 13: Description de la note de calcul des ouvrages de drainage

2.3.3. Quantification

Les quantitatifs des matériaux et mise en œuvre des ouvrages de drainage sont présentés dans le tableau 15 ci-dessous

Voir Tableau 15 : devis quantitatif et estimatif des prestations

2.4. Mur de clôture

2.4.1. Plans d'exécution

Les plans d'exécution du mur de clôture sont présentés en annexe 9

Voir annexe 9 : plans d'exécution du mur de clôture

Livrables	Contenu	Description
Plans de la glissière	PL_CLT_AMN_01	Vue en plan de la clôture
	PL_CLT_AMN_02	Profil en travers type du mur de clôture
	PL_CLT_AMN_03	Profil en long type du mur de clôture

Tableau 14: Description du jeu des plans du mur de clôture

2.4.2. Quantification

Les quantitatifs des matériaux et mise en œuvre des murs de clôture sont présentés dans le tableau 15 si dessous

Voir Tableau 15 : devis quantitatif et estimatif des prestations

2.5. Quantification générale

Le tableau ci-dessous sonne à la lumière de ce qui est exposé ci-dessus, les quantité et cotations estimatives des prestations.

Il est établi sur base de la mercuriale des travaux publics.

ETUDES D'IMPLANTATION DES OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE C.G.E.A/CREN-K : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation	Unité	Qté	P.U. (\$)	P.T. (\$)
A Installation chantier					
	Installation chantier et repli	Projet	2.00	\$ 50,000.00	\$ 100,000.00
TOTAL INSTALLATION CHANTIER					\$ 100,000.00
B Nivellement de sol et Soutènement					
1.1	Implantation		fff	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
1.2	Terrassement déblai-remblai	m ³	11000.00	\$ 10.00	\$ 110,000.00
1.3	Déblai avec évacuation	m ³	17000.00	\$ 15.00	\$ 255,000.00
1.4	Mur de soutènement en BA dosé à 350 kg/m ³	m ³	3600.00	\$ 650.00	\$ 2,340,000.00
TOTAL NIVELLEMENT SOL ET SOUTENEMENT					\$ 2,785,000.00
C Clôture 620 mètres avec 3 entrées					
I. Fondation					
1.1	Implantation		fff	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
1.2	Fouille et déblai	m ³	292.80	\$ 10.00	\$ 2,928.00
1.3	Béton de propreté (250kg/m ³)	m ³	9.15	\$ 300.00	\$ 2,745.00
1.4	Semelle filante en BA (400 kg/m ³)	m ³	30.00	\$ 750.00	\$ 22,500.00
SOUS-TOTAL FONDATION					\$ 33,173.00
II. Elévation					
2.1	Maçonnerie en blocs creux de 20 remplis et armé	m ³	325	\$ 300.00	\$ 97,500.00
2.2	Colonnes en BA (400 kg/m ³)	m ³	46.80	\$ 750.00	\$ 35,100.00
2.3	Couvre mur en BA (400kg/m ³)	m ³	19.50	\$ 750.00	\$ 14,625.00
2.4	Enduit au mortier du ciment 350kg/m ³	m ²	1950.00	\$ 15.00	\$ 29,250.00
SOUS-TOTAL ELEVATION					\$ 176,475.00
III. Portail					
3.1	Portail	pce	3	\$ 3,000.00	\$ 9,000.00

SOUS-TOTAL PORTAIL					\$	9,000.00	
TOTAL CLOTURE					\$	248,648.00	
C.	Collecteur 780 mètres						
I	Collecteur (0.78 Km)						
1.1	Déblai = (B+0.4)*(H+0.2)*L	m ³	3,510.00	\$	10.00	35,100.00	
1.2	Béton de propreté 250kg/m ³	m ³	97.50	\$	300.00	29,250.00	
1.3	Béton armé radier, colonnes et chainage 350kg/m ³	m ³	289.40	\$	650.00	188,110.00	
1.4	Maçonnerie en blocs pleins de 20	m ³	624.00	\$	250.00	156,000.00	
1.5	Enduit au mortier de béton 350kg/m ³	m ²	3,120.00	\$	15.00	46,800.00	
II	Chambres de chute (n= 6)						-
2.1	Béton de propreté 250kg/m ³	m ³	7.50	\$	300.00	2,250.00	
2.2	Béton armé radier, colonnes et chainage 350kg/m ³	m ³	15.00	\$	650.00	9,750.00	
2.3	Maçonnerie en blocs pleins de béton	m ³	120.00	\$	250.00	30,000.00	
2.4	Enduit au mortier du ciment 350kg/m ³	m ²	600.00	\$	15.00	9,000.00	
III	Dissipateur						-
3.1	Béton de propreté 250kg/m ³	m ³	10.00	\$	300.00	3,000.00	
3.2	Béton armé radier, colonnes et chainage 350kg/m ³	m ³	20.00	\$	650.00	13,000.00	
3.3	Maçonnerie tête en moellons ancrée dans le radier	m ³	20.00	\$	250.00	5,000.00	
3.4	Maçonnerie en blocs pleins de béton et enduit	m ³	20.00	\$	250.00	5,000.00	
TOTAL COLLECTEUR					\$	532,260.00	
TOTAL GENERAL NIVELLEMENT, CLOTURE ET GLISSIERE					\$	3, 565,908.00	
SUIVI ET CONTROLE					\$	178,295.40	

Tableau 15: Devis quantitatif et estimatif des prestations

3. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

3.1. Des études géotechniques

Le rapport géotechnique joint au présent rapport d'étude présente les résultats d'analyse de sol (analyse granulométrique, limites d'atterberg, teneur en eau autre justifications), les résultats des essais de cisaillement direct à la boîte de casagrande ainsi que les essais au pénétromètre.

Dans le cadre de présentes études, les résultats qui ont été mis à profit sont ceux des analyses générales de sol et de cisaillement direct.

Les résultats des essais au pénétromètre sont fournis pour servir au dimensionnement des fondations des ouvrages conçus et implantés.

Au vu des résultats des essais géotechniques ainsi que la variante de nivellement adopté, il est recommandé de généraliser les logrines de fondation de façon à éliminer tout risque de tassement différentiel.

3.2. Des études de nivellement

Comme décrit dans le présent rapport, l'étude de nivellement a consisté en l'analyse de plusieurs variantes pour la définition des plateformes. (Voir tableau 11 : Etude comparative des variantes de nivellement)

Le résultat recommandé est celui du nivellement avec 3 plateformes. Cette option présente certains avantages par rapport à l'option de niveler sur une plateforme unique ; il s'agit d'optimiser les cubatures (mouvement de terre) évitant ainsi d'importantes quantités de déblais. Relativement, il permet la construction des murs de soutènement de moindre envergure par rapport à l'option du nivellement à plateforme unique.

3.3. Des études de drainage

L'inspection du site a révélé que le réseau existant, notamment la glissière principale de l'université dans cette zone ne peut pas contribuer à l'évacuation des eaux de la concession car n'étant pas dans le même versant.

Une autre glissière a donc été conçue et quantifiée (voir tableau 15 : Devis quantitatif des prestations)

Il est à noter qu'un aménagement supplémentaire devra être envisagé au niveau de l'exutoire. En effet, ce point est caractéristique des inondations due à la forte activité humaine notamment les constructions sur le lit mineur de la rivière ainsi que des ensablements dus aux activités érosives en amont.

Il faudra donc eu égard à cet état de faits, envisager des travaux de lutte anti érosifs en amont du site dans le, versant concerné par la glissière d'une part, et celui du réseau existant d'autre part.

Par la suite, chainer le ruisseau qui se trouve vers la zone inondable sur 2,5 km jusqu'au croisement du pont se trouvant sur la route de KIMWENZA.

Ce qui pourrait entraîner un coût supplémentaire est estimé à **USD 900 000**

ANNEXE

Annexe 1: Rapport de Laboratoire

Annexe 2: Plans de nivellement

Annexe 3: Plans des murs de soutènement

Annexe 4: note des calculs mur de soutènement

Annexe 5: Plan d'exécution de la glissière

Annexe 6: Note des calculs glissière

Annexe 7: plans d'exécution ouvrage de drainage

Annexe 8: Notes de calcul des ouvrages de drainage

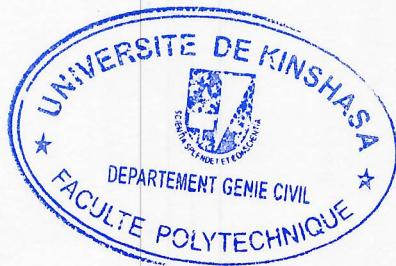
Annexe 9: Plan d'exécution mur de clôture

Annexe 1 :
Rapport de Laboratoire

UNIVERSITE DE KINSHASA



FACULTE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL
LABORATOIRE DE MECASOLS



RAPPORT DE LABORATOIRE 2024/10"

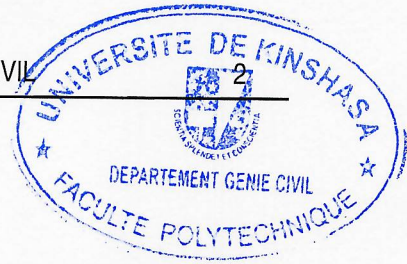
Pour le compte de l'Entreprise « **GENIUS MASTA GROUP** »

Site : Concession C.G.E.A./CREN-K, Site ERAIFT,
UNIKIN, KINSHASA/LEMBA

Version / Date : Fr_10-avr.-24

Approbation	Rédaction du Rapport	Essais in situ
Prof. TITO LIMBAYA	Roger BARUTI	Guy K.

Avril 2024



AUTORISATION

Ces essais géotechniques ont été demandés par :

GENIUS MASTA GROUP

KINSHASA

DONNEES DES ESSAIS

Toutes les données d'essai requises par les normes pertinentes sont incluses dans les rapports de test. Ces rapports d'essai sont conservés au Laboratoire de Génie Civil et sont disponibles et traçables, si nécessaire, par le client.

Les résultats des essais d'investigation ont été résumés et seules les informations pertinentes pour le client sont données dans ce rapport.

AVERTISSEMENT

- i. Il est admis que certaines conditions particulières du site n'ont pas été révélées par les sondages car ces derniers sont ponctuels et donc ne peuvent couvrir tout le site. Les observations mentionnées dans le présent rapport ont été faites lors du déroulement des investigations sur site ; rappel que certaines conditions des sols varient en fonction des effets saisonniers et autres, tels que le niveau d'eau souterraine.
- ii. Les paramètres des sols sont obtenus à partir des essais effectués sur les échantillons prélevés sur site ; l'extrapolation dans les zones et profondeurs n'ayant pas fait l'objet de la présente étude est interdite. En plus, l'utilisation des résultats présentés dans ce rapport est exclusivement réservée à une personne compétente.
- iii. Ce rapport n'est plus valide s'il est modifié de quelque manière que ce soit.



TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
I. INTRODUCTION.....	4
II. PLAN DU SITE ET LOCALISATION DES POINTS DE SONDAGE.....	4
III. SONDAGES IN SITU	6
III.1 Consistance des investigations.....	6
III.2 Lithologie du sol	6
III.3. ESAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE	7
Norme utilisée	7
III.3.1. Principe de l'essai.....	7
III.3.2 Expression de la Résistance dynamique.....	7
III.3.3 Résultats des essais.....	7
III.4. ESAIS SPT (Standard Penetration Tests)	12
Norme utilisée	12
III.4.1. Principe de l'essai.....	12
III.4.2. Correction des valeurs SPT (N).....	12
III.4.3. Résultats	12
III.4.4. Corrélations entre les valeurs SPT et les différents paramètres du sol.....	13
IV. ANALYSES DE LABORATOIRE	14
IV.1. Prélèvement d'échantillons	14
IV.2. Analyse Granulométrique.....	14
IV.3. Détermination des limites d'Atterberg	15
IV.4. Détermination de la Teneur en eau.....	15
IV.5. Essai de Cisaillement.....	16
IV.6. Synthèse des résultats de laboratoire.....	16
V. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	17
ANNEXES	19
Annexe 1. - Courbes granulométriques	20
Annexe 2. – Graphiques des Limites ATTERBERG	25
Annexe 3. – Courbes de Cisaillement.....	30



I. INTRODUCTION

A la demande de l'Entreprise « **GENIUS MASTA GROUP** », le Laboratoire de Génie Civil de l'Université de Kinshasa a procédé à une étude géotechnique dans la Concession C.G.E.A./CREN-K, située derrière la Concession ERAIFT, à l'UNIKIN, Commune de LEMBA, KINSHASA.

Le présent rapport rend compte des résultats des essais sur site et des essais de laboratoire.

II. PLAN DU SITE ET LOCALISATION DES POINTS DE SONDAGE

La figure N° 1 ci-dessous montre l'emplacement du site :

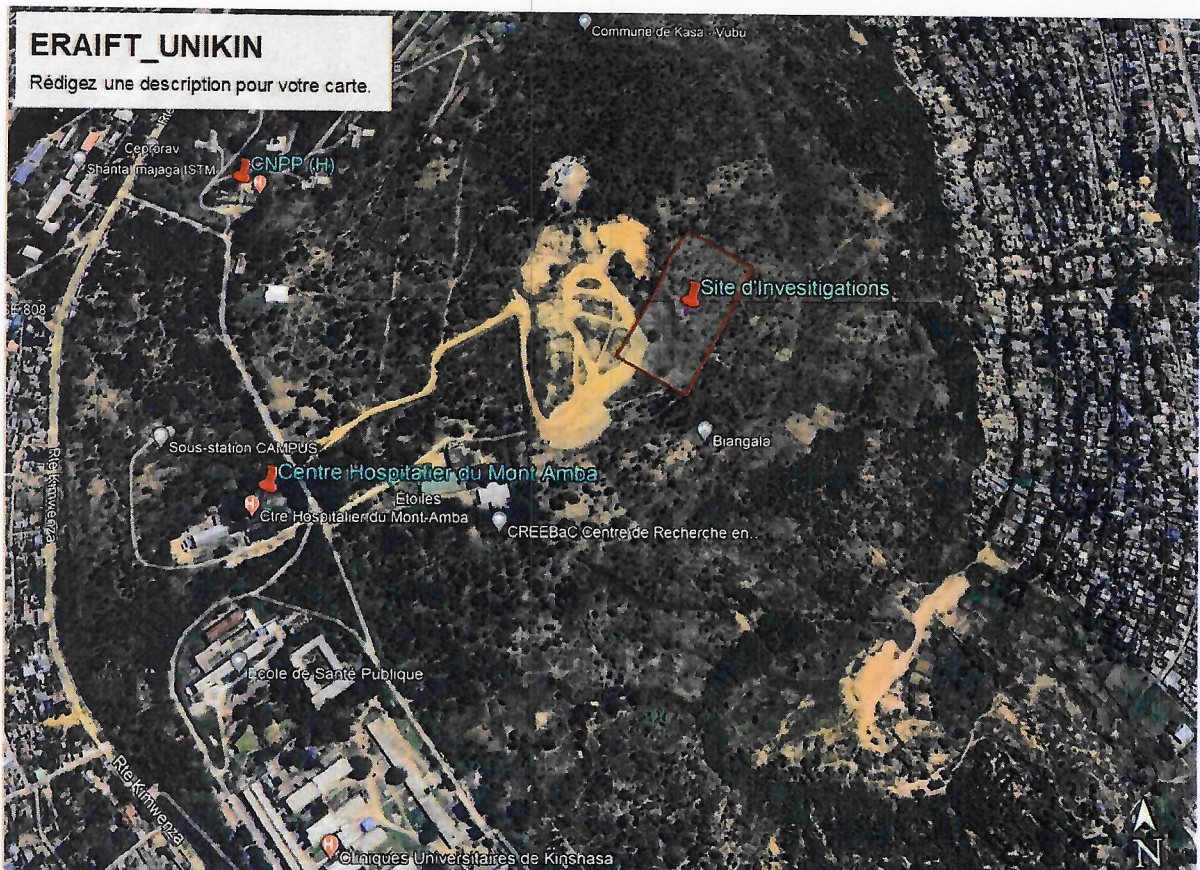
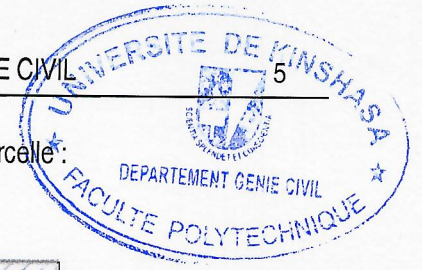


Figure N° 1 : Plan de situation du site



La figure N°2 ci-après définit les emplacements des points de sondage dans la parcelle :

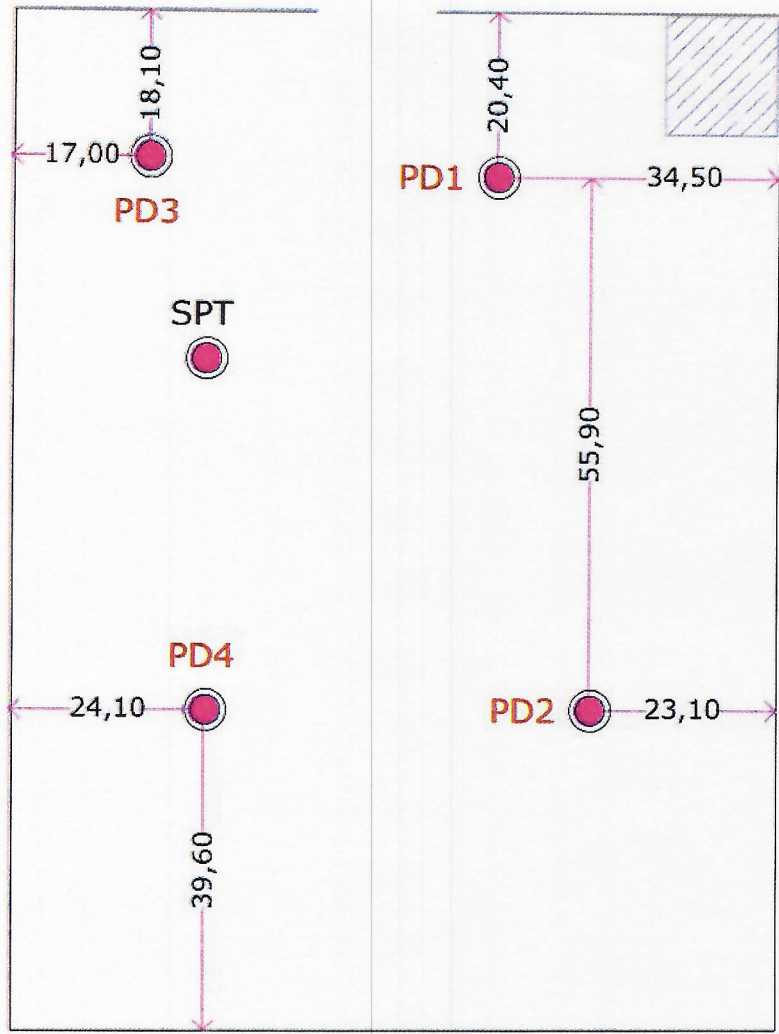


Figure N°2 : Croquis d'implantation des points de sondage



III. SONDAGES IN SITU

III.1 Consistance des investigations

Les investigations ont consisté initialement à :

- Effectuer quatre (4) essais au Pénétrömètre dynamique de 64 kg descendus si possible jusqu'à 10.00 m de profondeur sinon arrêtés au refus ; ce dernier étant constaté lorsque cinquante (50) coups du mouton ne permettent pas d'enfoncer la pointe de 20 cm dans le sol ;
- Effectuer un (1) sondage de pénétration standard (SPT) à intervalle de 1,00 m jusqu'à 6,00 m de profondeur à moins d'obtenir le refus c.à.d. lorsque 50 coups du marteau ne permettent pas d'enfoncer le carottier de 30 cm dans le sol ;
- Réaliser un (1) forage à la tarière descendu si possible jusqu'à 5,00 m de profondeur avec prélèvement d'échantillons de sol à intervalle de 1,00 m ou à chaque changement de la nature de sol ;
- Mesurer le niveau de la nappe phréatique pendant les investigations sur site ;
- Réaliser les tests de laboratoire sur les échantillons collectés de sol : analyse granulométrique, détermination de la teneur en eau et des limites d'Atterberg ;
- Préparer un rapport géotechnique qui résume les résultats des essais susmentionnés.

Le tableau 1 donne la liste et la description des essais prévus et des essais réalisés ainsi que la justification éventuelle de l'écart.

Tableau N° 1 : Liste et description des sondages prévus et réalisés ainsi que les écarts

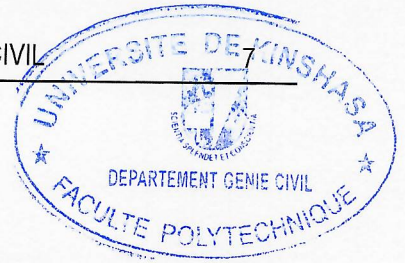
#	Essais	Prévus	Réalisés
1	Sondages au Pénétrömètre dynamique	Quatre (4) sondages au Pénétrömètre dynamique de 64 kg descendus si possible jusqu'à 10,00 m de profondeur.	Quatre (4) sondages au Pénétrömètre dynamique de 64 kg exécutés jusqu'à 10,00 m de profondeur.
2	Essais SPT	Un (1) essai prévu jusqu'à 6,00 m de profondeur.	Un (1) essai arrêté à 5,00 m de profondeur à cause du gonflement de l'argile.
3	Forages à la tarière	Un (1) forage à la tarière prévu jusqu'à 5.00 m de profondeur avec prélèvement d'échantillons de sol.	Un (1) forage à la tarière descendu jusqu'à 5.00 m de profondeur.

III.2 Lithologie du sol

Tableau N° 2 : Lithologie au Point T

- 0.00 m à 0.20 m Sable végétal grisâtre ;
- 0.20 m à 0,60 m Sable jaunâtre ;
- 0,60 m à 5,00 m Sable jaune.

La nappe phréatique n'a pas été rencontrée (4 avril 2024).



III.3. ESAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Norme utilisée : **NF P 94-115**

III.3.1. Principe de l'essai

L'essai au pénétromètre dynamique lourd à enfoncer dans le sol par battage à l'aide d'un mouton de 63,5 kg tombant d'une hauteur de 50 cm un tube muni d'une pointe débordante et à mesurer le nombre de chutes du mouton nécessaires pour enfoncer la pointe de 20 cm de profondeur.

Ce tube joue le rôle d'un micropieu et possède un dispositif ayant pour but d'éliminer autant que faire se peut le frottement latéral.

III.3.2 Expression de la Résistance dynamique

La résistance dynamique est donnée par la formule des Hollandais :

$$q_d = N \frac{M^2 H}{A} \times \frac{1}{M + m + P_z} \times \frac{1}{e}$$

Avec :

N = Nombre de chutes du mouton

M = poids du mouton en daN

H = Hauteur de chute du mouton, en cm

P_z = poids des tiges à la profondeur z en daN

A = section de la pointe en cm²

e = enfoncement en cm

m = poids de l'enclume et du guide des tiges en daN

q_d = résistance dynamique à la pointe en daN/cm²

III.3.3 Résultats des essais

Quatre (4) sondages au Pénétrromètre dynamique ont été effectués sur le site. Les quatre (4) sondages ont été arrêtés à 10,00 m de profondeur.

Les résultats des essais sont fournis par les tableaux n° 3.1 à 3.4, qui reprennent pour chaque sondage, le nombre de coups de mouton, la résistance dynamique, la contrainte admissible à chaque profondeur et la représentation graphique.

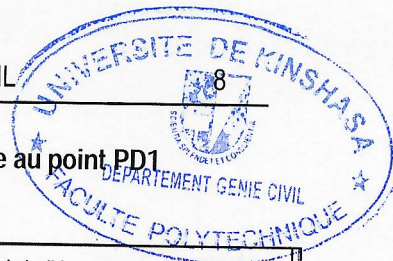
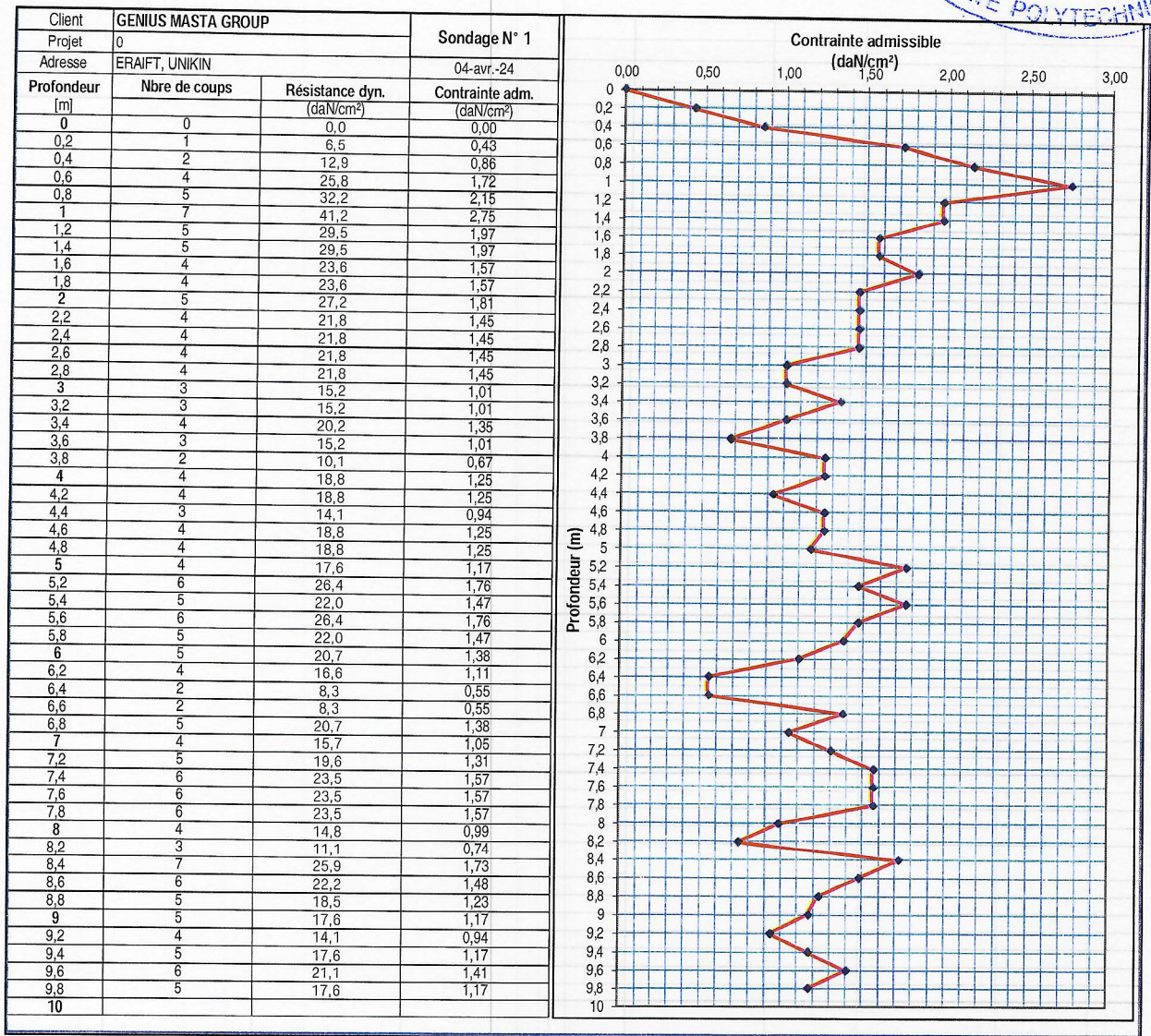


Tableau N° 3.1 : Nombre de coups, Résistance dynamique et Contrainte admissible au point PD1



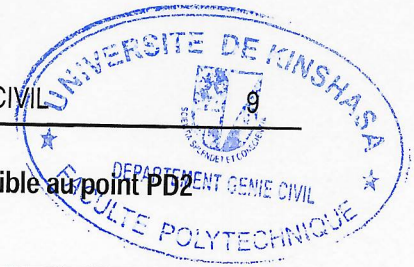
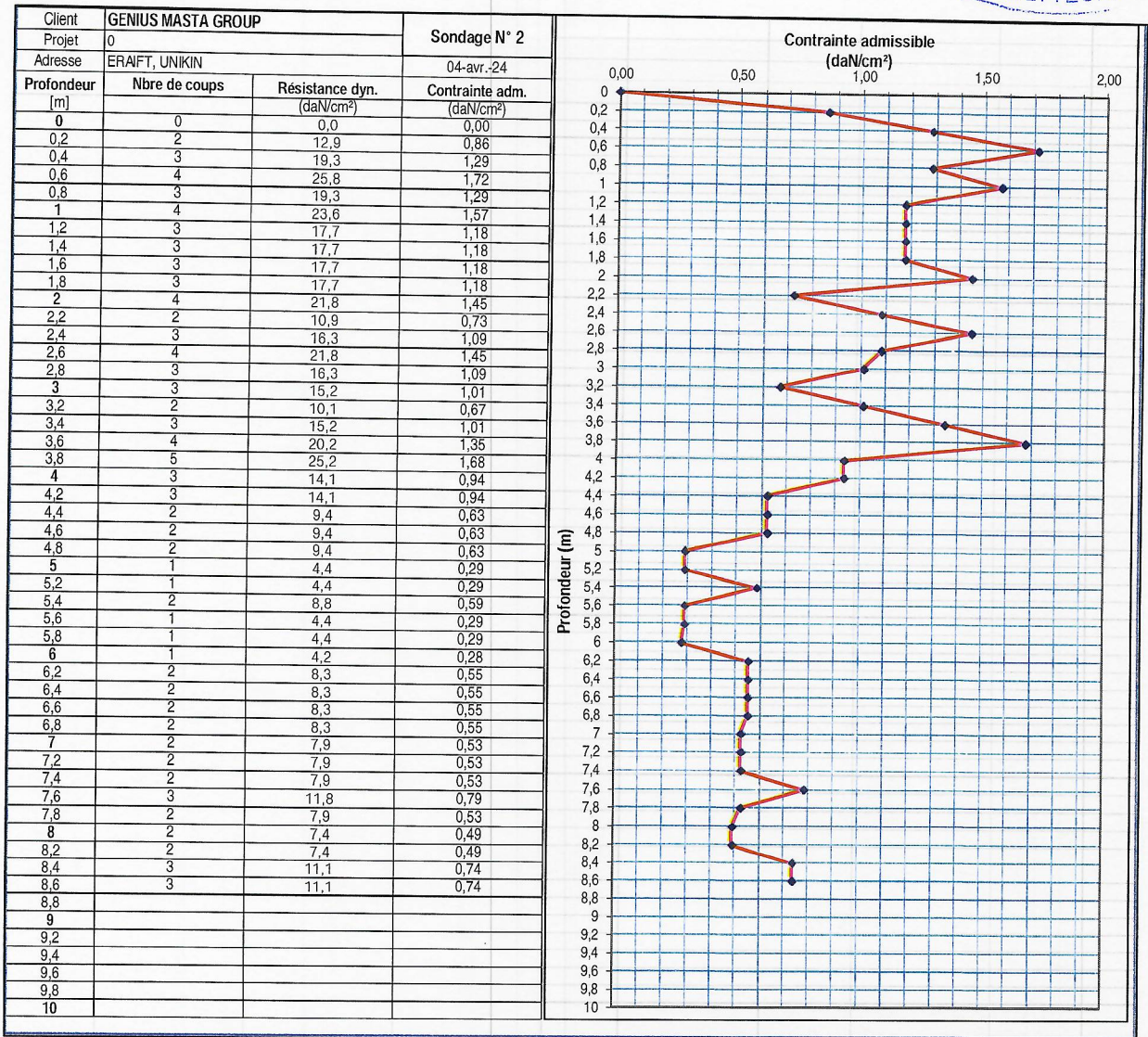


Tableau N° 3.2 : Nombre de coups, Résistance dynamique et Contrainte admissible au point PD2



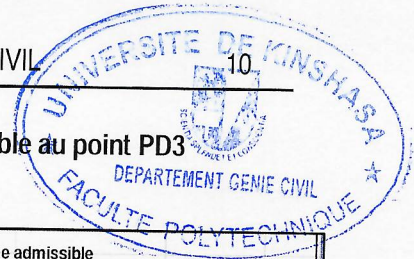


Tableau N° 3.3 : Nombre de coups, Résistance dynamique et Contrainte admissible au point PD3

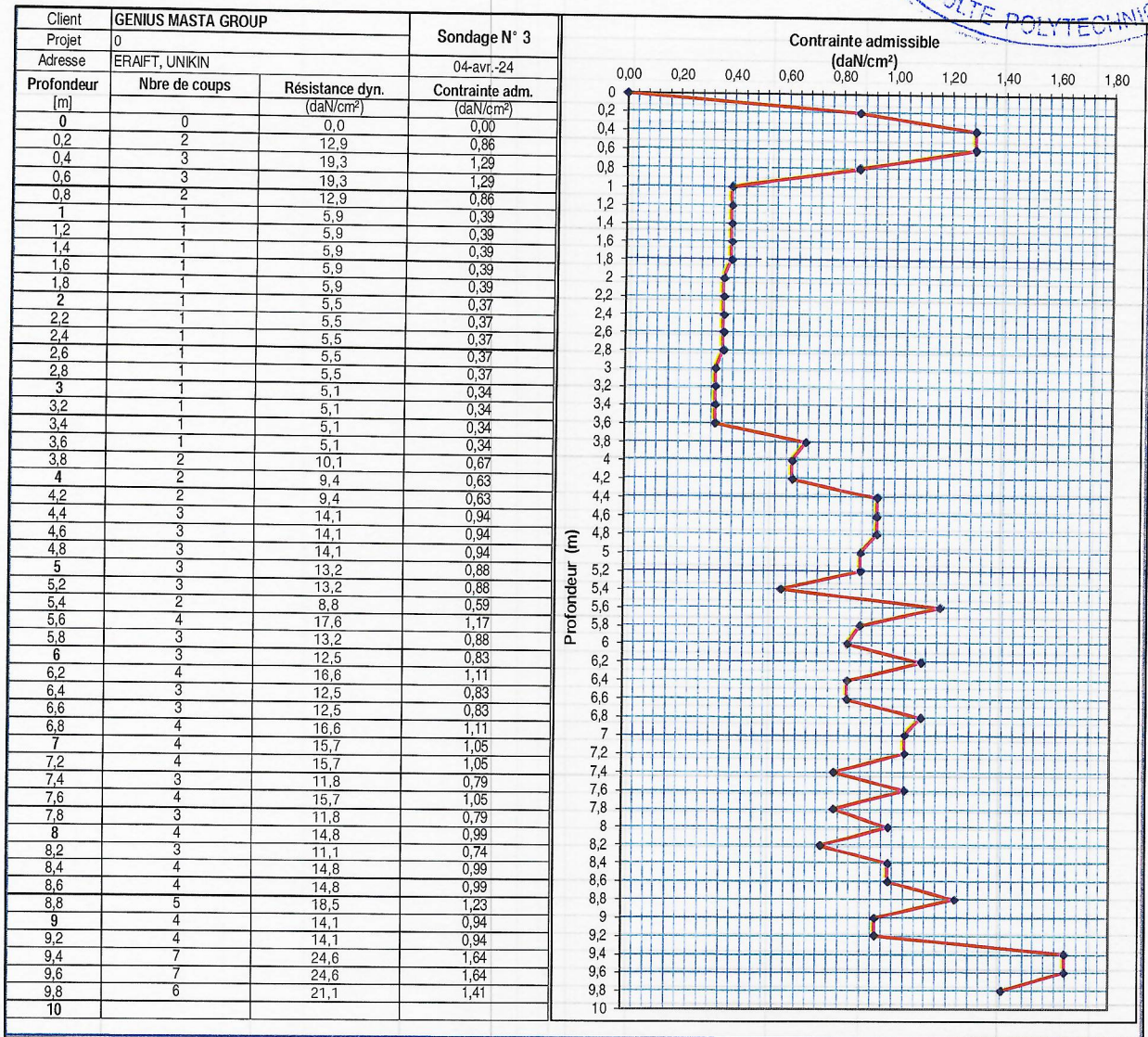
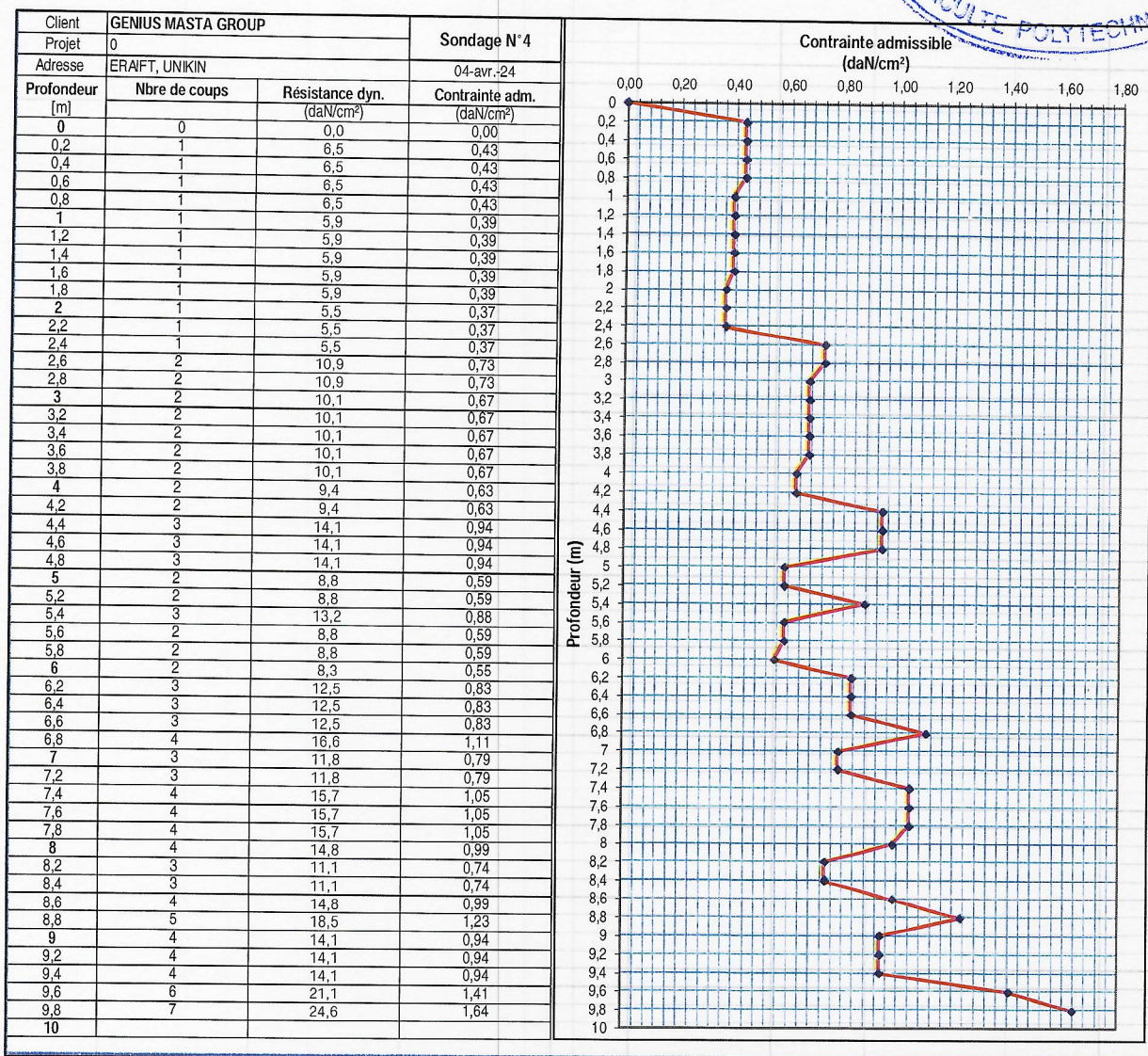




Tableau N° 3.4 : Nombre de coups, Résistance dynamique et Contrainte admissible au point PD4





III.4. ESAIS SPT (Standard Penetration Tests)

Norme utilisée : NF P 94-116

III.4.1. Principe de l'essai

L'essai SPT consiste à battre dans le sol, au fond d'un forage, un carottier standard à l'aide d'un mouton de 63,5 Kg tombant librement d'une hauteur de 75cm.

Le nombre de coups de moutons N_i nécessaires à chaque enfoncement de 15 cm est relevé, soit :

- N_0 : enfoncement d'amorçage de 0 à 15 cm ;
- N_1 : premier enfoncement d'essai de 15 à 30 cm ;
- N_2 : deuxième enfoncement d'essai de 30 à 45 cm.

Le nombre de coups $N=N_1+N_2$ est appelé **résistance à la pénétration** et est une mesure approximative de la densité du sol testé. Lorsque la pénétration requise du carottier n'a pas été atteinte en 50 coups, le refus est signalé et le nombre de coups et l'enfoncement réel sont enregistrés.

III.4.2. Correction des valeurs SPT (N)

Il est recommandé d'appliquer des facteurs de correction aux données brutes du SPT avant de les utiliser dans les corrélations empiriques donnant les paramètres du sol ; ces facteurs dépendent des procédures d'essais sur site, de l'énergie de battage des tiges et de la pression de confinement.

Pour tenir compte de l'efficacité du marteau, du diamètre de forage, de la longueur des tiges et du carottier, **SKEMPTON** (1986) a suggéré la correction suivante :

$$N_{60} = \frac{E_m C_B C_{Sm} C_R N}{0.60}$$

Avec :

- N_{60} : Valeur SPT N corrigée ;
- E_m : Coefficient dépendant de l'efficacité du marteau ;
- C_B : Coefficient dépendant du diamètre du forage ;
- C_s : Coefficient dépendant de l'échantillonneur ;
- C_R : Coefficient dépendant de la longueur des tiges ;
- N : Valeur mesurée (in situ) de SPT.

III.4.3. Résultats

En adoptant les valeurs ci-après des facteurs de correction :

$E_m =$	0.66
$C_B =$	1,00
$C_s =$	1,00
$C_R =$	0.75

On obtient Le tableau N° 4 ci-après, donnant les valeurs corrigées N_{60} corrigées (énergie des tiges à 60%) en fonction des valeurs (N) mesurées sur site (SEED & ALABA 1986) :

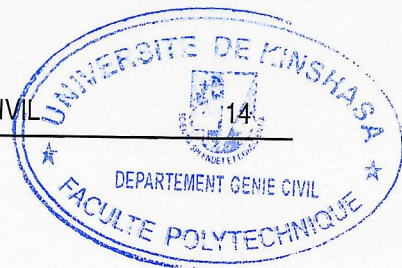


Tableau N°4 : Résultats SPT

Profondeur (m)	N (in situ)	N ₆₀ (corrigé)	Nature de sol	Classification (Clayton)
1,00	1	1	Sable jaune	Très lâche
2,00	1	1		
3,00	1	1		
4,00	1	1		
5,00	3	2		Lâche

III.4.4. Corrélations entre les valeurs SPT et les différents paramètres du sol

Le SPT est utilisé pour corréler différents paramètres du sol, soit le poids unitaire, la densité relative, l'angle de frottement interne ϕ et la résistance à la compression non drainée q_u . Il est également utilisé pour estimer la capacité portante des fondations et pour estimer le module contrainte-déformation E_s .



IV. ANALYSES DE LABORATOIRE

IV.1. Prélèvement d'échantillons

Les échantillons de sol prélevés sur site ont été classés visuellement puis correctement emballés dans des sacs en plastique, scellés, étiquetés et transportés au laboratoire de Génie civil de l'Université de Kinshasa pour y être testés.

Les graphiques des essais en laboratoire sont présentés en annexe.

IV.2. Analyse Granulométrique

Norme : NF P 94-056

L'analyse granulométrique par tamisage a été effectuée sur les échantillons de sol prélevés sur site à différentes profondeurs.

Le tableau n°5 présente les principaux résultats obtenus après essais : diamètre maximal, diamètre moyen, pourcentage de fines (passant au travers du tamis de 0.080 mm) ...

Dans ce qui suit :

- **Pourcentage de fines** : désigne la fraction de sol de dimensions inférieures à 0,080 mm
- **Pourcentage de sable** : désigne la fraction du sol dont les dimensions varient entre 0,080 m et 2,00 mm
- **Pourcentage de graviers** : désigne la fraction du sol dont les dimensions varient entre 2,00 m et 20,00mm

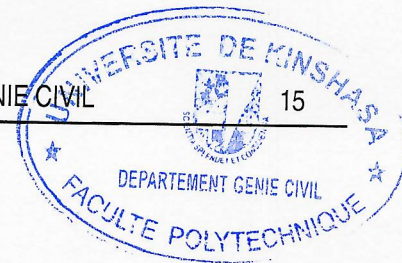
Tableau N° 5 : Principaux résultats de l'analyse granulométrique

POINT DE PRELEVEMENT	T				
	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
Profondeur (m)	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
Diamètre max des grains (mm)	0,590	0,590	0,590	0,590	0,590
Pourcentage des graviers (%)	0%	0%	0%	0%	0%
Pourcentage du sable (%)	81%	76%	73%	71%	67%
Pourcentage des fines (%)	19%	24%	27%	29%	33%

Commentaires :

On note que :

- Le pourcentage des fines varie de **19,0 à 33,3%** ;
- Le pourcentage du sable varie de **66,7 à 81,0%** ;
- Le pourcentage des graviers est **nul**.



IV.3. Détermination des limites d'Atterberg

Norme : NF P 94-050

Les limites d'Atterberg sont des teneurs pondérales correspondant à des états particuliers d'un sol :

- **Limite de liquidité (LL)** : Teneur en eau (exprimée en pourcentage) pour lequel un sol cohésif passe de l'état liquide à l'état plastique ;
- **Limite de plasticité (LP)** : Teneur en eau (exprimée en pourcentage) pour lequel un sol cohésif passe de l'état plastique à l'état solide ;
- **Indice de plasticité (IP)** : Différence entre les limites de liquidité et de plasticité

L'indice plastique (IP) est obtenu par l'expression : $IP = LL - LP$

Les valeurs des limites d'Atterberg obtenues sur les échantillons de sol sont regroupées dans le tableau N° 6 ci-après :

Tableau N° 6 : Paramètres de Plasticité des échantillons collectés

POINT DE PRELEVEMENT	T				
	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
Profondeur (m)	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
Limite de liquidité (LL)	15,40%	15,10%	15,50%	15,20%	15,30%
Limite de Plasticité (LP)	N.M	N.M	N.M	N.M	N.M
Indice de Plasticité (IP)	N.M	N.M	N.M	N.M	N.M

N.M=Non Mesurables

Commentaires :

Il découle du tableau ci-dessus que :

- Les limites de liquidité varient de **15,10% à 15,50%** ;
- Les indices de plasticité ne sont pas mesurables.

IV.4. Détermination de la Teneur en eau

Norme : NF P 94-051

La teneur en eau du sol est le rapport entre le poids (masse) d'eau présente dans un échantillon de sol et le poids (ou la masse) du sol sec. Il est généralement exprimé en pourcentage.

Le tableau N° 7 présente les différentes teneurs en eau obtenues après essais :

Tableau N° 7 : Teneurs en eau des échantillons de sol collectés

Point de Prélèvement	Teneur en eau (%)				
	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
Profondeur (m)	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
T	9,5	4,9	9,4	6,1	4,4

Commentaires :

Il découle du tableau ci-dessus que les teneurs en eau varient de **18,6 à 34,3%**.



IV.5. Essai de Cisaillement

L'essai de cisaillement direct est effectué pour mesurer en laboratoire les caractéristiques de plasticité (rupture) d'un échantillon de sol fin.

L'échantillon de sol est placé dans deux demi-boîtes qui peuvent coulisser horizontalement l'une sur l'autre. Un dispositif de piston permet l'application d'un effort vertical (N) sur la face supérieure, lequel est maintenu constant pendant l'essai. Après consolidation de l'éprouvette sous l'effort (N), déplacer à vitesse constante l'une des demi-boîtes par rapport à l'autre en appliquant une force T.

On trace ensuite les courbes effort de cisaillement (T) en fonction de la contrainte verticale : il en découle les valeurs de l'angle de frottement et de la cohésion

Le tableau N°8 fournit les résultats des essais effectués :

Tableau N°8 : Résultats de Test de Cisaillement Direct

Forage #	SPT		
Forage (m)	1,00	2,00	3,00
Cohésion drainée (kN/m ²)	1,00	1,9	2,47
Angle de frottement interne (°)	28,46	30,1	29,16

Commentaires :

- La cohésion drainée varie de **1,00 à 2,47 kN/m²** ;
- L'angle de frottement interne varie de **28,46 à 30.10°**.

IV.6. Synthèse des résultats de laboratoire

Le tableau N°9 résume les principaux résultats obtenus après les essais de laboratoire.

Tableau n°9 : Synthèse des résultats des essais de laboratoire

POINT DE PRELEVEMENT		T				
Profondeur (m)		1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
d _{max} (mm)		0,590	0,590	0,590	0,590	0,590
Pourcentage des Gravier (%)		0%	0%	0%	0%	0%
Pourcentage du Sable (%)		81%	76%	73%	71%	67%
Pourcentage des Fines (%)		19%	24%	27%	29%	33%
Teneur en eau		9,5	4,9	9,4	6,1	4,4
Cohésion drainée (kN/m ²)		1,00	1,9	2,47	-	-
Angle de frottement interne (°)		28,46	30,1	29,16	-	-
Limites d'Atterberg	Limite de Liquidité	15,40%	15,10%	15,50%	15,20%	15,30%
	Limite de plasticité	N.M	N.M	N.M	N.M	N.M
	Indice de plasticité	N.M	N.M	N.M	N.M	N.M

- Sur base des abaques de classification de CASAGRANDE (granulométrie et plasticité) et au vu des résultats du tableau ci-dessus, il ressort que les échantillons de sol analysés sont principalement des **sables**.



V. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

1. D'après les résultats des essais en laboratoire, il découle que les échantillons de sol analysés sont des sables.
2. Nous donnons ci-dessous le tableau récapitulatif des contraintes admissibles trouvées à différentes profondeurs du site :

Profondeur [m]	Contrainte admissible (daN/cm ²)				MINIMUM	MOYENNE
	PD1	PD2	PD3	PD4		
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,2	0,43	0,86	0,86	0,43	0,43	0,65
0,4	0,86	1,29	1,29	0,43	0,43	0,97
0,6	1,72	1,72	1,29	0,43	0,43	1,29
0,8	2,15	1,29	0,86	0,43	0,43	1,18
1	2,75	1,57	0,39	0,39	0,39	1,28
1,2	1,97	1,18	0,39	0,39	0,39	0,98
1,4	1,97	1,18	0,39	0,39	0,39	0,98
1,6	1,57	1,18	0,39	0,39	0,39	0,89
1,8	1,57	1,18	0,39	0,39	0,39	0,89
2	1,81	1,45	0,37	0,37	0,37	1,00
2,2	1,45	0,73	0,37	0,37	0,37	0,73
2,4	1,45	1,09	0,37	0,37	0,37	0,82
2,6	1,45	1,45	0,37	0,73	0,37	1,00
2,8	1,45	1,09	0,37	0,73	0,37	0,91
3	1,01	1,01	0,34	0,67	0,34	0,76
3,2	1,01	0,67	0,34	0,67	0,34	0,68
3,4	1,35	1,01	0,34	0,67	0,34	0,84
3,6	1,01	1,35	0,34	0,67	0,34	0,84
3,8	0,67	1,68	0,67	0,67	0,67	0,93
4	1,25	0,94	0,63	0,63	0,63	0,86
4,2	1,25	0,94	0,63	0,63	0,63	0,86
4,4	0,94	0,63	0,94	0,94	0,63	0,86
4,6	1,25	0,63	0,94	0,94	0,63	0,94
4,8	1,25	0,63	0,94	0,94	0,63	0,94
5	1,17	0,29	0,88	0,59	0,29	0,73
5,2	1,76	0,29	0,88	0,59	0,29	0,88
5,4	1,47	0,59	0,59	0,88	0,59	0,88
5,6	1,76	0,29	1,17	0,59	0,29	0,95
5,8	1,47	0,29	0,88	0,59	0,29	0,81
6	1,38	0,28	0,83	0,55	0,28	0,76
6,2	1,11	0,55	1,11	0,83	0,55	0,90
6,4	0,55	0,55	0,83	0,83	0,55	0,69
6,6	0,55	0,55	0,83	0,83	0,55	0,69
6,8	1,38	0,55	1,11	1,11	0,55	1,04
7	1,05	0,53	1,05	0,79	0,53	0,85
7,2	1,31	0,53	1,05	0,79	0,53	0,92
7,4	1,57	0,53	0,79	1,05	0,53	0,98
7,6	1,57	0,79	1,05	1,05	0,79	1,11
7,8	1,57	0,53	0,79	1,05	0,53	0,98
8	0,99	0,49	0,99	0,99	0,49	0,86

8,2	0,74	0,49	0,74	0,74	0,49	0,68
8,4	1,73	0,74	0,99	0,74	0,74	1,05
8,6	1,48	0,74	0,99	0,99	0,74	1,05
8,8	1,23		1,23	1,23	1,23	1,23
9	1,17		0,94	0,94	0,94	1,02
9,2	0,94		0,94	0,94	0,94	0,94
9,4	1,17		1,64	0,94	0,94	1,25
9,6	1,41		1,64	1,41	1,41	1,48
9,8	1,17		1,41	1,64	1,17	1,41

Il découle de l'analyse du tableau des contraintes ci-dessus que la contrainte minimale à considérer est de :

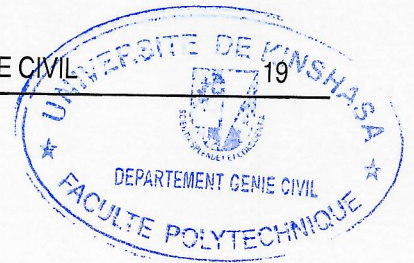
- **0,28 daN/cm²** entre 0,20 m et 6,00 m de profondeur ;
- **0,49 daN/cm²** entre 6,20 m et 8,20 m de profondeur ;
- **0,74 daN/cm²** entre 8,40 m et 8,60 m de profondeur ;
- **0,94 daN/cm²** entre 8,80 m et 9,40 m de profondeur ;
- **1,17 daN/cm²** entre 9,60 m et 9,80 m de profondeur.

Kinshasa, le 10 avril 2024

Chef de Département de Génie Civil



Prof. TITO LIMBAYA.



ANNEXES

Annexe 1. – Courbes granulométriques

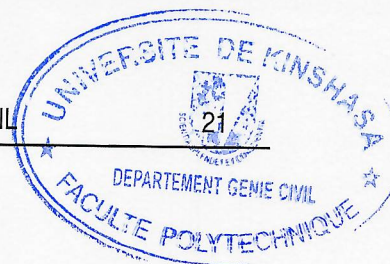
Annexe 2. – Limites d'ATTERBERG



Annexe 1. - Courbes granulométriques

UNIVERSITE DE KINSHASA		ANALYSE GRANULOMETRIQUE (Norme: NF P94-056)		LABORATOIRE DE GENIE CIVIL	
CLIENT :	Genius Masta Group	Echantillon :	1		
PROJET :	0	Date/Prélèvement :	-		
SITE :	Eraift, UNIKIN	Date/Essai :	08-avr.-24		
POINT DE PRELEVEMENT :	T1	Profondeur (m) :	1,00		
Tamis (mm)	Refus (g)	Refus (%)	Tamisat (%)		
76,200	0,0	0,0	100,0		
63,500	0,0	0,0	100,0		
50,800	0,0	0,0	100,0		
38,100	0,0	0,0	100,0		
31,700	0,0	0,0	100,0		
25,400	0,0	0,0	100,0		
19,100	0,0	0,0	100,0		
16,900	0,0	0,0	100,0		
12,700	0,0	0,0	100,0		
9,520	0,0	0,0	100,0		
7,930	0,0	0,0	100,0		
6,350	0,0	0,0	100,0		
4,760	0,0	0,0	100,0		
4,000	0,0	0,0	100,0		
3,360	0,0	0,0	100,0		
2,380	0,0	0,0	100,0		
2,000	0,0	0,0	100,0		
1,680	0,0	0,0	100,0		
1,190	0,0	0,0	100,0		
1,000	0,0	0,0	100,0		
0,840	0,0	0,0	100,0		
0,590	3,0	1,0	99,0		
0,500	11,0	3,7	95,3		
0,420	20,0	6,7	88,7		
0,297	87,0	29,0	59,7		
0,250	32,0	10,7	49,0		
0,210	43,0	14,3	34,7		
0,149	47,0	15,7	19,0		
0,125	10,0	3,3	15,7		
0,105	13,0	4,3	11,3		
0,074	9,0	3,0	8,3		
Fonds	1,0	0,3			
Total	276,0				
Poids de l'échantillon (g)	300,0	Refus cum_0.080 (g)	Fines (g)	Fines (%)	
		243,0	57,0	19%	

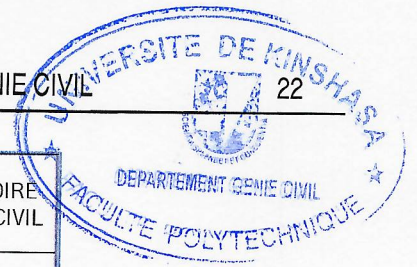
Commentaires :



UNIVERSITE DE KINSHASA	ANALYSE GRANULOMETRIQUE (Norme: NF P94-056)		LABORATOIRE DE GENIE CIVIL	
CLIENT :	Genius Masta Group		Echantillon :	2
PROJET :	0		Date/Prélèvement :	-
SITE :	Eraift, UNIKIN		Date/Essai :	08-avr.-24
POINT DE PRELEVEMENT :	T1		Profondeur (m) :	2,00
Tamis (mm)	Refus (g)	Refus (%)	Tamisat (%)	
76,200	0,0	0,0	100,0	
63,500	0,0	0,0	100,0	
50,800	0,0	0,0	100,0	
38,100	0,0	0,0	100,0	
31,700	0,0	0,0	100,0	
25,400	0,0	0,0	100,0	
19,100	0,0	0,0	100,0	
16,900	0,0	0,0	100,0	
12,700	0,0	0,0	100,0	
9,520	0,0	0,0	100,0	
7,930	0,0	0,0	100,0	
6,350	0,0	0,0	100,0	
4,760	0,0	0,0	100,0	
4,000	0,0	0,0	100,0	
3,360	0,0	0,0	100,0	
2,380	0,0	0,0	100,0	
2,000	0,0	0,0	100,0	
1,680	0,0	0,0	100,0	
1,190	0,0	0,0	100,0	
1,000	0,0	0,0	100,0	
0,840	0,0	0,0	100,0	
0,590	5,0	1,7	98,3	
0,500	10,0	3,3	95,0	
0,420	16,0	5,3	89,7	
0,297	72,0	24,0	65,7	
0,250	46,0	15,3	50,3	
0,210	37,0	12,3	38,0	
0,149	42,0	14,0	24,0	
0,125	18,0	6,0	18,0	
0,105	16,0	5,3	12,7	
0,074	9,0	3,0	9,7	
Fonds	1,0	0,3		
Total	272,0			
Poids de l'échantillon (g)	300,0	Refus cum_0.080 (g)	Fines (g)	Fines (%)
		228,0	72,0	24%

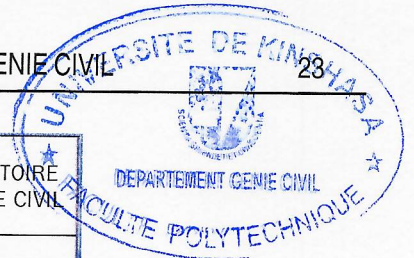
Tamis (mm)	Tamisat (%)
76,200	100,0
63,500	100,0
50,800	100,0
38,100	100,0
31,700	100,0
25,400	100,0
19,100	100,0
16,900	100,0
12,700	100,0
9,520	100,0
7,930	100,0
6,350	100,0
4,760	100,0
4,000	100,0
3,360	100,0
2,380	100,0
2,000	100,0
1,680	100,0
1,190	100,0
1,000	100,0
0,840	100,0
0,590	98,3
0,500	95,0
0,420	89,7
0,297	65,7
0,250	50,3
0,210	38,0
0,149	24,0
0,125	18,0
0,105	12,7
0,074	9,7
Fonds	0,3

Commentaires :



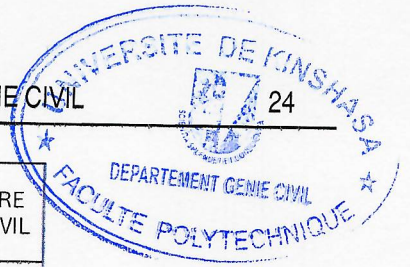
UNIVERSITE DE KINSHASA		ANALYSE GRANULOMETRIQUE (Norme: NF P94-056)		LABORATOIRE DE GENIE CIVIL	
CLIENT :	Genius Masta Group	Echantillon :	3		
PROJET :	0	Date/Prélèvement :	-		
SITE :	Eraift, UNIKIN	Date/Essai :	08-avr.-24		
POINT DE PRELEVEMENT :	T1	Profondeur (m) :	3,00		
Tamis (mm)	Refus (g)	Refus (%)	Tamisat (%)		
76,200	0,0	0,0	100,0		
63,500	0,0	0,0	100,0		
50,800	0,0	0,0	100,0		
38,100	0,0	0,0	100,0		
31,700	0,0	0,0	100,0		
25,400	0,0	0,0	100,0		
19,100	0,0	0,0	100,0		
16,900	0,0	0,0	100,0		
12,700	0,0	0,0	100,0		
9,520	0,0	0,0	100,0		
7,930	0,0	0,0	100,0		
6,350	0,0	0,0	100,0		
4,760	0,0	0,0	100,0		
4,000	0,0	0,0	100,0		
3,360	0,0	0,0	100,0		
2,380	0,0	0,0	100,0		
2,000	0,0	0,0	100,0		
1,680	0,0	0,0	100,0		
1,190	0,0	0,0	100,0		
1,000	0,0	0,0	100,0		
0,840	0,0	0,0	100,0		
0,590	4,0	1,3	98,7		
0,500	12,0	4,0	94,7		
0,420	13,0	4,3	90,3		
0,297	67,0	22,3	68,0		
0,250	37,0	12,3	55,7		
0,210	43,0	14,3	41,3		
0,149	43,0	14,3	27,0		
0,125	22,0	7,3	19,7		
0,105	18,0	6,0	13,7		
0,074	10,0	3,3	10,3		
Fonds	0,0	0,0			
Total	269,0				
Poids de l'échantillon (g)	300,0	Refus cum_0.080 (g)	Fines (g)	Fines (%)	
		219,0	81,0	27%	

Commentaires :



UNIVERSITE DE KINSHASA	ANALYSE GRANULOMETRIQUE (Norme: NF P94-056)		LABORATOIRE DE GENIE CIVIL	
CLIENT :	Genius Masta Group		Echantillon :	4
PROJET :	0		Date/Prélèvement :	-
SITE :	Eraft, UNIKIN		Date/Essai :	08-avr.-24
POINT DE PRELEVEMENT :	T1		Profondeur (m) :	4,00
Tamis (mm)	Refus (g)	Refus (%)	Tamisat (%)	
76,200	0,0	0,0	100,0	
63,500	0,0	0,0	100,0	
50,800	0,0	0,0	100,0	
38,100	0,0	0,0	100,0	
31,700	0,0	0,0	100,0	
25,400	0,0	0,0	100,0	
19,100	0,0	0,0	100,0	
16,900	0,0	0,0	100,0	
12,700	0,0	0,0	100,0	
9,520	0,0	0,0	100,0	
7,930	0,0	0,0	100,0	
6,350	0,0	0,0	100,0	
4,760	0,0	0,0	100,0	
4,000	0,0	0,0	100,0	
3,360	0,0	0,0	100,0	
2,380	0,0	0,0	100,0	
2,000	0,0	0,0	100,0	
1,680	0,0	0,0	100,0	
1,190	0,0	0,0	100,0	
1,000	0,0	0,0	100,0	
0,840	0,0	0,0	100,0	
0,590	3,0	1,0	99,0	
0,500	9,0	3,0	96,0	
0,420	13,0	4,3	91,7	
0,297	64,0	21,3	70,3	
0,250	32,0	10,7	59,7	
0,210	45,0	15,0	44,7	
0,149	46,0	15,3	29,3	
0,125	15,0	5,0	24,3	
0,105	14,0	4,7	19,7	
0,074	14,0	4,7	15,0	
Fonds	0,0	0,0		
Total	255,0			
Poids de l'échantillon (g)	300,0	Refus cum_0.080 (g)	Fines (g)	Fines (%)
		212,0	88,0	29%

Commentaires :




UNIVERSITE DE KINSHASA		ANALYSE GRANULOMETRIQUE (Norme: NF P94-056)		LABORATOIRE DE GENIE CIVIL	
CLIENT :	Genius Masta Group		Echantillon :	5	
PROJET :	0		Date/Prélèvement :	-	
SITE :	Eraift, UNIKIN		Date/Essai :	08-avr.-24	
POINT DE PRELEVEMENT :	T1		Profondeur (m) :	5,00	
Tamis (mm)	Refus (g)	Refus (%)	Tamisat (%)		
76,200	0,0	0,0	100,0		
63,500	0,0	0,0	100,0		
50,800	0,0	0,0	100,0		
38,100	0,0	0,0	100,0		
31,700	0,0	0,0	100,0		
25,400	0,0	0,0	100,0		
19,100	0,0	0,0	100,0		
16,900	0,0	0,0	100,0		
12,700	0,0	0,0	100,0		
9,520	0,0	0,0	100,0		
7,930	0,0	0,0	100,0		
6,350	0,0	0,0	100,0		
4,760	0,0	0,0	100,0		
4,000	0,0	0,0	100,0		
3,360	0,0	0,0	100,0		
2,380	0,0	0,0	100,0		
2,000	0,0	0,0	100,0		
1,680	0,0	0,0	100,0		
1,190	0,0	0,0	100,0		
1,000	0,0	0,0	100,0		
0,840	0,0	0,0	100,0		
0,590	2,0	0,7	99,3		
0,500	9,0	3,0	96,3		
0,420	12,0	4,0	92,3		
0,297	63,0	21,0	71,3		
0,250	28,0	9,3	62,0		
0,210	42,0	14,0	48,0		
0,149	44,0	14,7	33,3		
0,125	25,0	8,3	25,0		
0,105	18,0	6,0	19,0		
0,074	14,0	4,7	14,3		
Fonds	0,0	0,0			
Total	257,0				
Poids de l'échantillon (g)	300,0	Refus cum 0.080 (g)	Fines (g)	Fines (%)	
		200,0	100,0	33%	

Commentaires :



Annexe 2. – Graphiques des Limites ATTERBERG


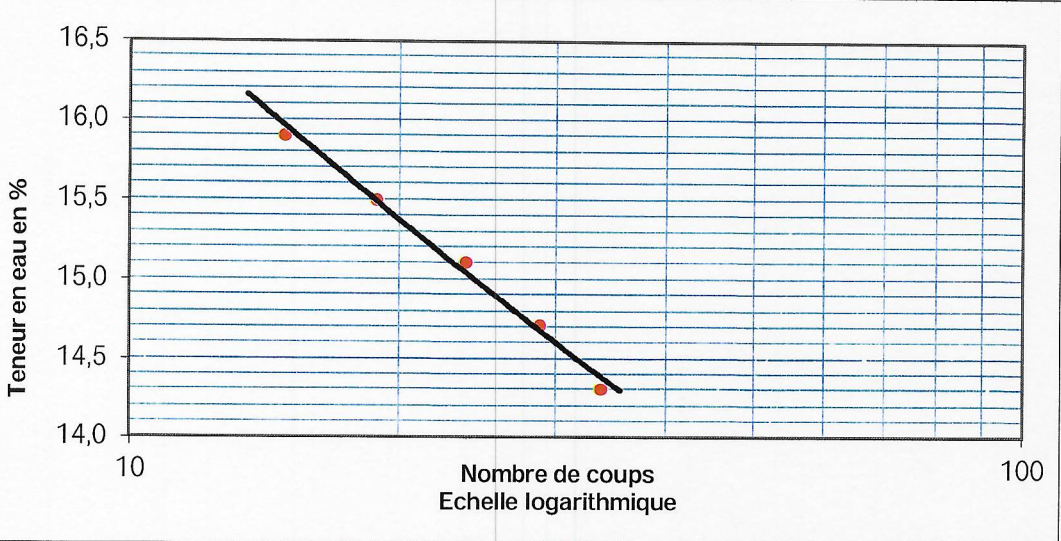
 UNIVERSITE DE KINSHASA	LIMITES D'ATTERBERG (Norme: NF P 94-051)					LABORATOIRE DE GENIE CIVIL	
Client	Genius Masta Group			Echantillon :	1		
Site	0			Date/Prélèvement :	-		
Adresse	Eraift, UNIKIN			Date/Essai :	8-avr.-24		
Point de Prélèvement	T1			Profondeur :	1,00 m		
	LIMITE DE LIQUIDITE					LIMITE DE PLASTICITE	
Nombre de coups	35	30	25	20	15		
Poids total humide (g)	26,01	22,53	25,93	26,53	24,75	0	0
Poids total sec (g)	24,75	21,26	24,65	25,24	23,44	0	0
Poids de la tare (g)	16,12	12,79	16,34	17,08	15,35	0	0
Poids d'eau (g)	1,26	1,27	1,28	1,29	1,31	0,00	0,00
Poids net sec (g)	8,63	8,47	8,31	8,16	8,09	0,00	0,00
Teneur en eau (%)	14,6	15,0	15,4	15,8	16,2	#DIV/0!	#DIV/0!

Teneur en eau en %


Nombre de coups
Echelle logarithmique

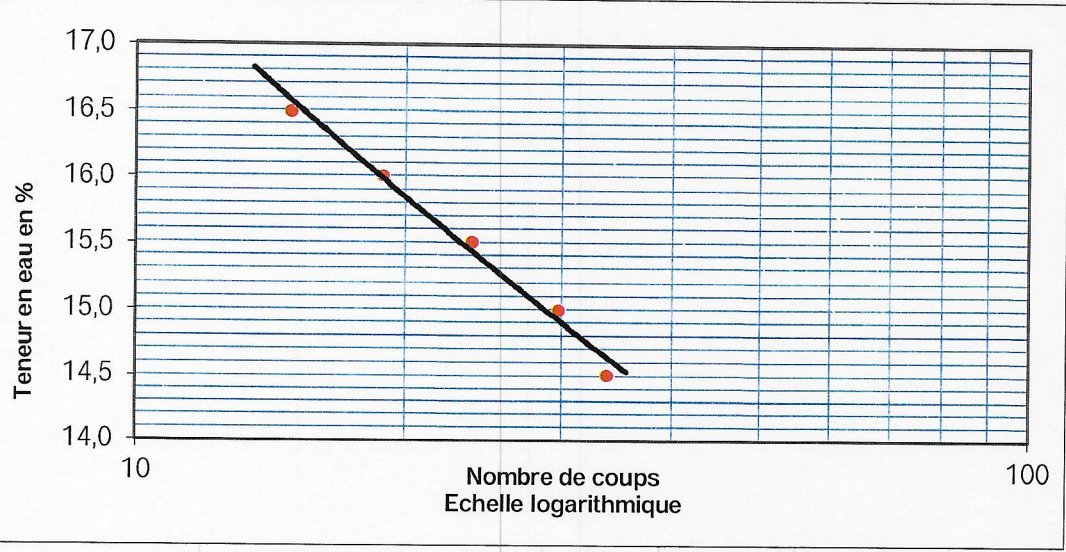
LIMITE DE LIQUIDITE :	15,40%
LIMITE DE PLASTICITE :	N.M
INDICE DE PLASTICITE :	N.M



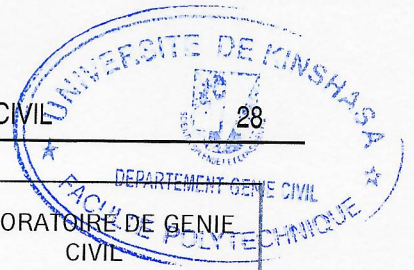
UNIVERSITE DE KINSHASA 		LIMITES D'ATTERBERG (Norme: NF P 94-051)					DEPARTEMENT GEME CIVIL LABORATOIRE DE GENIE CIVIL POLYTECHNIQUE	
Client	Genius Masta Group			Echantillon :	2			
Site	0			Date/Prélèvement :	-			
Adresse	Eraift, UNIKIN			Date/Essai :	8-avr.-24			
Point de Prélèvement	T1			Profondeur :	2,00 m			
	LIMITE DE LIQUIDITE					LIMITE DE PLASTICITE		
Nombre de coups	34	29	24	19	15			
Poids total humide (g)	22,9	22,7	23,52	23,11	25,13	0	0	
Poids total sec (g)	21,64	21,45	22,25	21,88	23,89	0	0	
Poids de la tare (g)	12,83	12,95	13,84	13,94	16,09	0	0	
Poids d'eau (g)	1,26	1,25	1,27	1,23	1,24	0,00	0,00	
Poids net sec (g)	8,81	8,50	8,41	7,94	7,80	0,00	0,00	
Teneur en eau (%)	14,3	14,7	15,1	15,5	15,9	#DIV/0!	#DIV/0!	
								
	LIMITE DE LIQUIDITE :			15,10%				
	LIMITE DE PLASTICITE :			N.M				
	INDICE DE PLASTICITE :			N.M				




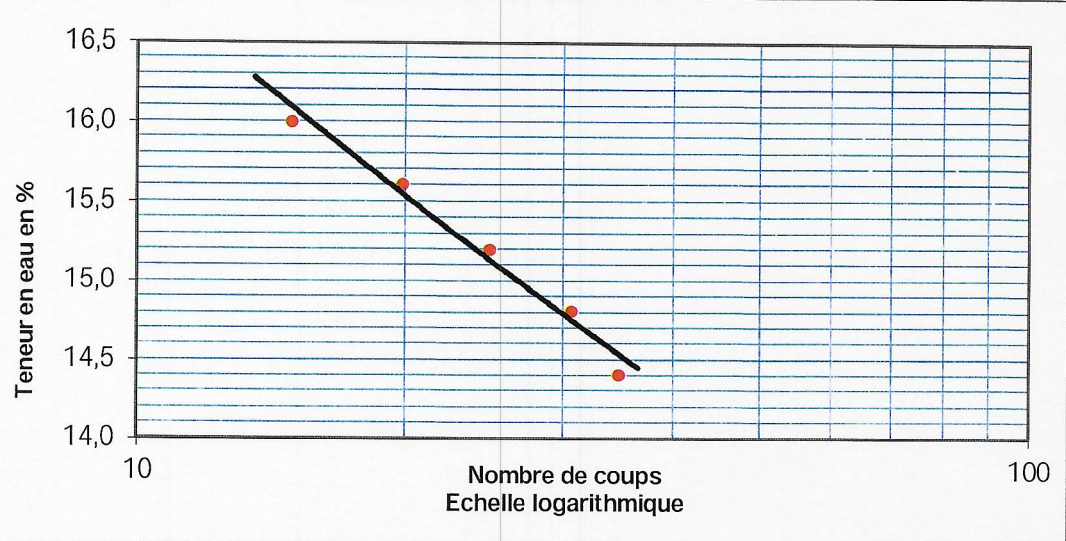
 UNIVERSITE DE KINSHASA		LIMITES D'ATTERBERG (Norme: NF P 94-051)				LABORATOIRE DE GENIE CIVIL	
Client	Genius Masta Group			Echantillon :	3		
Site	0			Date/Prélèvement :	-		
Adresse	Eraift, UNIKIN			Date/Essai :	8-avr.-24		
Point de Prélèvement	T1			Profondeur :	3,00 m		
	LIMITE DE LIQUIDITE					LIMITE DE PLASTICITE	
Nombre de coups	34	30	24	19	15		
Poids total humide (g)	24,07	22,13	24,27	21,94	24,86	0	
Poids total sec (g)	22,82	20,92	23,05	20,7	23,6	0	
Poids de la tare (g)	14,2	12,85	15,18	12,95	15,96	0	
Poids d'eau (g)	1,25	1,21	1,22	1,24	1,26	0,00	
Poids net sec (g)	8,62	8,07	7,87	7,75	7,64	0,00	
Teneur en eau (%)	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	#DIV/0!	



LIMITE DE LIQUIDITE :	15,50%
LIMITE DE PLASTICITE :	N.M
INDICE DE PLASTICITE :	N.M


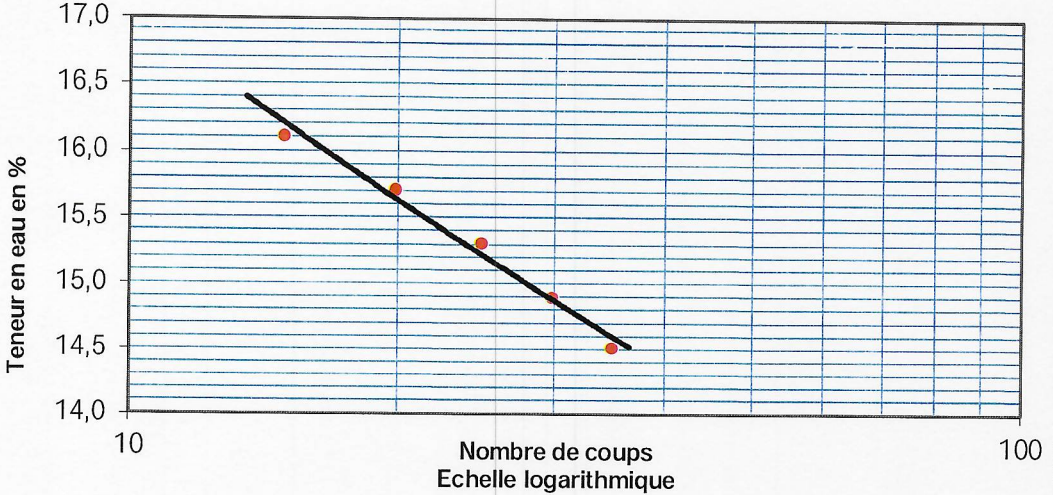


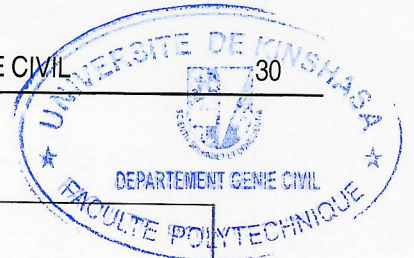
 UNIVERSITE DE KINSHASA	LIMITES D'ATTERBERG (Norme: NF P 94-051)					LABORATOIRE DE GENIE CIVIL	
Client	Genius Masta Group				Echantillon :	4	
Site	0				Date/Prélèvement :	-	
Adresse	Eraift, UNIKIN				Date/Essai :	8-avr.-24	
Point de Prélèvement	T1				Profondeur :	4,00 m	
	LIMITE DE LIQUIDITE					LIMITE DE PLASTICITE	
Nombre de coups	35	31	25	20	15		
Poids total humide (g)	23,54	26,85	24,98	23,1	23,08	0	0
Poids total sec (g)	22,31	25,59	23,71	21,85	21,82	0	0
Poids de la tare (g)	13,77	17,08	15,35	13,84	13,94	0	0
Poids d'eau (g)	1,23	1,26	1,27	1,25	1,26	0,00	0,00
Poids net sec (g)	8,54	8,51	8,36	8,01	7,88	0,00	0,00
Teneur en eau (%)	14,4	14,8	15,2	15,6	16,0	#DIV/0!	#DIV/0!



LIMITE DE LIQUIDITE :	15,20%
LIMITE DE PLASTICITE :	N.M
INDICE DE PLASTICITE :	N.M



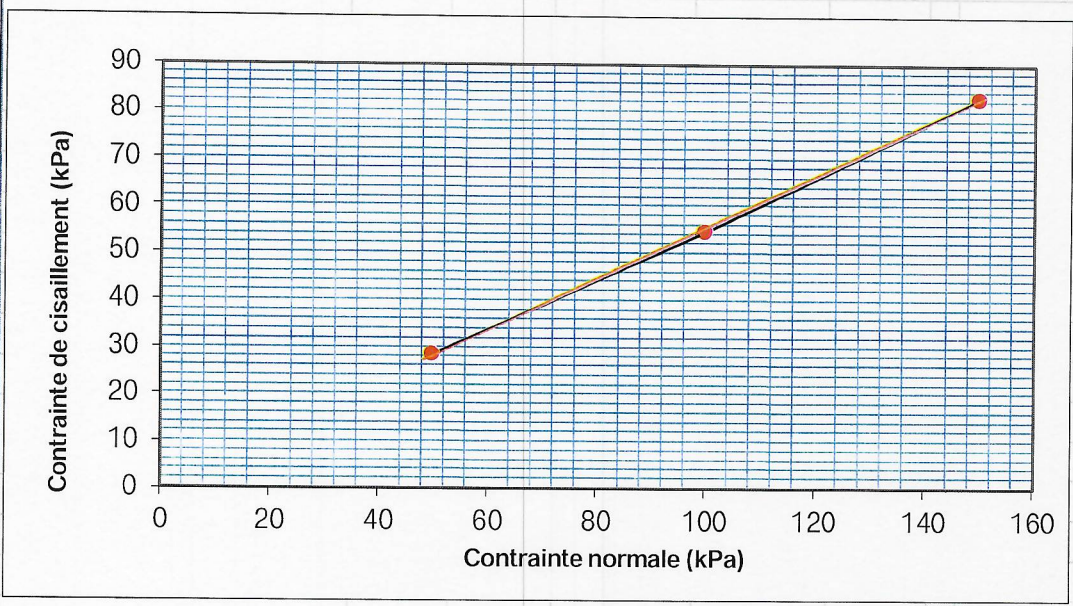
 UNIVERSITE DE KINSHASA		LIMITES D'ATTERBERG (Norme: NF P 94-051)				DEPARTEMENT GENIE CIVIL LABORATOIRE DE GENIE CIVIL POLYTECHNIQUE	
Client	Genius Masta Group			Echantillon :	5		
Site	0			Date/Prélèvement :	-		
Adresse	Eraift, UNIKIN			Date/Essai :	8-avr.-24		
Point de Prélèvement	T1			Profondeur :	5,00 m		
			LIMITE DE LIQUIDITE			LIMITE DE PLASTICITE	
Nombre de coups	35	30	25	20	15		
Poids total humide (g)	25,88	23,36	24,2	23,09	22,96	0	0
Poids total sec (g)	24,64	22,1	22,93	21,81	21,67	0	0
Poids de la tare (g)	16,09	13,64	14,63	13,66	13,66	0	0
Poids d'eau (g)	1,24	1,26	1,27	1,28	1,29	0,00	0,00
Poids net sec (g)	8,55	8,46	8,30	8,15	8,01	0,00	0,00
Teneur en eau (%)	14,5	14,9	15,3	15,7	16,1	#DIV/0!	#DIV/0!
							
LIMITE DE LIQUIDITE :				15,30%			
LIMITE DE PLASTICITE :				N.M			
INDICE DE PLASTICITE :				N.M			



Annexe 3. – Courbes de Cisaillement

CISAILLEMENT DIRECT

Projet :			
Provenance de l'échantillon :	ERAIFT	Ech02	
Client :			
Description de l'échantillon :	Sable fin gris sombre peu limoneux	Sondage/Profondeur :	SPT / 1,00 m
Prélèvement :	04/042024	Reçu au Labo :



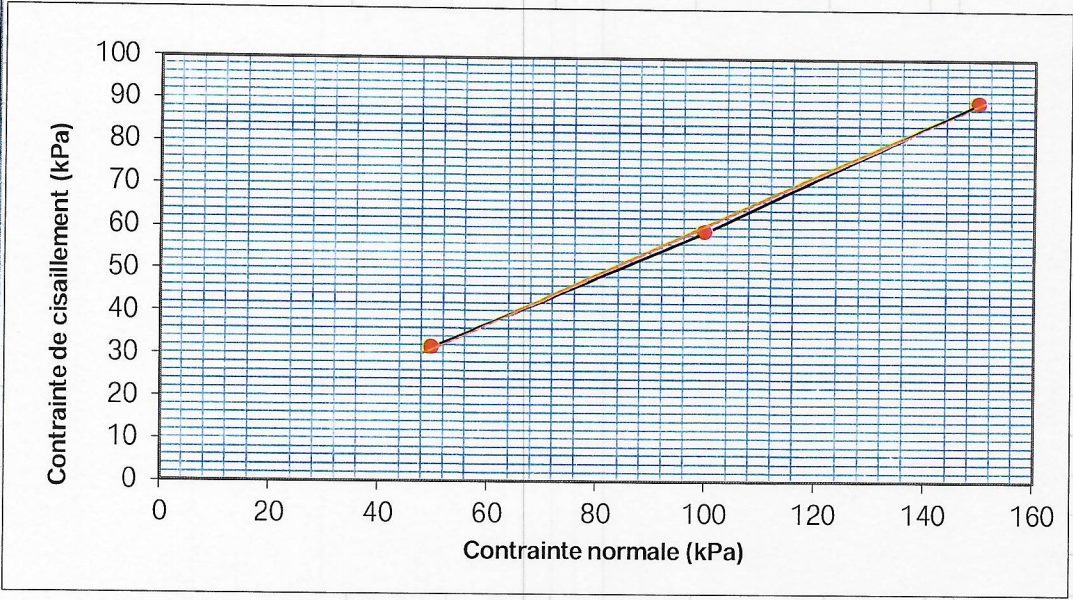
Cohésion (kPa) : **1**
 Angle de frottement interne (°) : **28,46**

Date:	Essai exécuté par :	Contrôle par :
12/04/2024	Francis Munyinga	Christophe Tumwaka



CISAILLEMENT DIRECT

Projet :			
Provenance de l'échantillon :		ERAIFT	Ech03
Client :			
Description de l'échantillon :	Sable fin ocre peu limoneux et très peu argileux	Sondage/Profondeur :	SPT / 2,00 m
Prélèvement :	04/042024	Reçu au Labo :



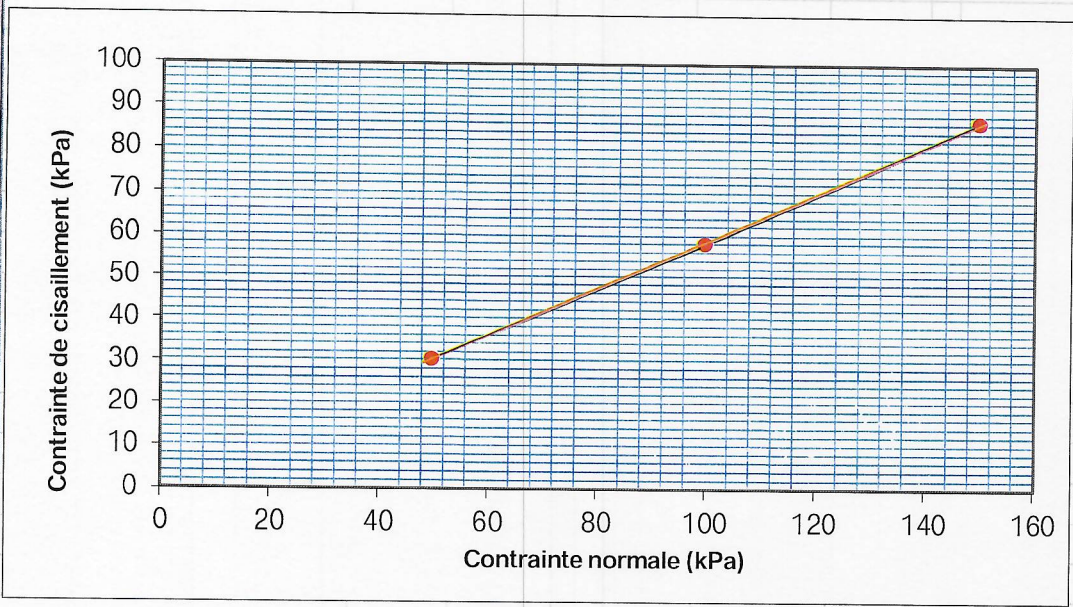
Cohésion (kPa) : **1,9**
 Angle de frottement interne (°) : **30,1**

Date: 12/04/2024	Essai exécuté par : Francis Munyinga	Contrôle par : Christophe Tumwaka
---------------------	---	--------------------------------------



CISAILLEMENT DIRECT

Projet :			
Provenance de l'échantillon :	ERAIFT	Ech01	
Client :			
Description de l'échantillon :	Sable fin ocre peu limoneux et très peu argileux	Sondage/Profondeur :	SPT / 3,00 m
Prélèvement :	04/042024	Reçu au Labo :








Cohésion (kPa) : **2,4667**
 Angle de frottement interne (°) : **29,16**

Date: 12/04/2024	Essai exécuté par : Francis Munyinga	Contrôle par : Christophe Tumwaka
---------------------	---	--------------------------------------

Annexe 2:
Plans de nivellement

Légende

-  Borne existante
-  Limite concession
-  Courbes de niveau
-  Enclos Antenne Télécom
-  Guérite existante

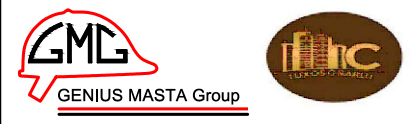
RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Plan topographique du site

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_TOPO_NIV_01

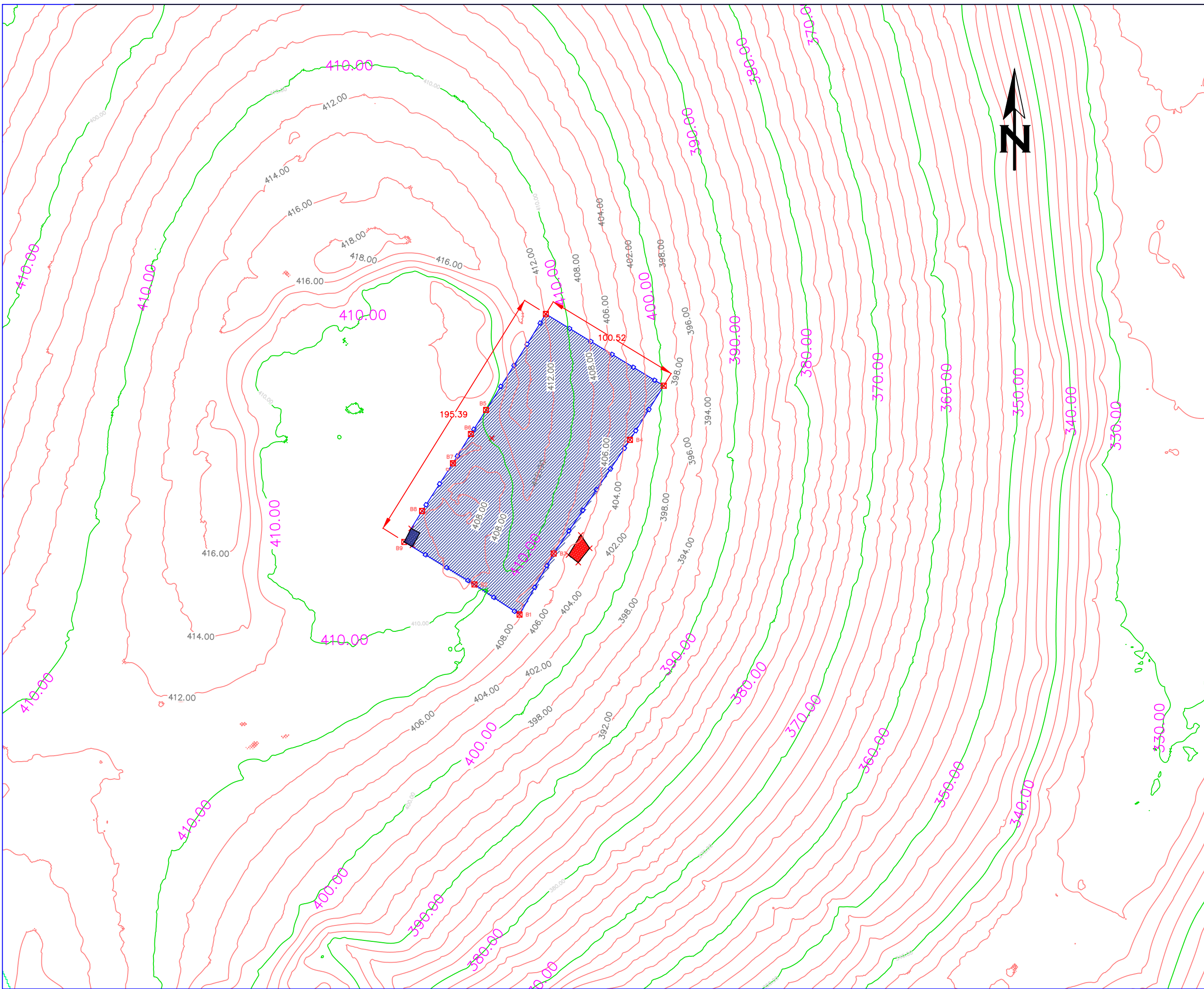
DESSIN :
Genius Masta Group

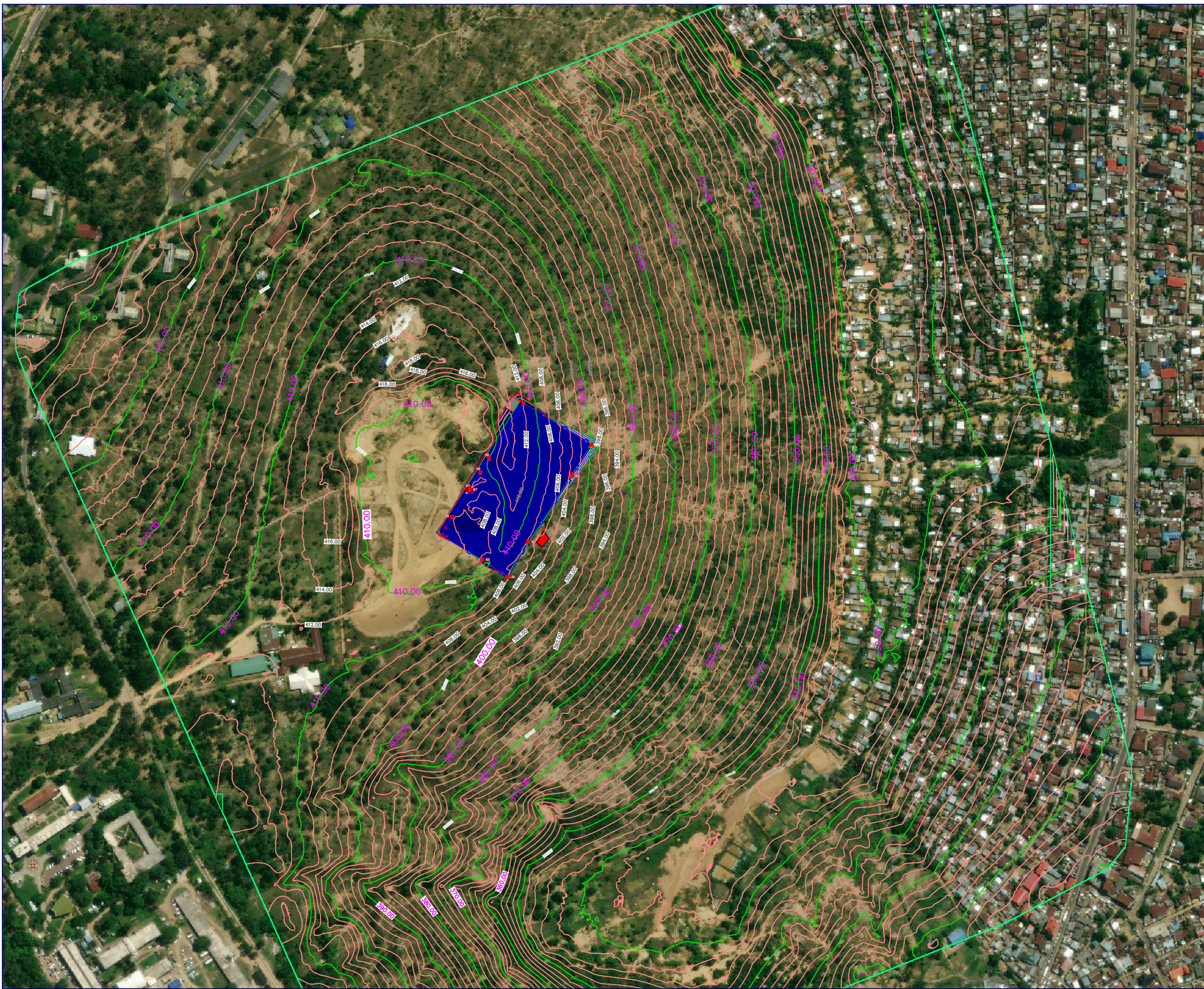
OBSERVATION

N°	






VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024

PARAFE	
--------	--





Légende

-  Borne existante
-  Limite concession
-  Courbes de niveau
-  Enclos Antenne Télécom
-  Guérite existante

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Plan topographique du site








ÉCHELLE	PLANCHE
1/2000	PL_TOPO_NIV_02

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION	
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	

Légende

-  Borne existante
-  Limite concession
-  Courbes de niveau
-  Enclos Antenne Télécom
-  Guérite existante
-  Talus en déblai
-  Guérite en déblai

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
**Plan de nivellement du site
variante 1**

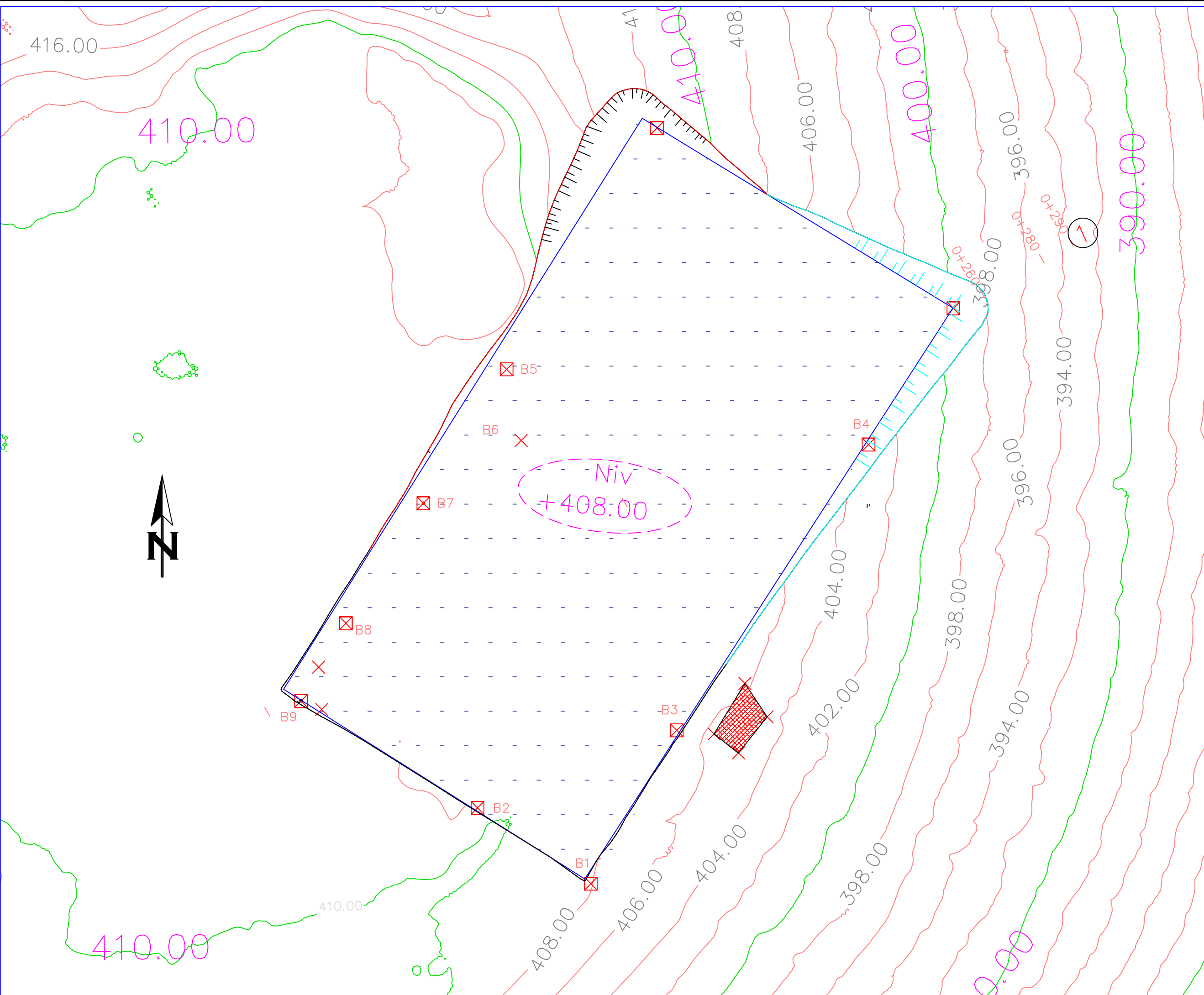
ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_IMP_NIV_01

DESSIN :
Genius Masta Group






OBSERVATION

N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	



Légende

-  Borne existante
-  Limite concession
-  Courbes de niveau
-  Enclos Antenne Télécom
-  Guérite existante

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO




CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Plan de nivellement du site
variante 1

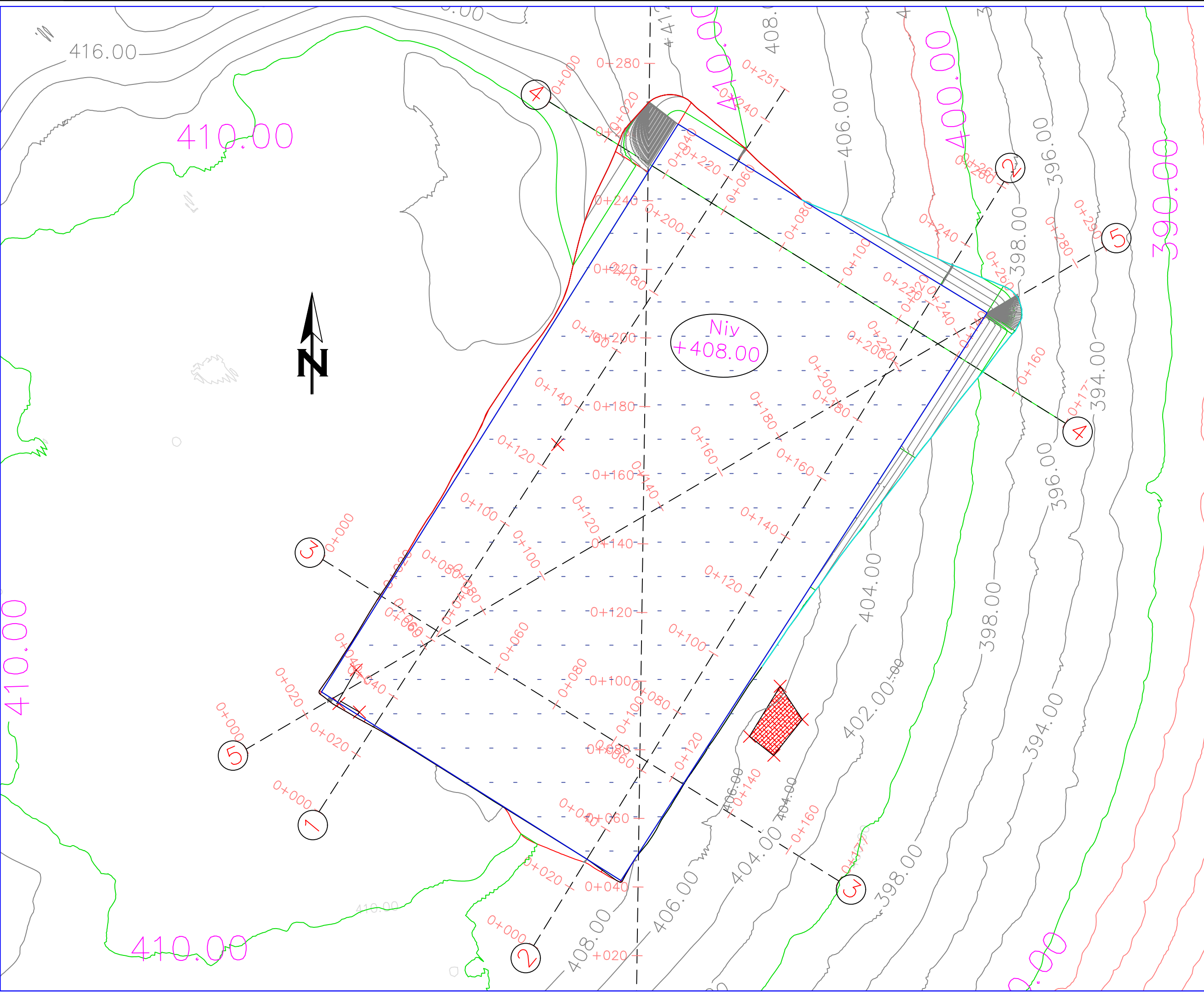
ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_IMP_NIV_02

DESSIN :
Genius Masta Group

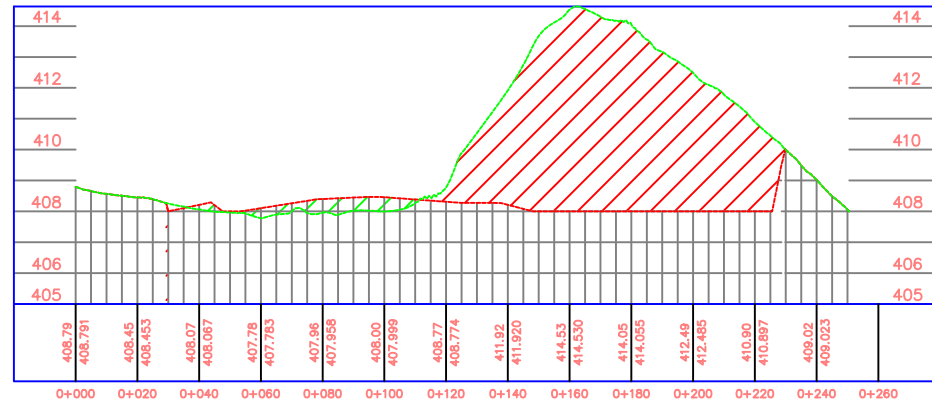
OBSERVATION

N°	

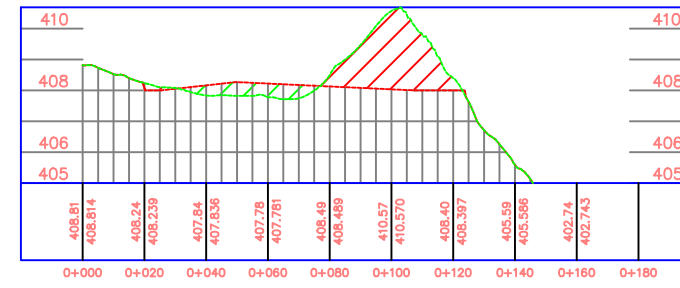
VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	



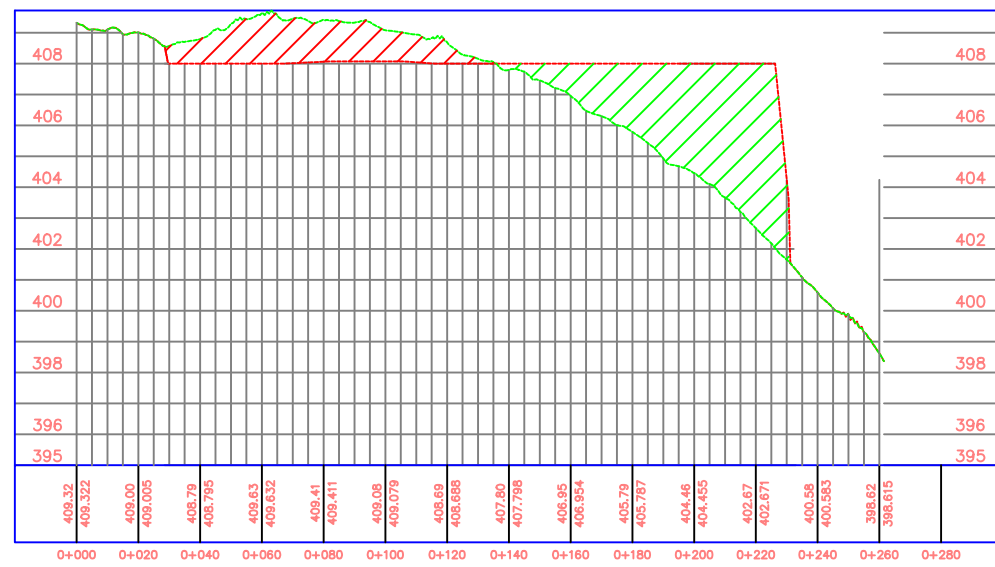
Axe 1: Profil en Long _ Plateforme



Axe 3: Profil en Travers_Plateforme



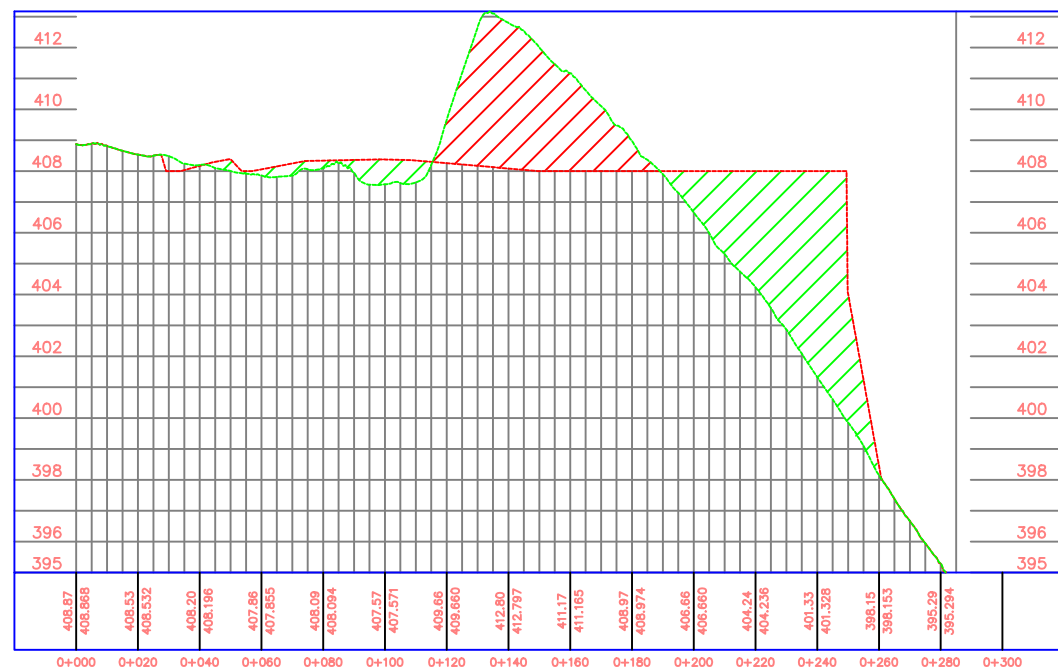
Axe 2: Profile en Long_Plateforme



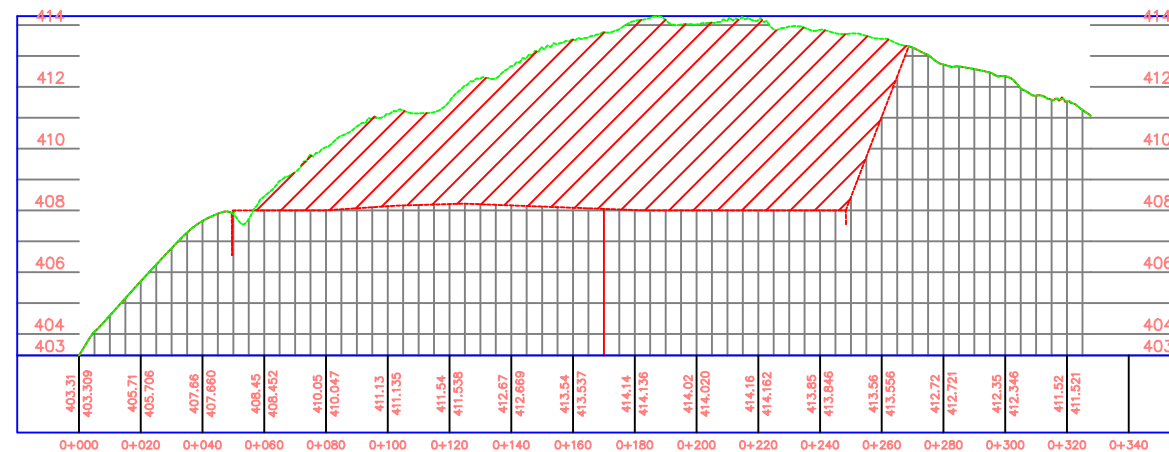
Axe 4: Profil en Travers_Plateforme



Axe 5: Profil en Long_diagonal_Plateforme



Axe 6: Profil en Long_diagonal_Plateforme



Légende

- TN
- Ligne projet (pateforme)
- Déblai
- Remblai



ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
**Plan de nivellement du site
variante 1**

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2000	PL_IMP_NIV_03







DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	

Légende

-  Borne existante
-  Limite concession
-  Courbes de niveau
-  Enclos Antenne Télécom
-  Guérite existante
-  Plateforme 1
-  Plateforme 2
-  Plateforme 3

**RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO**




CGEA / CREN-K

**ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K**

**Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL**




GENIUS MASTA Group

PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
**Plan de nivellement du site
variante 2**

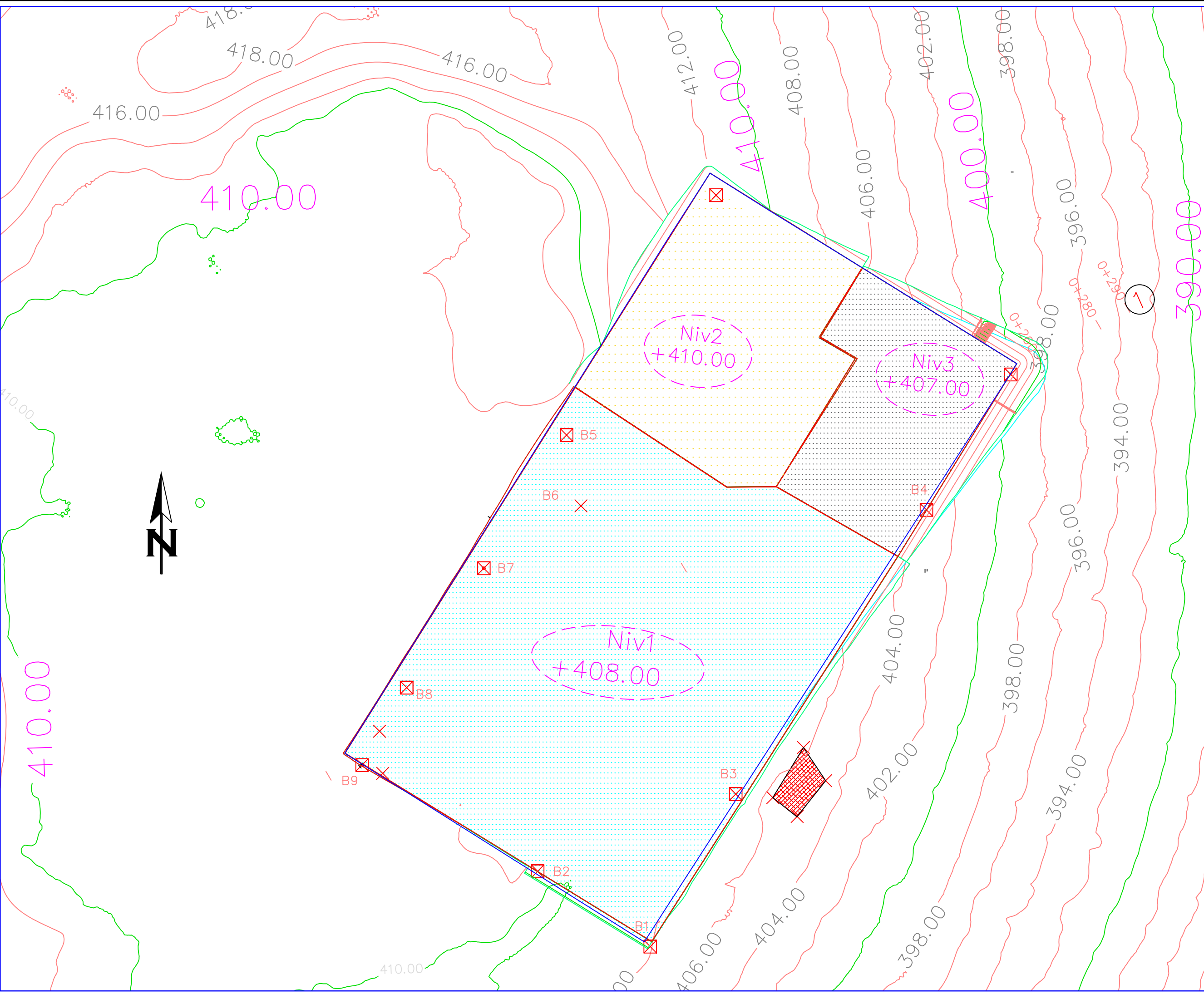
ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_IMP_NIV_04

DESSIN :
Genius Masta Group









OBSERVATION

N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	



Légende

-  Borne existante
-  Limite concession
-  Courbes de niveau
-  Enclos Antenne Télécom
-  Guérite existante
-  Plateforme 1
-  Plateforme 2
-  Plateforme 3

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
**Plan de nivellement du site
variante 2**

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_IMP_NIV_05

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

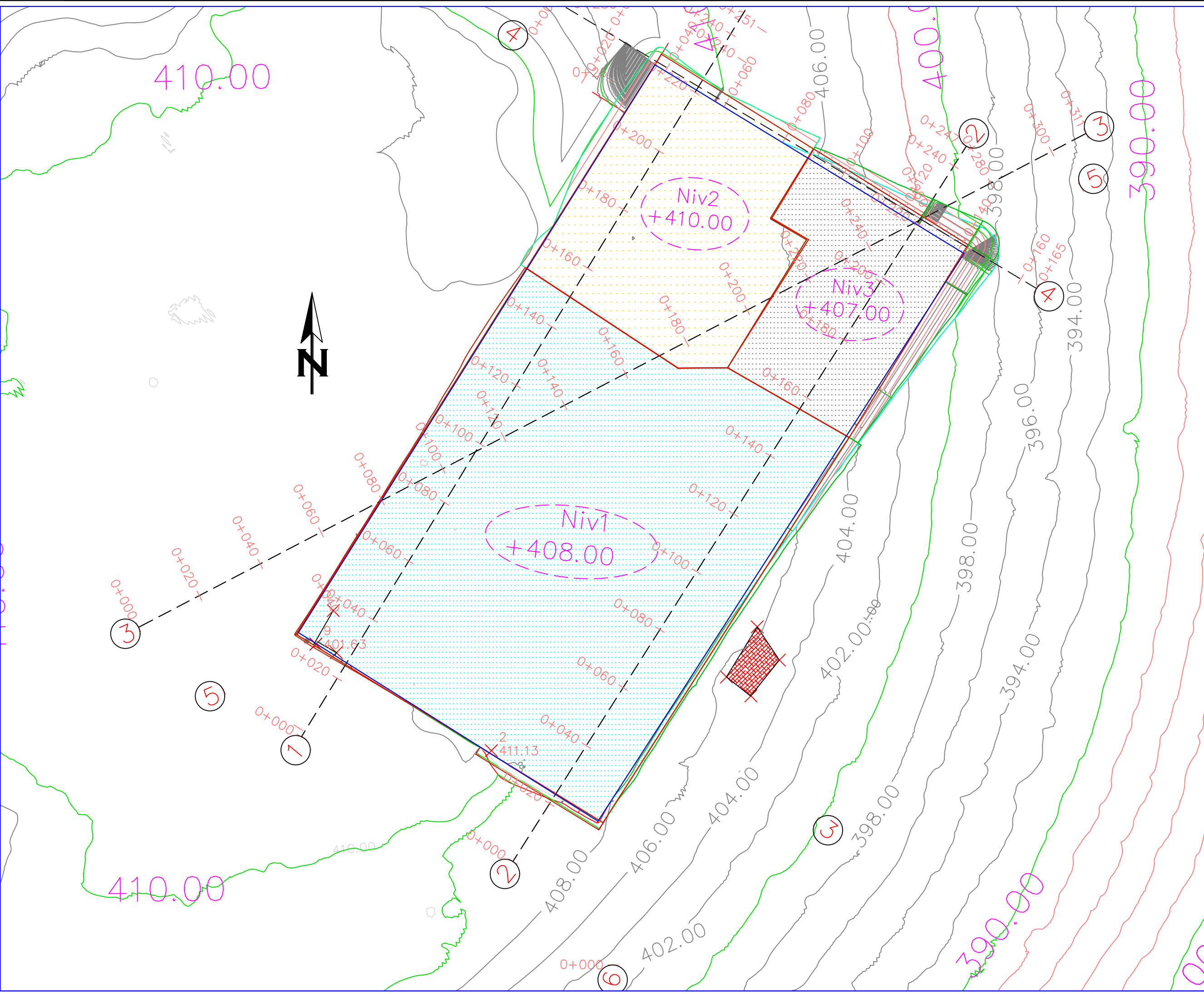
N°	

VU ET APPROUVE

DATE

Kinshasa, Avril 2024

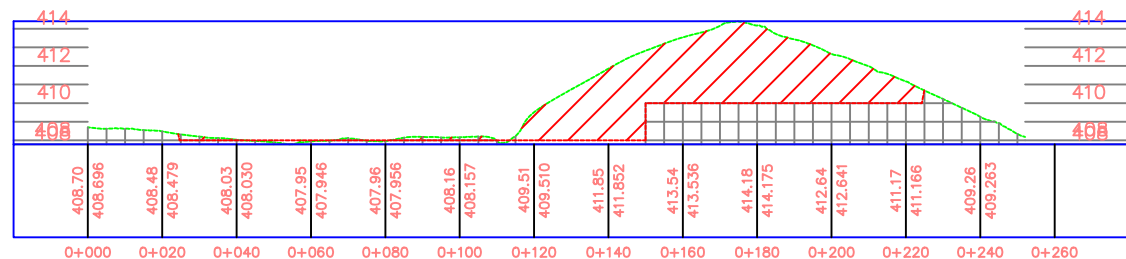
PARAFE



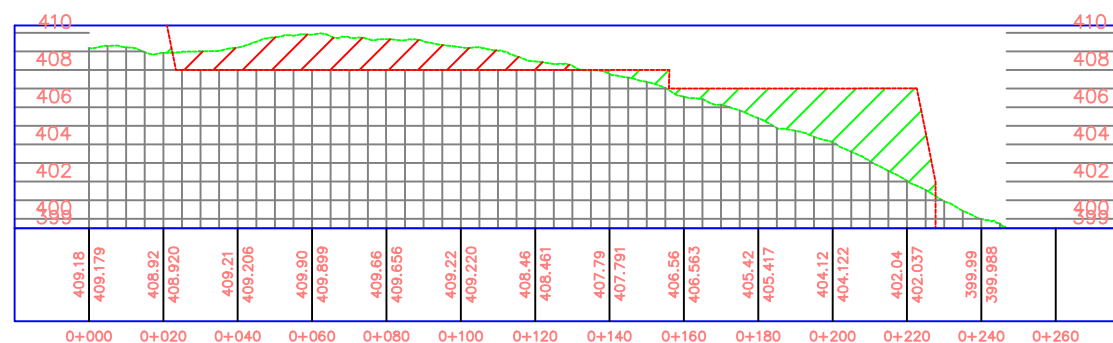
Légende

- TN
- Ligne projet (pateforme)
- Déblai
- Remblai

Axe 1: Profil en Long plateforme 1 et 2

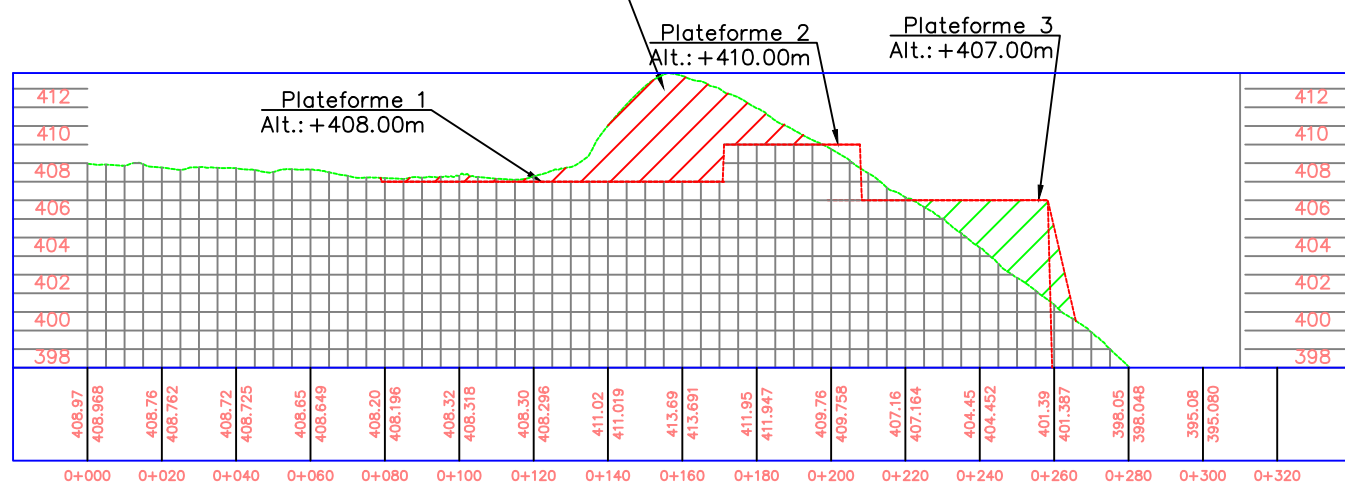


Axe 2: Profil en Long plateforme 1 et 3

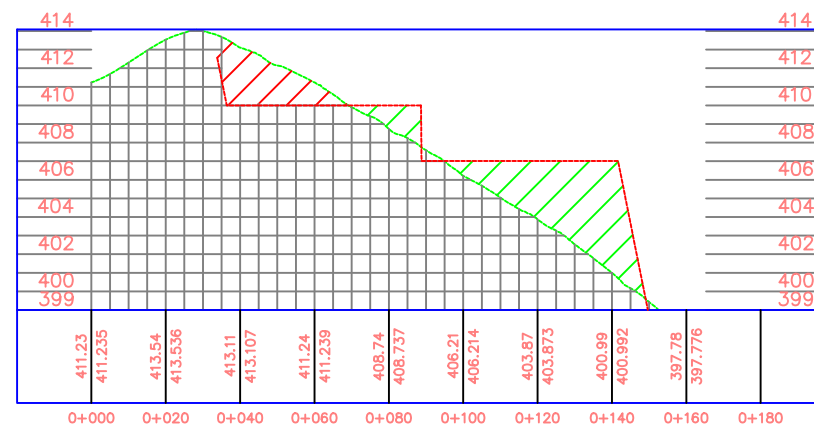


Volume Total Déblai: 27 903.97m³
 Volume Total Remblai : 10 487.01 m³

Axe 3: Profil diagonale plateforme 1, 2 et 3



Axe_PT2 PROFILE



RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Plan de nivellement du site
variante 2

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2000	PL_IMP_NIV_06

DESSIN :
Genius Masta Group

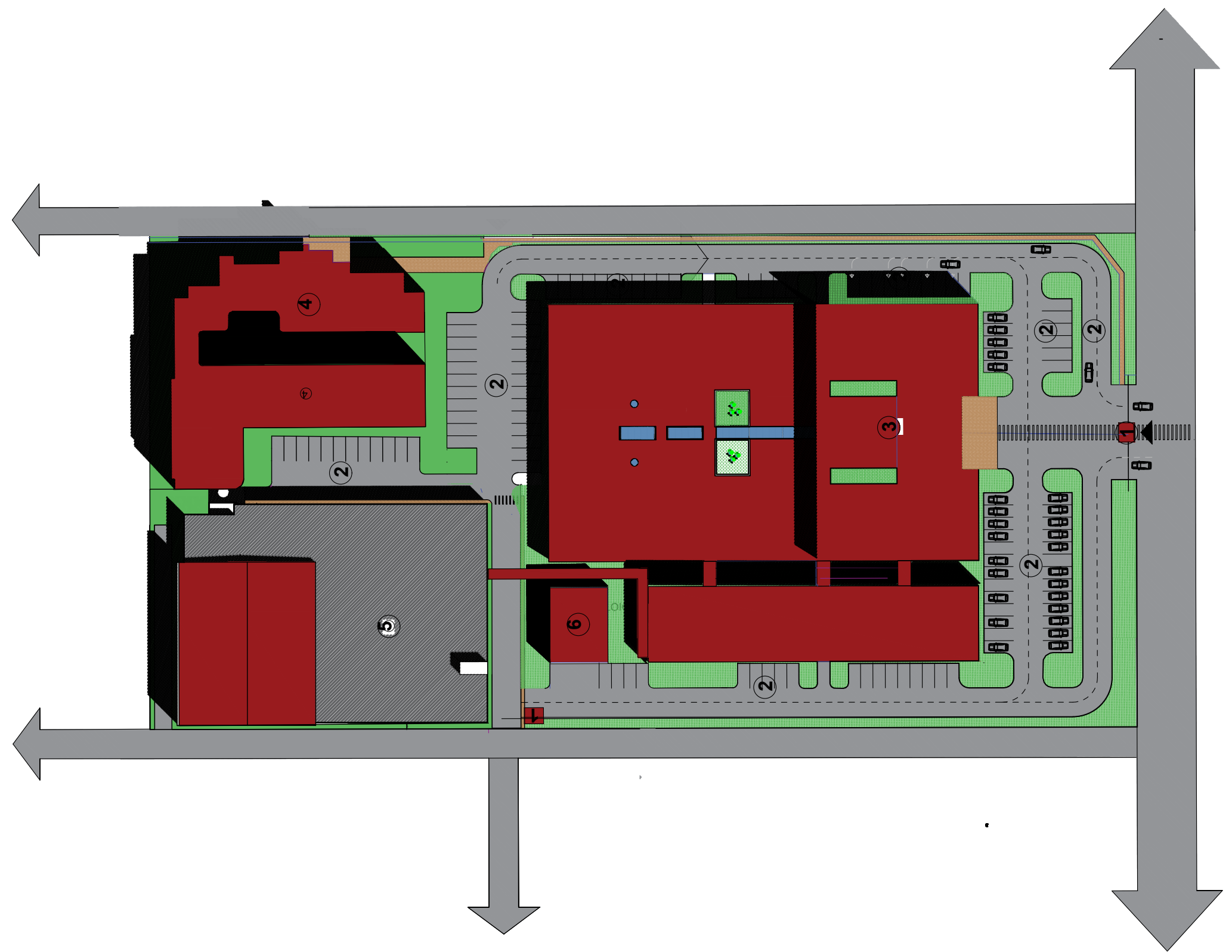
OBSERVATION

N°	

VU ET APPROUVE	DATE
----------------	------

Kinshasa, Avril 2024

PARAFE	
--------	--



Légende

1. Guérite
2. Parkings
3. Radiothérapie
4. Ecole
5. Radiopharmacie
6. Local technique
7. Allée couverte
8. Entrée secondaire

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
**Plan masse du complexe
CGEA / CREN-K**

ÉCHELLE	PLANCHE
1/100	PL_IMP_NIV_07









DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	

Légende

-  Mur de soutènement
-  Limite concession
-  Courbes de niveau
-  Enclos Antenne Télécom
-  Plateforme 1
-  Plateforme 2
-  Plateforme 3
-  Rampe d'accès

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Plan d'implantation du
complexe

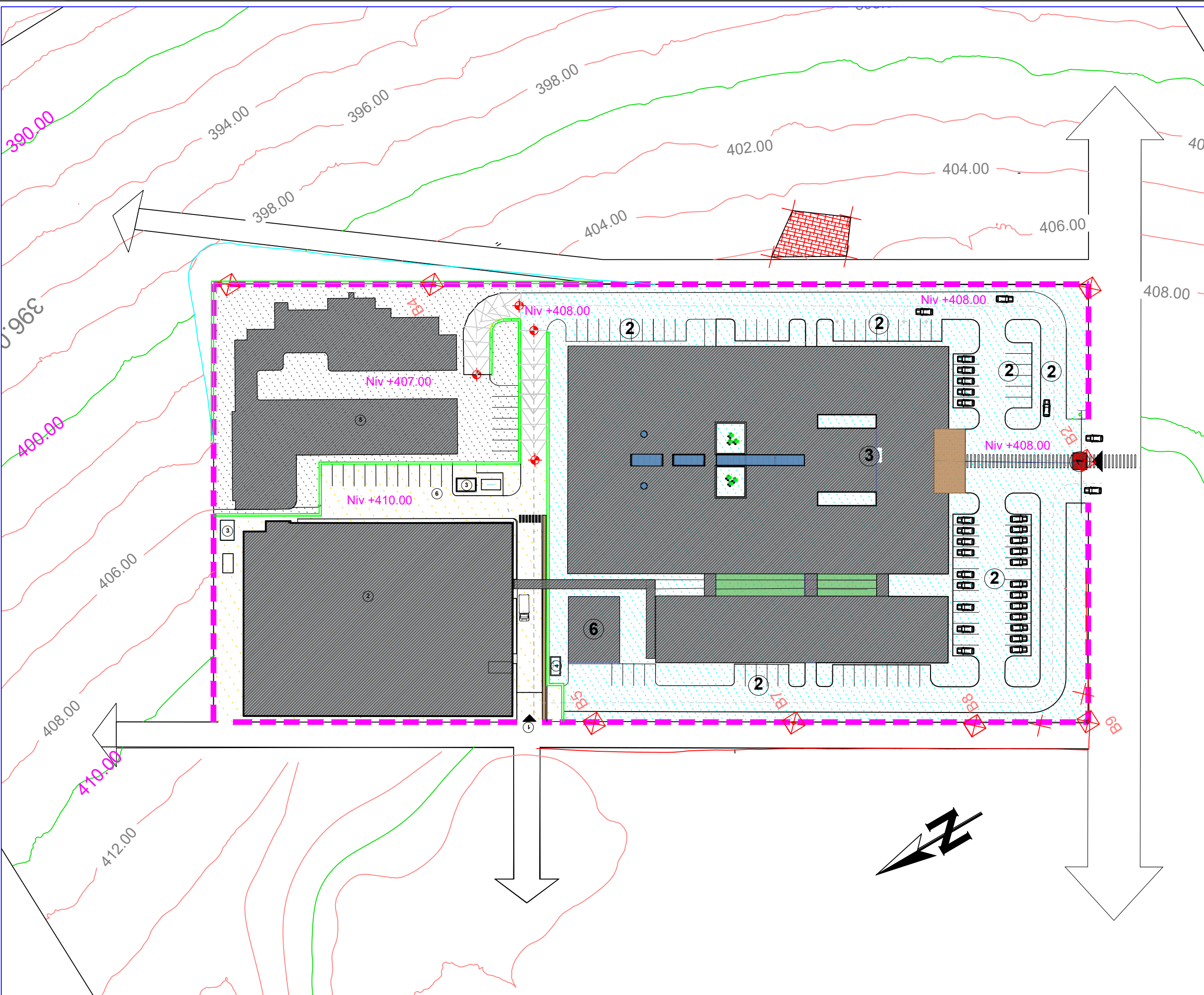
ÉCHELLE	PLANCHE
1/100	PL_IMP_NIV_08

DESSIN :
Genius Masta Group

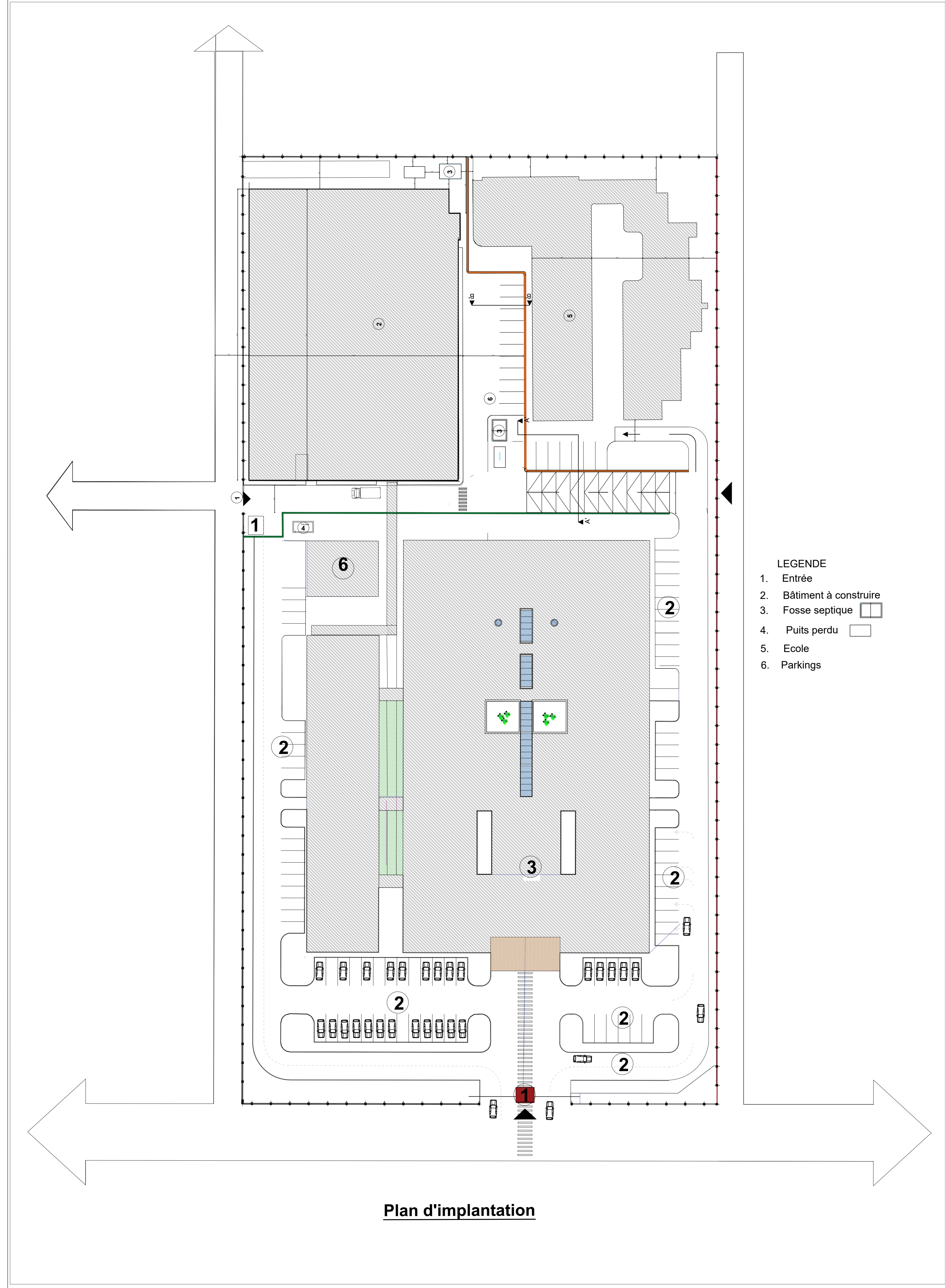
OBSERVATION

N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	



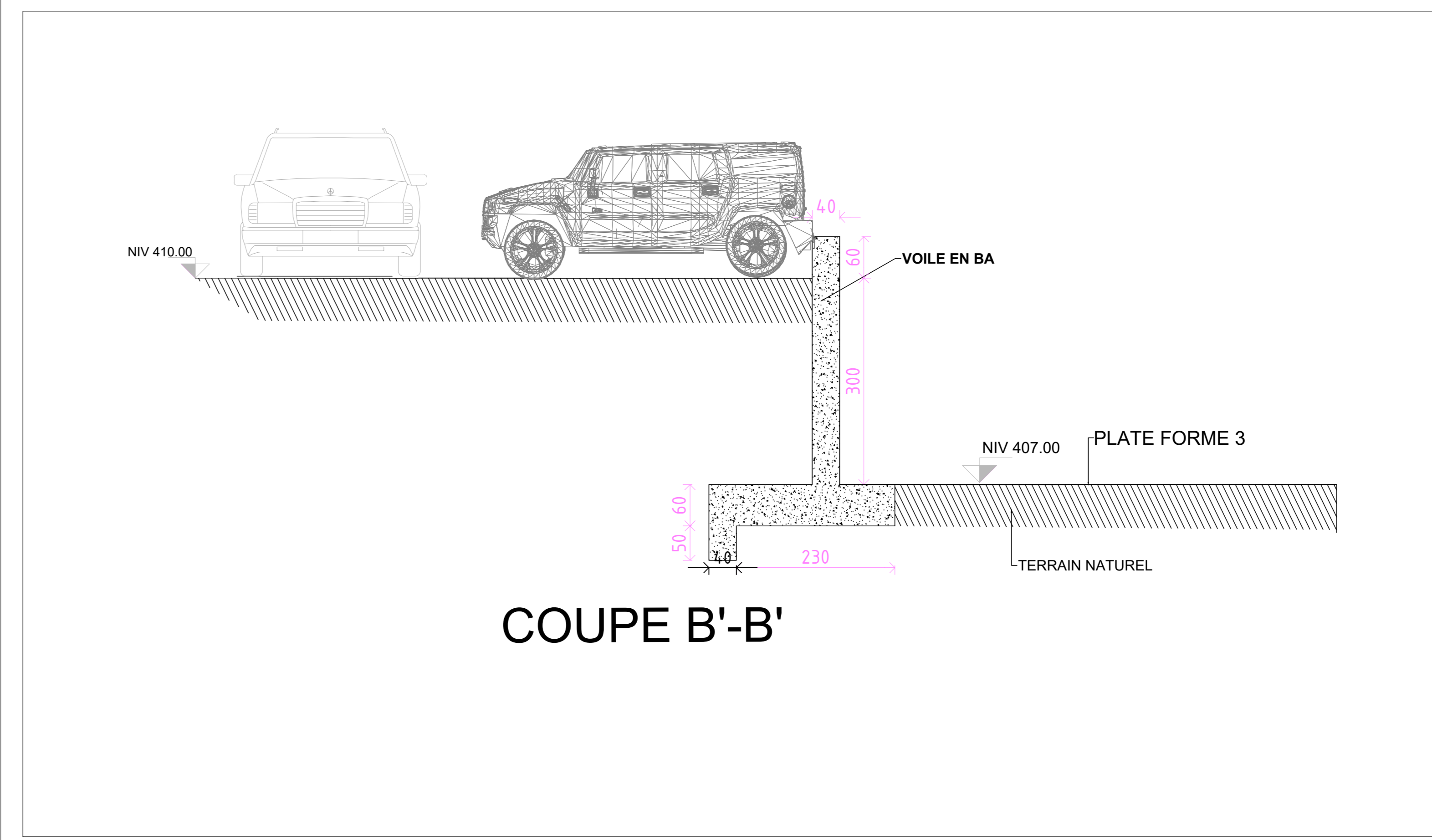
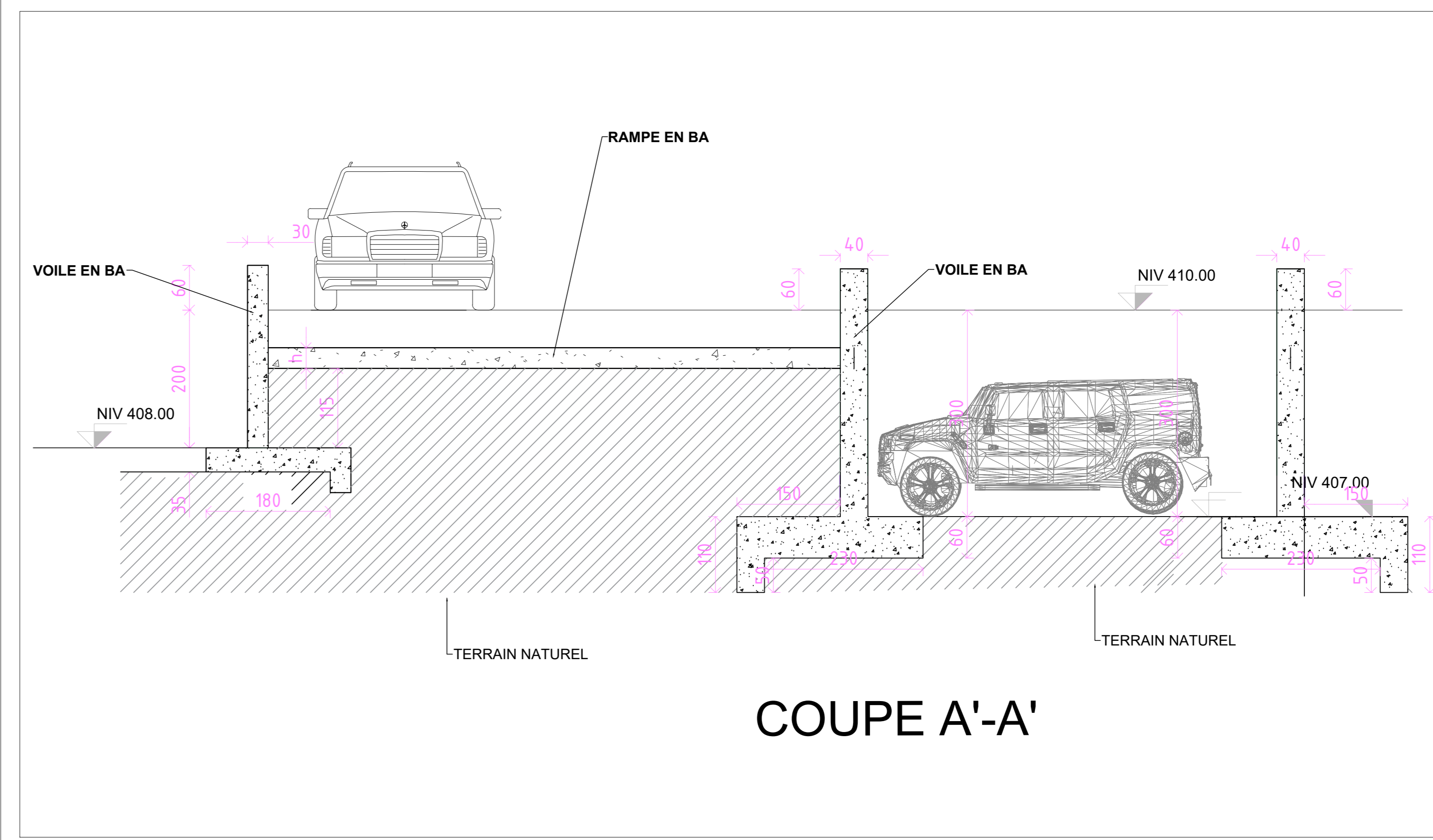
Annexe 3:
Plan des murs de soutènement



- LEGENDE
- 1. Entrée
 - 2. Bâtiment à construire
 - 3. Fosse septique
 - 4. Puits perdu
 - 5. Ecole
 - 6. Parkings

Légende

- Mur de soutènement
- Mur de soutènement
- BÉTON ARMÉ
- Limite concession
- 1. Entrée
- 2. Bâtiment à construire
- 3. Fosse septique
- 4. Puits perdu
- 5. Ecole
- 6. Parkings



**RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO**

CGEA / CREN-K

**ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K**

**Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL**

GENIUS MASTA Group

PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
PLAN D'IMPLANTATION

ÉCHELLE	PLANCHE
NTS	MUR DE CLOTURE
DESSIN Genius Masta Group	

OBSERVATION	
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
PARAFE	Kinshasa, Avril 2024

Soutènement 2.6 m

Norme: Eurocode 2 (UE)

Béton: C30/37

Acier des barres: S-400

Type de milieu ambiant: X0

Enrobage sur le parement avant: 5.0 cm

Enrobage sur le parement arrière: 5.0 cm

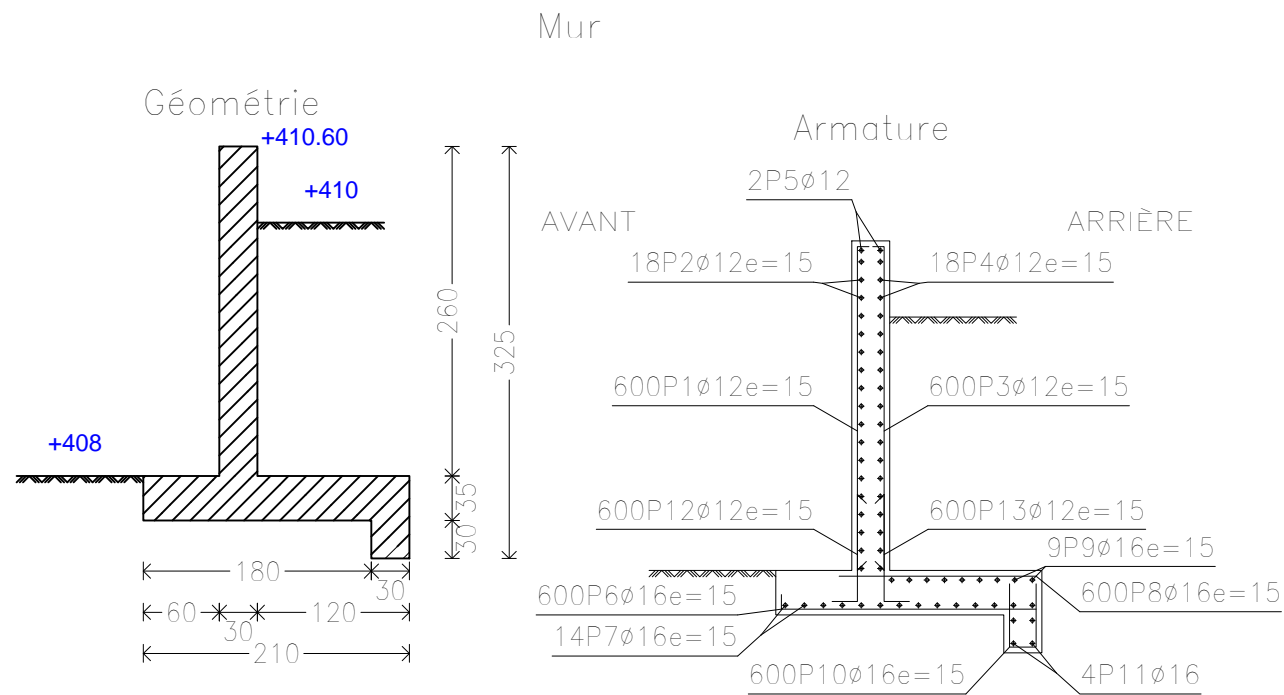
Enrobage supérieur de la fondation: 5.0 cm

Enrobage inférieur de la fondation: 5.0 cm

Enrobage latéral de la fondation: 7.5 cm

Dimension du plus gros granulats: 30 mm

Échelle: 1:100



Mur								
POSITION	Ø mm	NBRE. PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m	POIDS kg/m	POIDS kgf	
1	12	600	2.73	19 254	1640.40	0.89	1456.40	
2	12	18	89.85	8985	1617.30	0.89	1435.90	
3	12	600	2.73	19 254	1640.40	0.89	1456.40	
4	12	18	89.85	8985	1617.30	0.89	1435.90	
5	12	2	89.85	8985	179.70	0.89	159.54	
6	16	600	2.09	15 194	1255.20	1.58	1981.11	
7	16	14	89.85	8985	1257.90	1.58	1985.37	
8	16	600	1.53	153	915.00	1.58	1444.16	
9	16	9	89.85	8985	808.65	1.58	1276.31	
10	16	600	1.00	43 13 43	598.80	1.58	945.10	
11	16	4	89.85	8985	359.40	1.58	567.25	
12	12	600	1.16	30 86 30	697.20	0.89	619.00	
13	12	600	1.16	30 86 30	697.20	0.89	619.00	
					Ø12	8089.50	0.89	7182.14
					Ø16	5194.95	1.58	8199.30
S-400					Poids total			15381.44
					Poids total avec chutes (10.00%)			16919.58

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Plan d'exécution mur de
soutènement H 2.6

ÉCHELLE
1/80

PLANCHE
PL_STNM_NIV_01

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

N°	

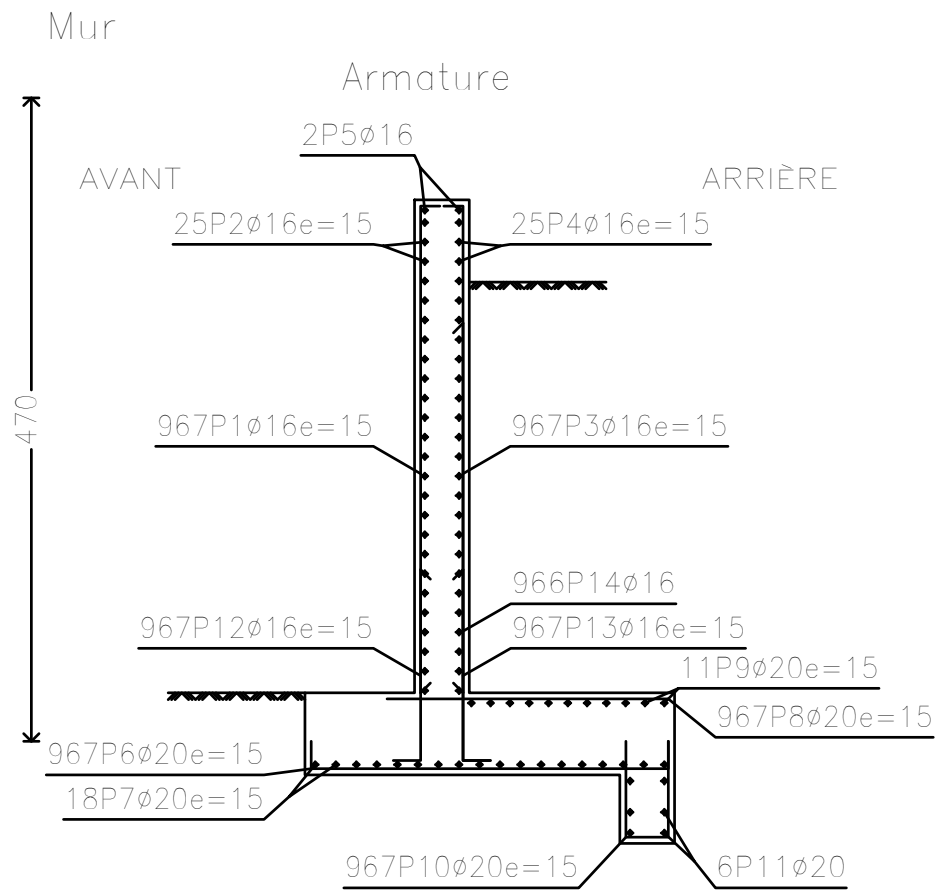
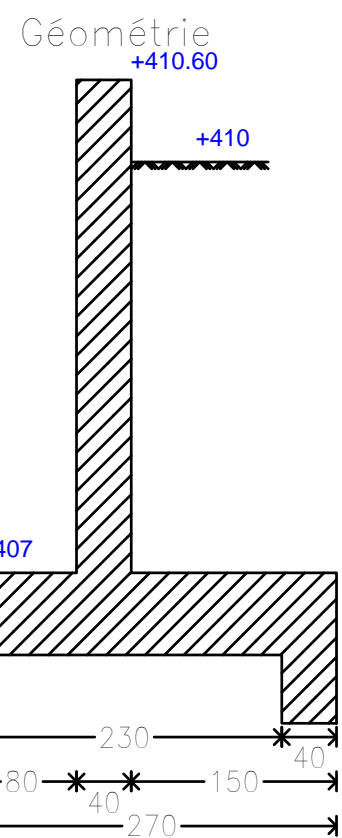
VU ET APPROUVE

DATE

Kinshasa, Avril 2024

PARAFE

Soutènement 3.6 m
 Norme: Eurocode 2 (UE)
 Béton: C30/37
 Acier des barres: S-400
 Type de milieu ambiant: X0
 Enrobage sur le parement avant: 5.0 cm
 Enrobage sur le parement arrière: 5.0 cm
 Enrobage supérieur de la fondation: 5.0 cm
 Enrobage inférieur de la fondation: 5.0 cm
 Enrobage latéral de la fondation: 7.5 cm
 Dimension du plus gros granulat: 30 mm
 Échelle: 1:100



Mur								
POSITION	ø mm	NBRE. PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m	POIDS kg/m	POIDS kgf	
1	16	967	3.84		3715.21	1.58	5863.80	
2	16	25	144.85		3621.25	1.58	5715.49	
3	16	967	3.84		3715.21	1.58	5863.80	
4	16	25	144.85		3621.25	1.58	5715.49	
5	16	2	144.85		289.70	1.58	457.24	
6	20	967	2.93		2833.31	2.47	6987.38	
7	20	18	144.85		2607.30	2.47	6430.01	
8	20	967	2.03		1958.18	2.47	4829.17	
9	20	11	144.85		1593.35	2.47	3929.45	
10	20	967	1.91		1846.97	2.47	4554.92	
11	20	6	144.85		869.10	2.47	2143.34	
12	16	967	1.70		1645.83	1.58	2597.65	
13	16	967	1.70		1645.83	1.58	2597.65	
14	16	966	3.50		3382.93	1.58	5339.35	
					ø16	21637.21	1.58	34150.47
					ø20	11708.21	2.47	28874.27
S-400					Poids total		63024.74	
					Poids total avec chutes (10.00%)		69327.21	

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
 DU CONGO

ETUDES D'IMPLANTATION DES
 OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
 D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
 C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
 SARLU & GMG SARL

PLAN D'EXECUTION

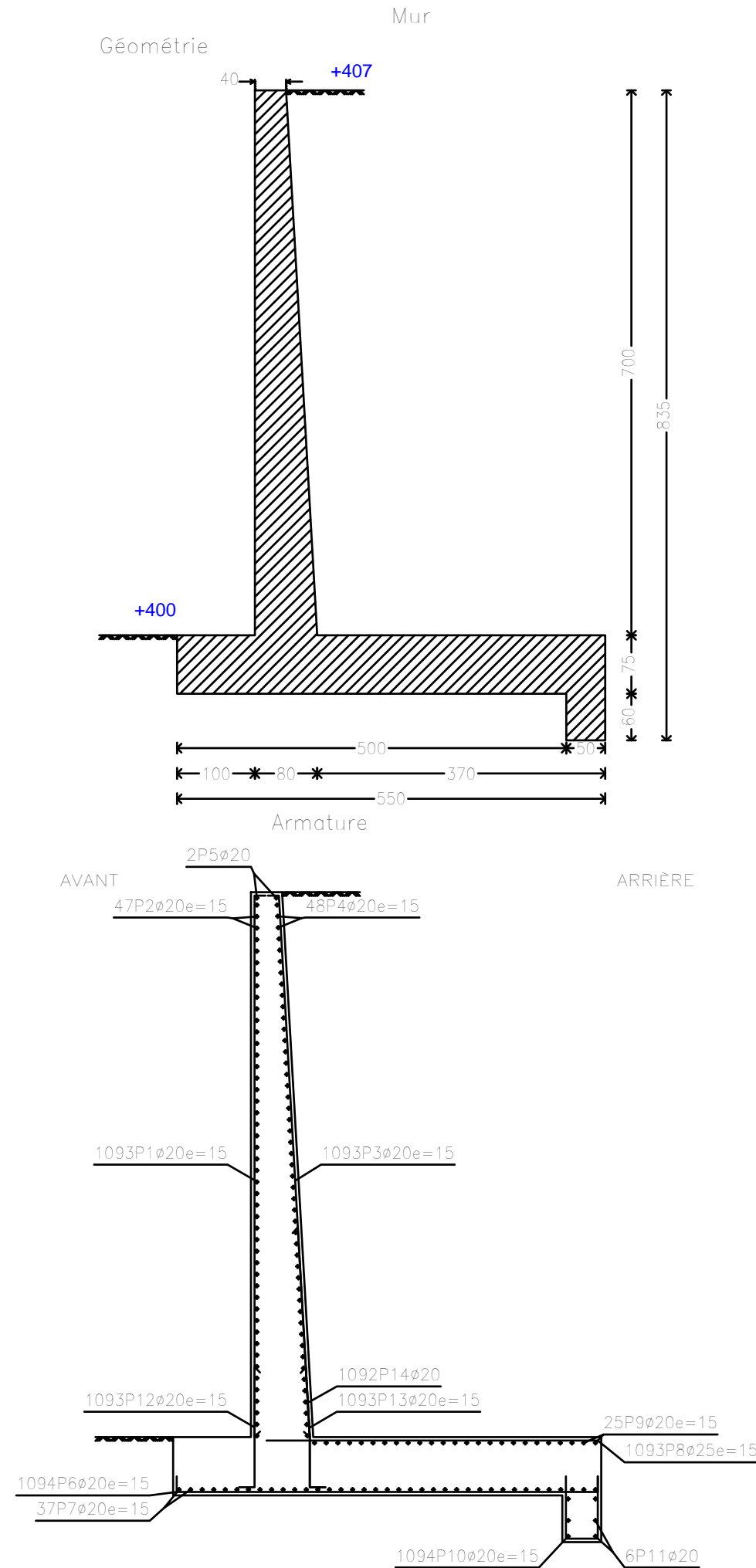
NOM DU PLAN :
 Plan d'exécution mur de
 soutènement H 3.6

ÉCHELLE	PLANCHE
1/80	PL_STNM_NIV_D2

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION	
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	



Soutènement 7 m de 164 m
 Norme: Eurocode 2 (UE)
 Béton: C30/37
 Acier des barres: S-400
 Type de milieu ambiant: X0
 Enrobage sur le parement avant: 5.0 cm
 Enrobage sur le parement arrière: 5.0 cm
 Enrobage supérieur de la fondation: 5.0 cm
 Enrobage inférieur de la fondation: 5.0 cm
 Enrobage latéral de la fondation: 7.5 cm
 Dimension du plus gros granulats: 30 mm
 Échelle: 1:100

Mur								
POSITION	Ø mm	NBRE. PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m	POIDS kg/m	POIDS kgf	
1	20	1093	7.24	694	7913.32	2.47	19515.48	
2	20	47	163.85	16385	7700.95	2.47	18991.74	
3	20	1093	7.25	695	7925.68	2.47	19545.95	
4	20	48	163.85	16385	7864.80	2.47	19395.82	
5	20	2	163.85	16385	327.70	2.47	808.16	
6	20	1094	5.73	533	6268.62	2.47	15459.39	
7	20	37	163.85	16385	6062.45	2.47	14950.95	
8	25	1093	4.22	422	4614.02	3.85	17779.71	
9	20	25	163.85	16385	4096.25	2.47	10101.99	
10	20	1094	2.21	33	2417.74	2.47	5962.52	
11	20	6	163.85	16385	983.10	2.47	2424.48	
12	20	1093	1.85	155	2022.05	2.47	4986.69	
13	20	1093	1.85	90 65	2020.18	2.47	4982.07	
14	20	1092	3.65	270 65	3983.93	2.47	9824.99	
					Ø20	59586.77	2.47	146950.23
					Ø25	4614.02	3.85	17779.71
S-400						Poids total	164729.94	
						Poids total avec chutes (10.00%)	181202.93	



ETUDES D'IMPLANTATION DES
 OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
 D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
 C.G.E.A / CREN-K



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
**Plan d'exécution mur de
 soutènement H7**

ÉCHELLE	PLANCHE
1/80	PL_STNM_NIV_03

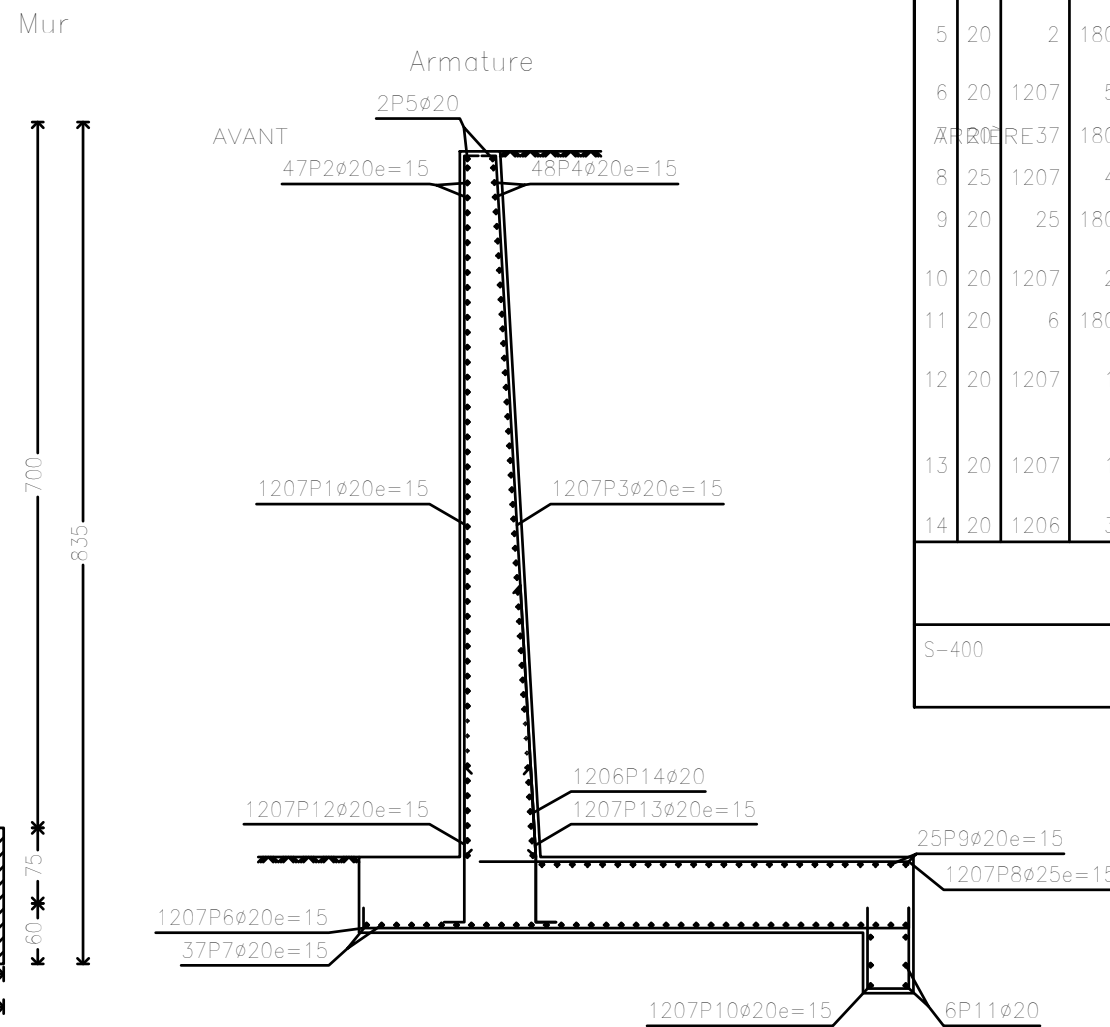
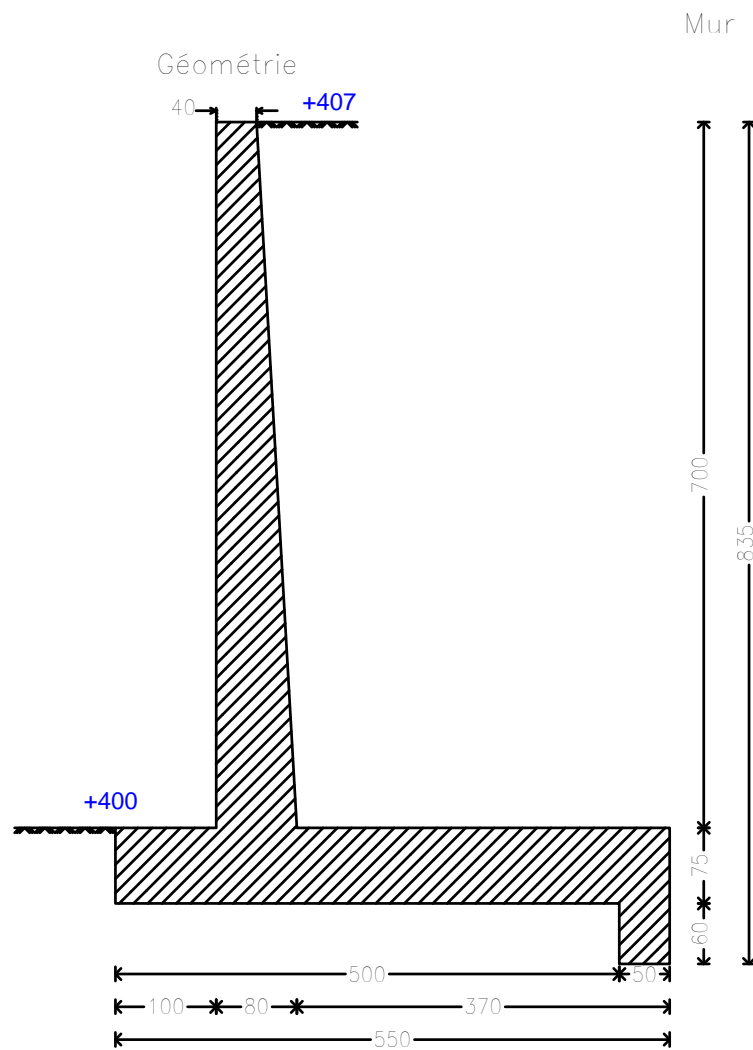
DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	

Soutènement 7 M de 181 m
 Norme: Eurocode 2 (UE)
 Béton: C30/37
 Acier des barres: S-400
 Type de milieu ambiant: X0
 Enrobage sur le parement avant: 5.0 cm
 Enrobage sur le parement arrière: 5.0 cm
 Enrobage supérieur de la fondation: 5.0 cm
 Enrobage inférieur de la fondation: 5.0 cm
 Enrobage latéral de la fondation: 7.5 cm
 Dimension du plus gros granulat: 30 mm
 Échelle: 1:100



Mur								
POSITION	ø mm	NBRE. PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m	POIDS kg/m	POIDS kgf	
1	20	1207	7.24	694	8738.68	2.47	21550.95	
2	20	47	180.85	18085	8499.95	2.47	20962.20	
3	20	1207	7.25	695	8752.33	2.47	21584.60	
4	20	48	180.85	18085	8680.80	2.47	21408.21	
5	20	2	180.85	18085	361.70	2.47	892.01	
6	20	1207	5.73	533	6916.11	2.47	17056.21	
7	20	37	180.85	18085	6691.45	2.47	16502.16	
8	25	1207	4.22	422	5095.26	3.85	19634.13	
9	20	25	180.85	18085	4521.25	2.47	11150.11	
10	20	1207	2.21	33	2667.47	2.47	6578.40	
11	20	6	180.85	18085	1085.10	2.47	2676.03	
12	20	1207	1.85	155	2232.95	2.47	5506.80	
13	20	1207	1.85	155	2230.88	2.47	5501.70	
14	20	1206	3.65	270	4399.83	2.47	10850.68	
					ø20	65778.50	2.47	162220.06
					ø25	5095.26	3.85	19634.13
S-400					Poids total		181854.19	
					Poids total avec chutes (10.00%)		200039.61	

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
 DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
 OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
 D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
 C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
 SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
 Plan d'exécution mur de
 soutènement H7 suite

ÉCHELLE 1/80 PLANCHE PL_STNM_NIV_03

DESSIN :
 Genius Masta Group

OBSERVATION

N°	

VU ET APPROUVE DATE

Kinshasa, Avril 2024

PARAFE

Annexe 4 :

Notes des calculs _ murs de soutènement

ANNEXE 4
NC_STNM_NIV_01

1.- NORME ET MATÉRIAUX	2
2.- ACTIONS	2
3.- DONNÉES GÉNÉRALES	2
4.- DESCRIPTION DU TERRAIN	2
5.- GÉOMÉTRIE	3
6.- SCHÉMA DES PHASES	3
7.- CHARGES	3
8.- RÉSULTATS DES PHASES	4
9.- COMBINAISONS	5
10.- DESCRIPTION DU FERRAILLAGE	5
11.- VÉRIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES ET DE RÉSISTANCE	6
12.- VÉRIFICATIONS DE STABILITÉ (CERCLE DE GLISSEMENT LE PLUS DÉFAVORABLE)	11
13.- QUANTITATIF	11

1.- NORME ET MATÉRIAUX

Norme: Eurocode 2 (UE)

Béton: C30/37

Acier des barres: S-400

Type de milieu ambiant: X0

Enrobage sur le parement avant: 5.0 cm

Enrobage sur le parement arrière: 5.0 cm

Enrobage supérieur de la fondation: 5.0 cm

Enrobage inférieur de la fondation: 5.0 cm

Enrobage latéral de la fondation: 7.5 cm

Dimension du plus gros granulat: 30 mm

2.- ACTIONS

Poussée sur l'avant: Sans poussée

Poussée sur l'arrière: Active

3.- DONNÉES GÉNÉRALES

Cote du terrain naturel: 0.00 m

Hauteur du mur au-dessus du terrain naturel: 0.60 m

Arase: Avant

Longueur du mur en vue en plan: 90.00 m

Sans joint de retrait

Type de fondation: Semelle filante

4.- DESCRIPTION DU TERRAIN

Pourcentage du frottement interne entre le terrain et le parement avant du mur: 0 %

Pourcentage du frottement interne entre le terrain et le parement arrière du mur: 0 %

Évacuation par drainage: 100 %

Contrainte admissible: 0.150 MPa

Coefficient de frottement terrain-béton: 0.60

COUCHES

Références	Cote supérieure	Description	Coefficient de poussée
1 - Sable dense	0.00 m	Poids volumique: 20.00 kN/m ³ Poids volumique déjaugé: 12.00 kN/m ³ Angle de frottement interne: 37.00 degrés Cohésion: 0.00 kN/m ²	Active arrière: 0.25

5.- GÉOMÉTRIE

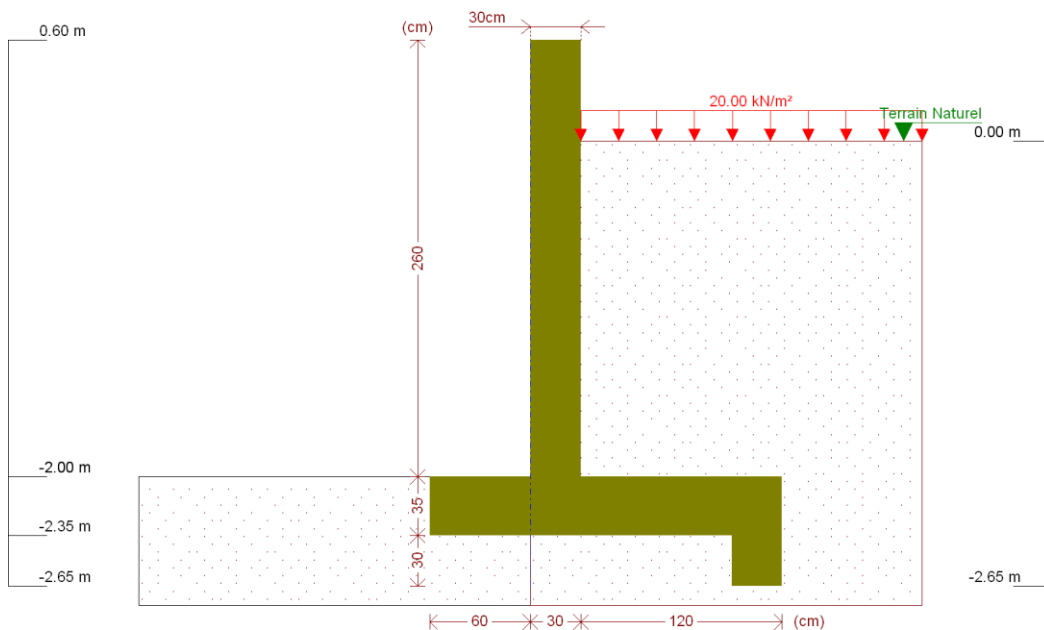
MUR

Hauteur: 2.60 m
Épaisseur supérieure: 30.0 cm
Épaisseur inférieure: 30.0 cm

SEMELLE FILANTE

Avec patin et talon
Épaisseur/Hauteur: 35 cm
Débord avant / arrière: 60.0 / 120.0 cm
Profondeur de la bêche: 30 cm
Largeur de la bêche: 30 cm
Distance à l'axe du mur: 120 cm
Béton de propreté: 10 cm

6.- SCHÉMA DES PHASES



7.- CHARGES

CHARGES SUR L'ARRIÈRE

Type	Cote	Données	Phase initial	Phase final
------	------	---------	---------------	-------------

Type	Cote	Données	Phase initial	Phase final
Uniforme	0 m	Valeur: 20 kN/m ²	Phase	Phase

8.- RÉSULTATS DES PHASES

Efforts non majorés.

PHASE 1: PHASE

CHARGE PERMANENTE ET POUSSÉE DES TERRES AVEC SURCHARGES

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.35	1.84	0.00	0.00	0.00	0.00
0.09	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.17	5.67	0.92	0.08	5.82	0.00
-0.43	7.58	2.60	0.53	7.11	0.00
-0.69	9.49	4.61	1.46	8.40	0.00
-0.95	11.40	6.97	2.95	9.69	0.00
-1.21	13.32	9.66	5.11	10.99	0.00
-1.47	15.23	12.68	8.00	12.28	0.00
-1.73	17.14	16.04	11.73	13.57	0.00
-1.99	19.06	19.74	16.37	14.87	0.00
Maximum	19.13 Cote: -2.00 m	19.89 Cote: -2.00 m	16.57 Cote: -2.00 m	14.92 Cote: -2.00 m	0.00 Cote: 0.60 m
Minimum	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m

CHARGE PERMANENTE ET POUSSÉE DES TERRES

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.35	1.84	0.00	0.00	0.00	0.00
0.09	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.17	5.67	0.07	0.00	0.85	0.00
-0.43	7.58	0.46	0.07	2.14	0.00
-0.69	9.49	1.18	0.27	3.43	0.00
-0.95	11.40	2.24	0.71	4.72	0.00
-1.21	13.32	3.64	1.47	6.02	0.00
-1.47	15.23	5.37	2.63	7.31	0.00

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
-1.73	17.14	7.44	4.29	8.60	0.00
-1.99	19.06	9.84	6.53	9.89	0.00
Maxi mum	19.13 Cote: -2.00 m	9.94 Cote: -2.00 m	6.63 Cote: -2.00 m	9.94 Cote: -2.00 m	0.00 Cote: 0.60 m
Minim um	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m

9.- COMBINAISONS

HYPOTHÈSES

1 - Charge permanente
2 - Poussée des terres
3 - Surcharge

COMBINAISONS POUR LES ÉTATS LIMITES ULTIMES

Combinaison	Hypothèses		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

COMBINAISONS POUR LES ÉTATS LIMITES DE SERVICE

Combinaison	Hypothèses		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

10.- DESCRIPTION DU FERRAILLAGE

COURONNEMENT				
Armature supérieure: 2Ø12				
Ancrage avant / arrière: 19 / 19 cm				
TRONÇONS				
Num.	Avant		Arrière	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12e=15 Recouvrement: 0.6 m	Ø12e=15	Ø12e=15 Recouvrement: 0.6 m	Ø12e=15

SEMELLE SUPERFICIELLE		
Armature	Longitudinal	Transversal
Supérieure	Ø16e=15	Ø16e=15 Longueur d'ancrage en prolongation: 40 cm
Inférieure	Ø16e=15	Ø16e=15 Crosse avant / arrière: 15 / - cm
Bêche	4Ø16	Ø16e=15 Longueur d'ancrage en prolongation: 19 cm
Longueur d'ancrage courbe en amorce: 30 cm		

11.- VÉRIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES ET DE RÉSISTANCE

Référence: Mur: 2.6 m		
Vérification	Valeurs	État
Vérification au cisaillement en amorce du mur: <i>Norme EC-2. Article 6.2.5</i>	Maximum: 542.7 kN/m Calculé: 29.8 kN/m	Vérifiée
Épaisseur minimale du tronçon: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 20 cm Calculé: 30 cm	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures horizontales: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i>	Minimum: 3.5 cm	
- Arrière:	Calculé: 13.8 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 13.8 cm	Vérifiée
Séparation maximale des armatures horizontales: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i>	Maximum: 40 cm	
- Arrière:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique horizontal minimum par face: <i>Norme EC-2. Article 9.6.3 (1)</i>	Minimum: 0.001	
- Arrière (-2.00 m):	Calculé: 0.00251	Vérifiée
- Avant (-2.00 m):	Calculé: 0.00251	Vérifiée
Pourcentage mécanique horizontal minimum par face: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.0005	
- Arrière:	Calculé: 0.00251	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 0.00251	Vérifiée

Référence: Mur: 2.6 m		
Vérification	Valeurs	État
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face tendue: - Arrière (-2.00 m): <i>Norme EC-2. Article 9.2.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00251	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face tendue: - Arrière (-2.00 m): <i>Norme EC-2. Article 9.2.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00251	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face comprimée: - Avant (-2.00 m): <i>Norme EC-2. Article 9.6.2 (2)</i>	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00251	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face comprimée: - Avant (-2.00 m): <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 1e-005 Calculé: 0.00251	Vérifiée
Pourcentage géométrique maximum d'armature verticale total: - (0.60 m): <i>Norme EC-2. Article 9.6.2 (1)</i>	Maximum: 0.04 Calculé: 0.00502	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures verticales: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i> - Arrière: - Avant:	Minimum: 3.5 cm Calculé: 12.6 cm Calculé: 12.6 cm	Vérifiée Vérifiée
Séparation maximale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i> - Armature verticale Arrière: - Armature verticale Avant:	Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée Vérifiée
Vérification sous flexion composée: <i>Vérification réalisée par unité de longueur de mur</i>		Vérifiée
Vérification à l'effort tranchant: <i>Norme EC-2. Article 6.2.2</i>	Maximum: 125.1 kN/m Calculé: 24.5 kN/m	Vérifiée
Contrôle de la fissuration:	Maximum: 0.4 mm Calculé: 0 mm	Vérifiée
Longueur de recouvrement: <i>Norme EC-2. Article 8.7.3</i> - Base arrière: - Base avant:	Calculé: 0.6 m Minimum: 0.36 m Minimum: 0.52 m	Vérifiée Vérifiée

Référence: Mur: 2.6 m		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de l'ancrage de l'armature de base en couronnement: <i>Critère de CYPE</i>	Calculé: 19 cm	
- Arrière:	Minimum: 18 cm	Vérifiée
- Avant:	Minimum: 0 cm	Vérifiée
Section minimale longitudinale face supérieure poutre de couronnement: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 2.2 cm ² Calculé: 2.2 cm ²	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Information additionnelle:		
- Cote de la section de relation minimale 'pourcentage horizontal / pourcentage vertical' Arrière: -2.00 m		
- Cote de la section de relation minimale 'pourcentage horizontal / pourcentage vertical' Avant: -2.00 m		
- Section critique en flexion composée: Cote: -2.00 m, Md: 24.86 kN·m/m, Nd: 19.13 kN/m, Vd: 29.83 kN/m, Contrainte maximale de l'acier: 126.551 MPa		
- Section critique sous effort tranchant: Cote: -1.76 m		
Référence: Semelle filante: crenk 2.6		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de la stabilité: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i>		
- Coefficient de sécurité au renversement:	Minimum: 1.8 Calculé: 5.77	Vérifiée
- Coefficient de sécurité au glissement:	Minimum: 1.5 Calculé: 2.43	Vérifiée
Épaisseur minimale:		
- Semelle superficielle: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 15 cm Calculé: 35 cm	Vérifiée
Contraintes appliquées au sol: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i>		
- Contrainte moyenne:	Maximum: 0.15 MPa Calculé: 0.0519 MPa	Vérifiée
- Contrainte maximale:	Maximum: 0.1875 MPa Calculé: 0.0549 MPa	Vérifiée

Référence: Semelle filante: crenk 2.6		
Vérification	Valeurs	État
Flexion dans la semelle: <i>Vérification basée sur des critères résistants</i> - Armature sup. arrière: - Armature inf. arrière: - Armature inf. avant: - Moment défavorable dans la bêche:	Calculé: 13.4 cm ² /m Minimum: 1.95 cm ² /m Minimum: 0 cm ² /m Minimum: 1.27 cm ² /m Minimum: 1.69 cm ² /m	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Effort tranchant: <i>Norme EC-2. Article 6.2.2</i> - Arrière: - Avant: - Dans la bêche:	Maximum: 155.3 kN/m Calculé: 22.2 kN/m Maximum: 155.3 kN/m Calculé: 17.6 kN/m Maximum: 137.1 kN/m Calculé: 7.8 kN/m	Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Longueur d'ancrage: - Attentes arrière: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i> - Attentes avant: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i> - Armature inf. arrière (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i> - Armature inf. avant (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i> - Armature sup. arrière (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i> - Armature sup. avant: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i> - Armature transversale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i>	Minimum: 12 cm Calculé: 26.8 cm Minimum: 12 cm Calculé: 26.8 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm Minimum: 13 cm Calculé: 15 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm Minimum: 16 cm Calculé: 40 cm Minimum: 16 cm Calculé: 19 cm	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Enrobage: - Latéral: <i>Norme EC-2. Article 4.4.1.3</i>	Minimum: 7.5 cm Calculé: 7.5 cm	Vérifiée
Diamètre minimum: <i>Norme EC-2. Article 9.8.2.1.</i> - Armature transversale inférieure:	Minimum: Ø8 Calculé: Ø16	Vérifiée

Référence: Semelle filante: crenk 2.6		
Vérification	Valeurs	État
- Armature longitudinale inférieure:	Calculé: Ø16	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: Ø16	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: Ø16	Vérifiée
- Armature longitudinale de la bêche:	Calculé: Ø16	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Calculé: Ø16	Vérifiée
Séparation maximale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i>		
- Armature transversale inférieure:	Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure:	Maximum: 40 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Maximum: 40 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure bêche:	Maximum: 40 cm Calculé: 10.2 cm	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale latérale bêche:	Maximum: 40 cm Calculé: 22.6 cm	Vérifiée
Séparation minimale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i>		
- Armature transversale inférieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure bêche:	Calculé: 10.2 cm	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale latérale bêche:	Calculé: 22.6 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique minimum:		

Référence: Semelle filante: crenk 2.6		
Vérification	Valeurs	État
- Armature longitudinale inférieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00382	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00382	Vérifiée
- Armature transversale inférieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00382	Vérifiée
- Armature transversale supérieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00382	Vérifiée
- Armature longitudinale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00893	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00446	Vérifiée
Pourcentage mécanique minimal: <i>Norme EC-2. Article 5.4.2.1</i>	Minimum: 0.0015	
- Armature transversale inférieure:	Calculé: 0.00382	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 0.00382	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Calculé: 0.00446	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Information additionnelle:		
- Moment fléchissant défavorable dans la section de référence de l'arrière: 18.92 kN·m/m		
- Moment fléchissant défavorable dans la section de référence de l'avant: 12.33 kN·m/m		

12.- VÉRIFICATIONS DE STABILITÉ (CERCLE DE GLISSEMENT LE PLUS DÉFAVORABLE)

Référence: Vérifications de stabilité (Cercle de glissement le plus défavorable): crenk 2.6		
Vérification	Valeurs	État
Cercle de glissement le plus défavorable: Combinaisons sans séisme: - Phase: Coordonnées du centre du cercle (-0.50 m ; 0.20 m) - Rayon: 3.50 m: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i>	Minimum: 1.5 Calculé: 2.155	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		

13.- QUANTITATIF

Référence: Mur		S-400		Total
Nom de l'armature		Ø12	Ø16	
Armature de base transversal	Longueur (m)	600x2.73		1638.00
	Poids (kg)	600x2.42		1454.27

Référence: Mur		S-400		Total
Nom de l'armature		Ø12	Ø16	
Armature longitudinal	Longueur (m)	18x89.85		1617.30
	Poids (kg)	18x79.77		1435.90
Armature de base transversal	Longueur (m)	600x2.73		1638.00
	Poids (kg)	600x2.42		1454.27
Armature longitudinal	Longueur (m)	18x89.85		1617.30
	Poids (kg)	18x79.77		1435.90
Armature poutre de couronnement	Longueur (m)	2x89.85		179.70
	Poids (kg)	2x79.77		159.54
Armature inférieure - Transversal	Longueur (m)		600x2.09	1254.00
	Poids (kg)		600x3.30	1979.21
Armature inférieure - Longitudinal	Longueur (m)		14x89.85	1257.90
	Poids (kg)		14x141.81	1985.37
Armature supérieure - Transversal	Longueur (m)		600x1.53	918.00
	Poids (kg)		600x2.41	1448.90
Armature supérieure - Longitudinal	Longueur (m)		9x89.85	808.65
	Poids (kg)		9x141.81	1276.31
Armature talon - Transversal	Longueur (m)		600x1.00	600.00
	Poids (kg)		600x1.58	946.99
Armature talon - Longitudinal - Inférieure	Longueur (m)		2x89.85	179.70
	Poids (kg)		2x141.81	283.62
Armature talon - Longitudinal - Gauche	Longueur (m)		1x89.85	89.85
	Poids (kg)		1x141.81	141.81
Armature talon - Longitudinal - Droite	Longueur (m)		1x89.85	89.85
	Poids (kg)		1x141.81	141.81
Amorces - Transversal - Gauche	Longueur (m)	600x1.16		696.00
	Poids (kg)	600x1.03		617.93
Amorces - Transversal - Droite	Longueur (m)	600x1.16		696.00
	Poids (kg)	600x1.03		617.93
Total	Longueur (m)	8082.30	5197.95	
	Poids (kg)	7175.74	8204.02	15379.76
Total avec pertes (10.00%)	Longueur (m)	8890.53	5717.75	
	Poids (kg)	7893.31	9024.43	16917.74

Résumé des quantitatifs (pertes d'acier incluses)

Élément	S-400 (kg)			Béton (m ³)	
	Ø12	Ø16	Total	C30/37	Propreté
Référence: Mur	7893.31	9024.43	16917.74	144.45	18.90
Total	7893.31	9024.43	16917.74	144.45	18.90

ANNEXE 4
NC_STNM_NIV_02

1.- NORME ET MATÉRIAUX	2
2.- ACTIONS	2
3.- DONNÉES GÉNÉRALES	2
4.- DESCRIPTION DU TERRAIN	2
5.- GÉOMÉTRIE	3
6.- SCHÉMA DES PHASES	3
7.- CHARGES	3
8.- RÉSULTATS DES PHASES	4
9.- COMBINAISONS	5
10.- DESCRIPTION DU FERRAILLAGE	5
11.- VÉRIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES ET DE RÉSISTANCE	6
12.- VÉRIFICATIONS DE STABILITÉ (CERCLE DE GLISSEMENT LE PLUS DÉFAVORABLE)	11
13.- QUANTITATIF	11

1.- NORME ET MATÉRIAUX

Norme: Eurocode 2 (UE)

Béton: C30/37

Acier des barres: S-400

Type de milieu ambiant: X0

Enrobage sur le parement avant: 5.0 cm

Enrobage sur le parement arrière: 5.0 cm

Enrobage supérieur de la fondation: 5.0 cm

Enrobage inférieur de la fondation: 5.0 cm

Enrobage latéral de la fondation: 7.5 cm

Dimension du plus gros granulat: 30 mm

2.- ACTIONS

Poussée sur l'avant: Sans poussée

Poussée sur l'arrière: Active

3.- DONNÉES GÉNÉRALES

Cote du terrain naturel: 0.00 m

Hauteur du mur au-dessus du terrain naturel: 0.60 m

Arase: Avant

Longueur du mur en vue en plan: 145.00 m

Sans joint de retrait

Type de fondation: Semelle filante

4.- DESCRIPTION DU TERRAIN

Pourcentage du frottement interne entre le terrain et le parement avant du mur: 0 %

Pourcentage du frottement interne entre le terrain et le parement arrière du mur: 0 %

Évacuation par drainage: 100 %

Contrainte admissible: 0.150 MPa

Coefficient de frottement terrain-béton: 0.60

COUCHES

Références	Cote supérieure	Description	Coefficient de poussée
1 - Sable dense	0.00 m	Poids volumique: 20.00 kN/m ³ Poids volumique déjaugé: 12.00 kN/m ³ Angle de frottement interne: 37.00 degrés Cohésion: 0.00 kN/m ²	Active arrière: 0.25

5.- GÉOMÉTRIE

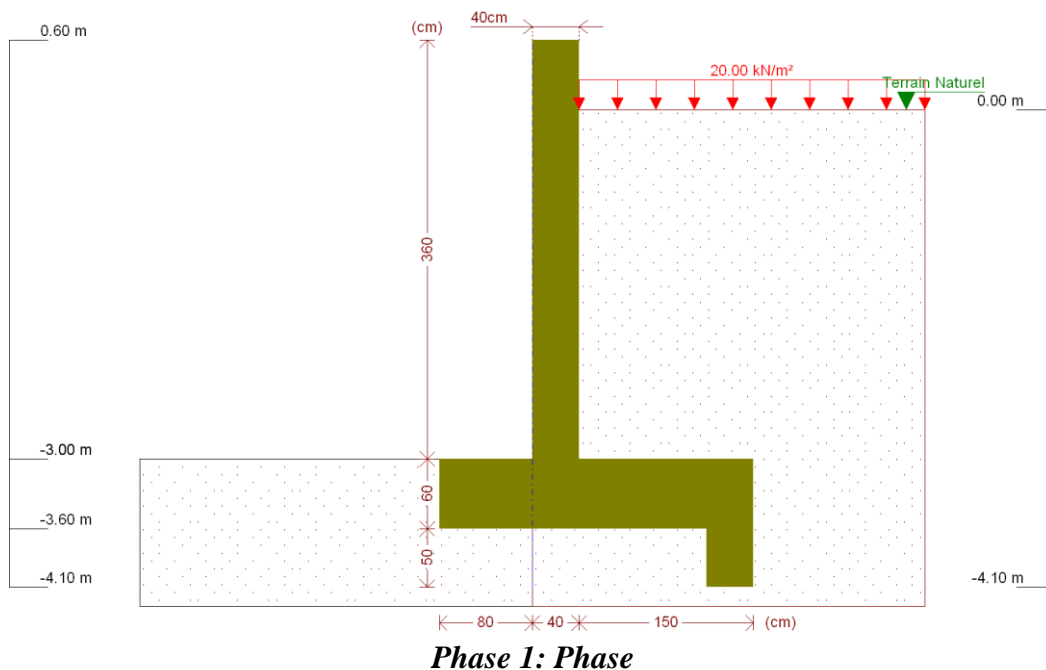
MUR

Hauteur: 3.60 m
Épaisseur supérieure: 40.0 cm
Épaisseur inférieure: 40.0 cm

SEMELLE FILANTE

Avec patin et talon
Épaisseur/Hauteur: 60 cm
Débord avant / arrière: 80.0 / 150.0 cm
Profondeur de la bêche: 50 cm
Largeur de la bêche: 40 cm
Distance à l'axe du mur: 150 cm
Béton de propreté: 10 cm

6.- SCHÉMA DES PHASES



7.- CHARGES

CHARGES SUR L'ARRIÈRE

Type	Cote	Données	Phase initial	Phase final
------	------	---------	---------------	-------------

Type	Cote	Données	Phase initial	Phase final
Uniforme	En surface	Valeur: 20 kN/m ²	Phase	Phase

8.- RÉSULTATS DES PHASES

Efforts non majorés.

PHASE 1: PHASE

CHARGE PERMANENTE ET POUSSÉE DES TERRES AVEC SURCHARGES

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	3.43	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.11	6.97	0.58	0.03	5.52	0.00
-0.47	10.50	2.89	0.64	7.31	0.00
-0.83	14.03	5.84	2.19	9.10	0.00
-1.19	17.56	9.44	4.92	10.89	0.00
-1.55	21.09	13.68	9.06	12.68	0.00
-1.91	24.62	18.56	14.84	14.47	0.00
-2.27	28.15	24.09	22.50	16.26	0.00
-2.63	31.69	30.27	32.27	18.05	0.00
-2.99	35.22	37.09	44.37	19.84	0.00
Maximum	35.32 Cote: -3.00 m	37.29 Cote: -3.00 m	44.75 Cote: -3.00 m	19.89 Cote: -3.00 m	0.00 Cote: 0.60 m
Minimum	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m

CHARGE PERMANENTE ET POUSSÉE DES TERRES

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	3.43	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.11	6.97	0.03	0.00	0.55	0.00
-0.47	10.50	0.55	0.09	2.34	0.00
-0.83	14.03	1.71	0.47	4.13	0.00
-1.19	17.56	3.52	1.40	5.92	0.00
-1.55	21.09	5.97	3.09	7.71	0.00
-1.91	24.62	9.07	5.77	9.50	0.00
-2.27	28.15	12.81	9.69	11.29	0.00

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
-2.63	31.69	17.19	15.07	13.08	0.00
-2.99	35.22	22.22	22.15	14.87	0.00
Maximum	35.32 Cote: -3.00 m	22.37 Cote: -3.00 m	22.37 Cote: -3.00 m	14.92 Cote: -3.00 m	0.00 Cote: 0.60 m
Minimum	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m	0.00 Cote: 0.60 m

9.- COMBINAISONS

HYPOTHÈSES

1 - Charge permanente
2 - Poussée des terres
3 - Surcharge

COMBINAISONS POUR LES ÉTATS LIMITES ULTIMES

Combinaison	Hypothèses		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

COMBINAISONS POUR LES ÉTATS LIMITES DE SERVICE

Combinaison	Hypothèses		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

10.- DESCRIPTION DU FERRAILLAGE

COURONNEMENT				
Armature supérieure: 2Ø16				
Ancrage avant / arrière: 30 / 30 cm				
TRONÇONS				
Num.	Avant		Arrière	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16e=15 Recouvrement: 0.9 m	Ø16e=15	Ø16e=15 Recouvrement: 0.9 m Renfort 1: Ø16 h=2.7 m	Ø16e=15

SEMELLE SUPERFICIELLE		
Armature	Longitudinal	Transversal
Supérieure	Ø20e=15	Ø20e=15 Longueur d'ancrage en prolongation: 60 cm
Inférieure	Ø20e=15	Ø20e=15 Crosse avant / arrière: 20 / 20 cm
Bêche	6Ø20	Ø20e=15 Longueur d'ancrage en prolongation: 40 cm
Longueur d'ancrage courbe en amorce: 30 cm		

11.- VÉRIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES ET DE RÉSISTANCE

Référence: Mur: SOUTÈNEMENT 3 M

Vérification	Valeurs	État
Vérification au cisaillement en amorce du mur: <i>Norme EC-2. Article 6.2.5</i>	Maximum: 1220 kN/m Calculé: 55.9 kN/m	Vérifiée
Épaisseur minimale du tronçon: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 20 cm Calculé: 40 cm	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures horizontales: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i>	Minimum: 3.5 cm	
- Arrière:	Calculé: 13.4 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 13.4 cm	Vérifiée
Séparation maximale des armatures horizontales: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i>	Maximum: 40 cm	
- Arrière:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique horizontal minimum par face: <i>Norme EC-2. Article 9.6.3 (1)</i>	Minimum: 0.001	
- Arrière (-3.00 m):	Calculé: 0.00335	Vérifiée
- Avant (-3.00 m):	Calculé: 0.00335	Vérifiée
Pourcentage mécanique horizontal minimum par face: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Calculé: 0.00335	
- Arrière:	Minimum: 0.00134	Vérifiée
- Avant:	Minimum: 0.00067	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face tendue: <i>Norme EC-2. Article 9.2.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013	

Référence: Mur: SOUTÈNEMENT 3 M		
Vérification	Valeurs	État
- Arrière (-3.00 m):	Calculé: 0.0067	Vérifiée
- Arrière (-0.30 m):	Calculé: 0.00335	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face tendue: <i>Norme EC-2. Article 9.2.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013	
- Arrière (-3.00 m):	Calculé: 0.0067	Vérifiée
- Arrière (-0.30 m):	Calculé: 0.00335	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face comprimée: <i>Norme EC-2. Article 9.6.2 (2)</i>	Minimum: 0.001	
- Avant (-3.00 m):	Calculé: 0.00335	Vérifiée
- Avant (-0.30 m):	Calculé: 0.00335	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face comprimée: <i>Critère de CYPE</i>	Calculé: 0.00335	
- Avant (-3.00 m):	Minimum: 1e-005	Vérifiée
- Avant (-0.30 m):	Minimum: 0	Vérifiée
Pourcentage géométrique maximum d'armature verticale total: <i>Norme EC-2. Article 9.6.2 (1)</i>	Maximum: 0.04	
- (0.60 m):	Calculé: 0.0067	Vérifiée
- (-0.30 m):	Calculé: 0.01005	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures verticales: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i>	Minimum: 3.5 cm	
- Arrière:	Calculé: 5.1 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 11.8 cm	Vérifiée
Séparation maximale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i>	Maximum: 25 cm	
- Armature verticale Arrière:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature verticale Avant:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
Vérification sous flexion composée: <i>Vérification réalisée par unité de longueur de mur</i>		Vérifiée
Vérification à l'effort tranchant: <i>Norme EC-2. Article 6.2.2</i>	Maximum: 211.6 kN/m Calculé: 46.1 kN/m	Vérifiée
Contrôle de la fissuration:	Maximum: 0.4 mm Calculé: 0 mm	Vérifiée
Longueur de recouvrement: <i>Norme EC-2. Article 8.7.3</i>	Calculé: 0.9 m	

Référence: Mur: SOUTENEMENT 3 M		
Vérification	Valeurs	État
- Base arrière:	Minimum: 0.45 m	Vérifiée
- Base avant:	Minimum: 0.69 m	Vérifiée
Vérification de l'ancrage de l'armature de base en couronnement: <i>Critère de CYPE</i>	Calculé: 30 cm	
- Arrière:	Minimum: 28 cm	Vérifiée
- Avant:	Minimum: 0 cm	Vérifiée
Section minimale longitudinale face supérieure poutre de couronnement: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 2.2 cm ² Calculé: 4 cm ²	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Information additionnelle:		
- Cote de la section de relation minimale 'pourcentage horizontal / pourcentage vertical' Arrière: -3.00 m		
- Cote de la section de relation minimale 'pourcentage horizontal / pourcentage vertical' Avant: -3.00 m		
- Section critique en flexion composée: Cote: -3.00 m, Md: 67.12 kN·m/m, Nd: 35.32 kN/m, Vd: 55.93 kN/m, Contrainte maximale de l'acier: 72.684 MPa		
- Section critique sous effort tranchant: Cote: -2.66 m		
Référence: Semelle filante: SOUTENEMENT 3 M		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de la stabilité: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i>		
- Coefficient de sécurité au renversement:	Minimum: 1.8 Calculé: 4.55	Vérifiée
- Coefficient de sécurité au glissement:	Minimum: 1.5 Calculé: 2.2	Vérifiée
Épaisseur minimale:		
- Semelle superficielle: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 15 cm Calculé: 60 cm	Vérifiée
Contraintes appliquées au sol: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i>		
- Contrainte moyenne:	Maximum: 0.15 MPa Calculé: 0.0722 MPa	Vérifiée

Référence: Semelle filante: SOUTÈNEMENT 3 M		
Vérification	Valeurs	État
- Contrainte maximale:	Maximum: 0.1875 MPa Calculé: 0.0814 MPa	Vérifiée
Flexion dans la semelle: <i>Vérification basée sur des critères résistants</i>	Calculé: 20.94 cm ² /m	
- Armature sup. arrière:	Minimum: 3.02 cm ² /m	Vérifiée
- Armature inf. arrière:	Minimum: 0 cm ² /m	Vérifiée
- Armature inf. avant:	Minimum: 1.89 cm ² /m	Vérifiée
- Moment défavorable dans la bêche:	Minimum: 3.87 cm ² /m	Vérifiée
Effort tranchant: <i>Norme EC-2. Article 6.2.2</i>		
- Arrière:	Maximum: 238.2 kN/m Calculé: 43.6 kN/m	Vérifiée
- Avant:	Maximum: 238.2 kN/m Calculé: 23.8 kN/m	Vérifiée
- Dans la bêche:	Maximum: 186.7 kN/m Calculé: 18.1 kN/m	Vérifiée
Longueur d'ancrage:		
- Attentes arrière: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i>	Minimum: 16 cm Calculé: 51 cm	Vérifiée
- Attentes avant: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i>	Minimum: 16 cm Calculé: 51 cm	Vérifiée
- Armature inf. arrière (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i>	Minimum: 0 cm Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Armature inf. avant (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i>	Minimum: 19 cm Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Armature sup. arrière (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i>	Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée
- Armature sup. avant: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i>	Minimum: 20 cm Calculé: 60 cm	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i>	Minimum: 20 cm Calculé: 40 cm	Vérifiée
Enrobage:		
- Latéral: <i>Norme EC-2. Article 4.4.1.3</i>	Minimum: 7.5 cm Calculé: 7.5 cm	Vérifiée

Référence: Semelle filante: SOUTENEMENT 3 M		
Vérification	Valeurs	État
<p>Diamètre minimum: <i>Norme EC-2. Article 9.8.2.1.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Armature transversale inférieure: - Armature longitudinale inférieure: - Armature transversale supérieure: - Armature longitudinale supérieure: - Armature longitudinale de la bêche: - Armature transversale de la bêche: 	<p>Minimum: Ø8</p> <ul style="list-style-type: none"> Calculé: Ø20 Calculé: Ø20 Calculé: Ø20 Calculé: Ø20 Calculé: Ø20 Calculé: Ø20 	<ul style="list-style-type: none"> Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
<p>Séparation maximale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Armature transversale inférieure: - Armature transversale supérieure: - Armature longitudinale inférieure: - Armature longitudinale supérieure: - Armature longitudinale inférieure bêche: - Armature transversale de la bêche: - Armature longitudinale latérale bêche: 	<ul style="list-style-type: none"> Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm Maximum: 40 cm Calculé: 15 cm Maximum: 40 cm Calculé: 15 cm Maximum: 40 cm Calculé: 19 cm Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm Maximum: 40 cm Calculé: 21 cm 	<ul style="list-style-type: none"> Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
<p>Séparation minimale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Armature transversale inférieure: - Armature transversale supérieure: - Armature longitudinale inférieure: - Armature longitudinale supérieure: - Armature longitudinale inférieure bêche: - Armature transversale de la bêche: 	<p>Minimum: 3.5 cm</p> <ul style="list-style-type: none"> Calculé: 15 cm Calculé: 15 cm Calculé: 15 cm Calculé: 15 cm Calculé: 19 cm Calculé: 15 cm 	<ul style="list-style-type: none"> Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée

Référence: Semelle filante: SOUTENEMENT 3 M		
Vérification	Valeurs	État
- Armature longitudinale latérale bêche:	Calculé: 21 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique minimum:		
- Armature longitudinale inférieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00349	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00349	Vérifiée
- Armature transversale inférieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00349	Vérifiée
- Armature transversale supérieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00349	Vérifiée
- Armature longitudinale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00942	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00523	Vérifiée
Pourcentage mécanique minimal: <i>Norme EC-2. Article 5.4.2.1</i>	Minimum: 0.0015	
- Armature transversale inférieure:	Calculé: 0.00349	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 0.00349	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Calculé: 0.00523	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Information additionnelle:		
- Moment fléchissant défavorable dans la section de référence de l'arrière: 55.56 kN·m/m		
- Moment fléchissant défavorable dans la section de référence de l'avant: 34.78 kN·m/m		

12.- VÉRIFICATIONS DE STABILITÉ (CERCLE DE GLISSEMENT LE PLUS DÉFAVORABLE)

Référence: Vérifications de stabilité (Cercle de glissement le plus défavorable): SOUTENEMENT 3 M		
Vérification	Valeurs	État
Cercle de glissement le plus défavorable:		
Combinaisons sans séisme:		
- Phase: Coordonnées du centre du cercle (-1.07 m ; 0.36 m) - Rayon: 5.36 m:		
<i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i>	Minimum: 1.5 Calculé: 2.223	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		

13.- QUANTITATIF

Référence: Mur	S-400	Total
----------------	-------	-------

Nom de l'armature		Ø16	Ø20	
Armature de base transversal	Longueur (m)	967x3.84		3713.28
	Poids (kg)	967x6.06		5860.75
Armature longitudinal	Longueur (m)	25x144.85		3621.25
	Poids (kg)	25x228.62		5715.49
Armature de base transversal	Longueur (m)	967x3.84		3713.28
	Poids (kg)	967x6.06		5860.75
Armature longitudinal	Longueur (m)	25x144.85		3621.25
	Poids (kg)	25x228.62		5715.49
Armature poutre de couronnement	Longueur (m)	2x144.85		289.70
	Poids (kg)	2x228.62		457.24
Armature inférieure - Transversal	Longueur (m)		967x2.93	2833.31
	Poids (kg)		967x7.23	6987.38
Armature inférieure - Longitudinal	Longueur (m)		18x144.85	2607.30
	Poids (kg)		18x357.22	6430.01
Armature supérieure - Transversal	Longueur (m)		967x2.03	1963.01
	Poids (kg)		967x5.01	4841.09
Armature supérieure - Longitudinal	Longueur (m)		11x144.85	1593.35
	Poids (kg)		11x357.22	3929.45
Armature talon - Transversal	Longueur (m)		967x1.91	1846.97
	Poids (kg)		967x4.71	4554.92
Armature talon - Longitudinal - Inférieure	Longueur (m)		2x144.85	289.70
	Poids (kg)		2x357.22	714.45
Armature talon - Longitudinal - Gauche	Longueur (m)		2x144.85	289.70
	Poids (kg)		2x357.22	714.45
Armature talon - Longitudinal - Droite	Longueur (m)		2x144.85	289.70
	Poids (kg)		2x357.22	714.45
Amorces - Transversal - Gauche	Longueur (m)	967x1.70		1643.90
	Poids (kg)	967x2.68		2594.60
Amorces - Transversal - Droite	Longueur (m)	967x1.70		1643.90
	Poids (kg)	967x2.68		2594.60
Amorces - Transversal - Droite	Longueur (m)	966x3.50		3381.00
	Poids (kg)	966x5.52		5336.30
Total	Longueur (m)	21627.56	11713.04	
	Poids (kg)	34135.22	28886.20	63021.42
Total avec pertes (10.00%)	Longueur (m)	23790.32	12884.34	
	Poids (kg)	37548.74	31774.82	69323.56

Résumé des quantitatifs (pertes d'acier incluses)

Élément	S-400 (kg)			Béton (m ³)	
	Ø16	Ø20	Total	C30/37	Propreté
Référence: Mur	37548.74	31774.82	69323.56	472.70	39.15

Élément	S-400 (kg)			Béton (m ³)	
	Ø16	Ø20	Total	C30/37	Propreté
Total	37548.74	31774.82	69323.56	472.70	39.15



Groupe ment GMG-LUXOS C



ANNEXE 4
NC_STNM_NIV_03

1.- NORME ET MATÉRIAUX	2
2.- ACTIONS	2
3.- DONNÉES GÉNÉRALES	2
4.- DESCRIPTION DU TERRAIN	2
5.- GÉOMÉTRIE	3
6.- SCHÉMA DES PHASES	3
7.- CHARGES	3
8.- RÉSULTATS DES PHASES	4
9.- COMBINAISONS	5
10.- DESCRIPTION DU FERRAILLAGE	5
11.- VÉRIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES ET DE RÉSISTANCE	6
12.- VÉRIFICATIONS DE STABILITÉ (CERCLE DE GLISSEMENT LE PLUS DÉFAVORABLE)	11
13.- QUANTITATIF	12

1.- NORME ET MATÉRIAUX

Norme: Eurocode 2 (UE)

Béton: C30/37

Acier des barres: S-400

Type de milieu ambiant: X0

Enrobage sur le parement avant: 5.0 cm

Enrobage sur le parement arrière: 5.0 cm

Enrobage supérieur de la fondation: 5.0 cm

Enrobage inférieur de la fondation: 5.0 cm

Enrobage latéral de la fondation: 7.5 cm

Dimension du plus gros granulat: 30 mm

2.- ACTIONS

Poussée sur l'avant: Sans poussée

Poussée sur l'arrière: Active

3.- DONNÉES GÉNÉRALES

Cote du terrain naturel: 0.00 m

Hauteur du mur au-dessus du terrain naturel: 0.00 m

Arase: Avant

Longueur du mur en vue en plan: 164.00 m

Sans joint de retrait

Type de fondation: Semelle filante

4.- DESCRIPTION DU TERRAIN

Pourcentage du frottement interne entre le terrain et le parement avant du mur: 0 %

Pourcentage du frottement interne entre le terrain et le parement arrière du mur: 0 %

Évacuation par drainage: 100 %

Contrainte admissible: 0.150 MPa

Coefficient de frottement terrain-béton: 0.60

COUCHES

Références	Cote supérieure	Description	Coefficient de poussée
1 - Sable dense	0.00 m	Poids volumique: 20.00 kN/m ³ Poids volumique déjaugé: 12.00 kN/m ³ Angle de frottement interne: 37.00 degrés Cohésion: 0.00 kN/m ²	Active arrière: 0.25

5.- GÉOMÉTRIE

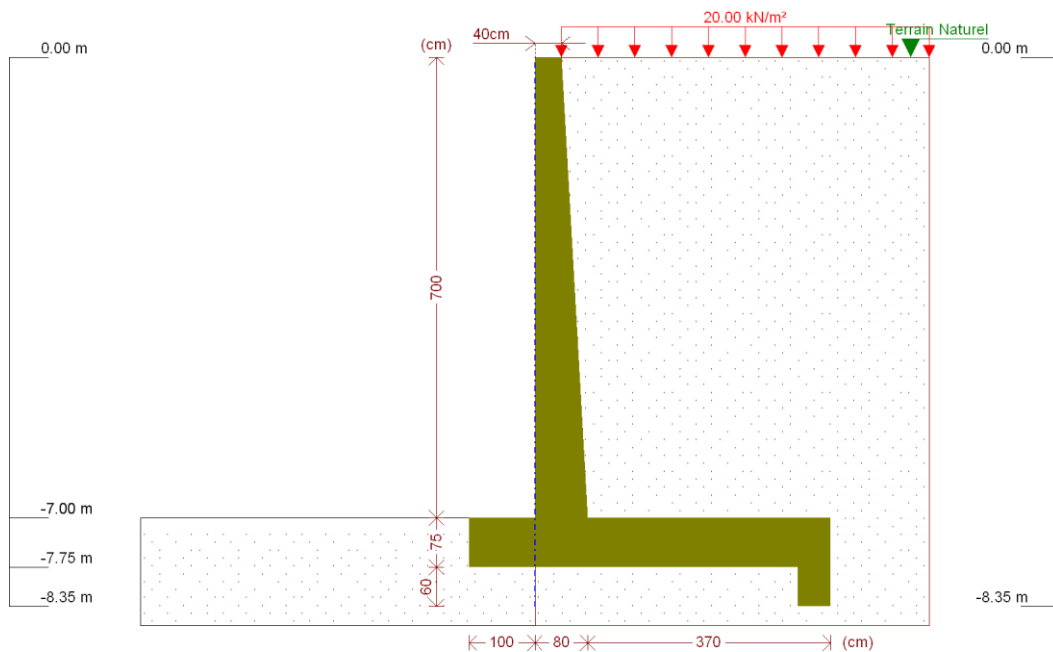
MUR

Hauteur: 7.00 m
Épaisseur supérieure: 40.0 cm
Épaisseur inférieure: 80.0 cm

SEMELLE FILANTE

Avec patin et talon
Épaisseur/Hauteur: 75 cm
Débord avant / arrière: 100.0 / 370.0 cm
Profondeur de la bêche: 60 cm
Largeur de la bêche: 50 cm
Distance à l'axe du mur: 385 cm
Béton de propreté: 10 cm

6.- SCHÉMA DES PHASES



Phase 1: Phase

7.- CHARGES

CHARGES SUR L'ARRIÈRE

Type	Cote	Données	Phase initial	Phase final
------	------	---------	---------------	-------------

Type	Cote	Données	Phase initial	Phase final
Uniforme	En surface	Valeur: 20 kN/m ²	Phase	Phase

8.- RÉSULTATS DES PHASES

Efforts non majorés.

PHASE 1: PHASE

CHARGE PERMANENTE ET POUSSÉE DES TERRES AVEC SURCHARGES

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	0.00
-0.69	7.39	5.01	1.59	9.13	0.00
-1.39	15.72	12.73	7.78	12.91	0.00
-2.09	24.88	23.09	20.42	16.69	0.00
-2.79	34.89	36.10	41.38	20.48	0.00
-3.49	45.73	51.76	72.52	24.26	0.00
-4.19	57.41	70.06	115.71	28.04	0.00
-4.89	69.93	91.01	172.81	31.82	0.00
-5.59	83.28	114.61	245.68	35.60	0.00
-6.29	97.48	140.85	336.19	39.38	0.00
-6.99	112.51	169.74	446.20	43.17	0.00
Maximum	112.73 Cote: -7.00 m	170.18 Cote: -7.00 m	447.91 Cote: -7.00 m	43.22 Cote: -7.00 m	0.00 Cote: 0.00 m
Minimum	0.00 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m	-0.00 Cote: -0.01 m	5.40 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m

CHARGE PERMANENTE ET POUSSÉE DES TERRES

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.69	7.18	1.29	0.35	3.73	0.00
-1.39	15.29	5.22	2.65	7.51	0.00
-2.09	24.24	11.80	8.75	11.29	0.00
-2.79	34.03	21.03	20.52	15.07	0.00
-3.49	44.65	32.90	39.83	18.85	0.00
-4.19	56.12	47.42	68.54	22.64	0.00
-4.89	68.42	64.59	108.52	26.42	0.00
-5.59	81.56	84.41	161.62	30.20	0.00

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
-6.29	95.53	106.87	229.71	33.98	0.00
-6.99	110.35	131.98	314.65	37.76	0.00
Maximum	110.57 Cote: -7.00 m	132.36 Cote: -7.00 m	315.98 Cote: -7.00 m	37.82 Cote: -7.00 m	0.00 Cote: 0.00 m
Minimum	0.00 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m

9.- COMBINAISONS

HYPOTHÈSES

1 - Charge permanente
2 - Poussée des terres
3 - Surcharge

COMBINAISONS POUR LES ÉTATS LIMITES ULTIMES

Combinaison	Hypothèses		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

COMBINAISONS POUR LES ÉTATS LIMITES DE SERVICE

Combinaison	Hypothèses		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

10.- DESCRIPTION DU FERRAILLAGE

COURONNEMENT				
Armature supérieure: 2Ø20				
Ancrage avant / arrière: 30 / 30 cm				
TRONÇONS				
Num.	Avant		Arrière	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø20e=15 Recouvrement: 0.9 m	Ø20e=15	Ø20e=15 Recouvrement: 0.9 m Renfort 1: Ø20 h=2.7 m	Ø20e=15

SEMELLE SUPERFICIELLE		
Armature	Longitudinal	Transversal
Supérieure	Ø20e=15	Ø25e=15 Longueur d'ancrage en prolongation: 60 cm
Inférieure	Ø20e=15	Ø20e=15 Crosse avant / arrière: 20 / 20 cm
Bêche	6Ø20	Ø20e=15 Longueur d'ancrage en prolongation: 40 cm
Longueur d'ancrage courbe en amorce: 30 cm		

11.- VÉRIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES ET DE RÉSISTANCE

Référence: Mur: SOUTÈNEMENT 7 M de 164 m

Vérification	Valeurs	État
Vérification au cisaillement en amorce du mur: <i>Norme EC-2. Article 6.2.5</i>	Maximum: 2044.6 kN/m Calculé: 255.2 kN/m	Vérifiée
Épaisseur minimale du tronçon: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 20 cm Calculé: 40 cm	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures horizontales: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i>	Minimum: 3.5 cm	
- Arrière:	Calculé: 13 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 13 cm	Vérifiée
Séparation maximale des armatures horizontales: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i>	Maximum: 40 cm	
- Arrière:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique horizontal minimum par face: <i>Norme EC-2. Article 9.6.3 (1)</i>	Minimum: 0.001	
- Arrière (-7.00 m):	Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Avant (-7.00 m):	Calculé: 0.00261	Vérifiée
Pourcentage mécanique horizontal minimum par face: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Calculé: 0.00261	
- Arrière:	Minimum: 0.00104	Vérifiée
- Avant:	Minimum: 0.00052	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face tendue: <i>Norme EC-2. Article 9.2.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013	

Référence: Mur: SOUTÈNEMENT 7 M de 164 m		
Vérification	Valeurs	État
- Arrière (-7.00 m):	Calculé: 0.00523	Vérifiée
- Arrière (-4.30 m):	Calculé: 0.00324	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face tendue: <i>Norme EC-2. Article 9.2.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013	
- Arrière (-7.00 m):	Calculé: 0.00523	Vérifiée
- Arrière (-4.30 m):	Calculé: 0.00324	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face comprimée: <i>Norme EC-2. Article 9.6.2 (2)</i>	Minimum: 0.001	
- Avant (-7.00 m):	Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Avant (-4.30 m):	Calculé: 0.00324	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face comprimée: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 2e-005	
- Avant (-7.00 m):	Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Avant (-4.30 m):	Minimum: 1e-005 Calculé: 0.00324	Vérifiée
Pourcentage géométrique maximum d'armature verticale total: <i>Norme EC-2. Article 9.6.2 (1)</i>	Maximum: 0.04	
- (0.00 m):	Calculé: 0.01047	Vérifiée
- (-4.30 m):	Calculé: 0.00973	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures verticales: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i>	Minimum: 3.5 cm	
- Arrière:	Calculé: 4.5 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 11 cm	Vérifiée
Séparation maximale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i>	Maximum: 25 cm	
- Armature verticale Arrière:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature verticale Avant:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
Vérification sous flexion composée: <i>Vérification réalisée par unité de longueur de mur</i>		Vérifiée
Vérification à l'effort tranchant: <i>Norme EC-2. Article 6.2.2</i>	Maximum: 351.5 kN/m Calculé: 211.8 kN/m	Vérifiée
Contrôle de la fissuration: <i>Norme EC-2. Article 7.3.4</i>	Maximum: 0.4 mm Calculé: 0.13 mm	Vérifiée

Référéce: Mur: SOUTENEMENT 7 M de 164 m		
Vérification	Valeurs	État
Longueur de recouvrement: <i>Norme EC-2. Article 8.7.3</i>	Calculé: 0.9 m	
- Base arrière:	Minimum: 0.63 m	Vérifiée
- Base avant:	Minimum: 0.87 m	Vérifiée
Vérification de l'ancrage de l'armature de base en couronnement: <i>Critère de CYPE</i>	Calculé: 30 cm	
- Arrière:	Minimum: 28 cm	Vérifiée
- Avant:	Minimum: 0 cm	Vérifiée
Section minimale longitudinale face supérieure poutre de couronnement: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 4 cm ² Calculé: 6.2 cm ²	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Information additionnelle:		
- Cote de la section de relation minimale 'pourcentage horizontal / pourcentage vertical' Arrière: -7.00 m		
- Cote de la section de relation minimale 'pourcentage horizontal / pourcentage vertical' Avant: -7.00 m		
- Section critique en flexion composée: Cote: -7.00 m, Md: 667.28 kN·m/m, Nd: 117.59 kN/m, Vd: 255.26 kN/m, Contrainte maximale de l'acier: 214.240 MPa		
- Section critique sous effort tranchant: Cote: -6.30 m		
- Section comportant l'ouverture maximale de fissures: Cote: -7.00 m, M: 395.13 kN·m/m, N: 111.86 kN/m		
Référéce: Semelle filante: SOUTENEMENT 7 M de 164 m		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de la stabilité: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i>		
- Coefficient de sécurité au renversement:	Minimum: 1.8 Calculé: 4.46	Vérifiée
- Coefficient de sécurité au glissement:	Minimum: 1.5 Calculé: 2.32	Vérifiée
Épaisseur minimale: - Semelle superficielle: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 15 cm Calculé: 75 cm	Vérifiée

Référence: Semelle filante: SOUTÈNEMENT 7 M de 164 m		
Vérification	Valeurs	État
Contraintes appliquées au sol: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i> - Contrainte moyenne: - Contrainte maximale:	Maximum: 0.15 MPa Calculé: 0.1465 MPa Maximum: 0.1875 MPa Calculé: 0.1874 MPa	Vérifiée Vérifiée
Flexion dans la semelle: <i>Vérification basée sur des critères résistants</i> - Armature sup. arrière: - Armature inf. arrière: - Armature inf. avant: - Moment défavorable dans la bêche:	Minimum: 26.25 cm ² /m Calculé: 32.72 cm ² /m Minimum: 0 cm ² /m Calculé: 20.94 cm ² /m Minimum: 6.38 cm ² /m Calculé: 20.94 cm ² /m Minimum: 13.78 cm ² /m Calculé: 20.94 cm ² /m	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Effort tranchant: <i>Norme EC-2. Article 6.2.2</i> - Arrière: - Avant: - Dans la bêche:	Maximum: 310.8 kN/m Calculé: 235.2 kN/m Maximum: 267.8 kN/m Calculé: 72.9 kN/m Maximum: 211 kN/m Calculé: 40.5 kN/m	Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Longueur d'ancrage: - Attentes arrière: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i> - Attentes avant: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i> - Armature inf. arrière (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i> - Armature inf. avant (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i> - Armature sup. arrière (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i> - Armature sup. avant: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i>	Minimum: 25 cm Calculé: 66 cm Minimum: 20 cm Calculé: 66 cm Minimum: 0 cm Calculé: 20 cm Minimum: 19 cm Calculé: 20 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm Minimum: 58.5 cm Calculé: 60 cm	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée

Référence: Semelle filante: SOUTÈNEMENT 7 M de 164 m		
Vérification	Valeurs	État
- Armature transversale de la bête: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i>	Minimum: 38.1 cm Calculé: 40 cm	Vérifiée
Enrobage: - Latéral: <i>Norme EC-2. Article 4.4.1.3</i>	Minimum: 7.5 cm Calculé: 7.5 cm	Vérifiée
Diamètre minimum: <i>Norme EC-2. Article 9.8.2.1.</i> - Armature transversale inférieure: - Armature longitudinale inférieure: - Armature transversale supérieure: - Armature longitudinale supérieure: - Armature longitudinale de la bête: - Armature transversale de la bête:	Minimum: Ø8 Calculé: Ø20 Calculé: Ø20 Calculé: Ø25 Calculé: Ø20 Calculé: Ø20 Calculé: Ø20	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Séparation maximale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i> - Armature transversale inférieure: - Armature transversale supérieure: - Armature longitudinale inférieure: - Armature longitudinale supérieure: - Armature longitudinale inférieure bête: - Armature transversale de la bête: - Armature longitudinale latérale bête:	Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm Maximum: 40 cm Calculé: 15 cm Maximum: 40 cm Calculé: 15 cm Maximum: 40 cm Calculé: 29 cm Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm Maximum: 40 cm Calculé: 26 cm	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Séparation minimale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i> - Armature transversale inférieure:	Minimum: 3.5 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée

Référence: Semelle filante: SOUTENEMENT 7 M de 164 m		
Vérification	Valeurs	État
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure bêche:	Calculé: 29 cm	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale latérale bêche:	Calculé: 26 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique minimum: - Armature longitudinale inférieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00279	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00279	Vérifiée
- Armature transversale inférieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00279	Vérifiée
- Armature transversale supérieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00436	Vérifiée
- Armature longitudinale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00628	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00418	Vérifiée
Pourcentage mécanique minimal: <i>Norme EC-2. Article 5.4.2.1</i>	Minimum: 0.0015	
- Armature transversale inférieure:	Calculé: 0.00279	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 0.00436	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Calculé: 0.00418	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Information additionnelle:		
- Moment fléchissant défavorable dans la section de référence de l'arrière: 600.17 kN·m/m		
- Moment fléchissant défavorable dans la section de référence de l'avant: 149.69 kN·m/m		

12.- VÉRIFICATIONS DE STABILITÉ (CERCLE DE GLISSEMENT LE PLUS DÉFAVORABLE)

Référence: Vérifications de stabilité (Cercle de glissement le plus défavorable): SOUTENEMENT 7 M de 164 m		
Vérification	Valeurs	État

Référence: Vérifications de stabilité (Cercle de glissement le plus défavorable): SOUTÈNEMENT 7
M de 164 m

Vérification	Valeurs	État
Cercle de glissement le plus défavorable: Combinaisons sans séisme: - Phase: Coordonnées du centre du cercle (-1.75 m ; 3.00 m) - Rayon: 13.00 m: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i>	Minimum: 1.5 Calculé: 2.214	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		

13.- QUANTITATIF

Référence: Mur		S-400		Total
Nom de l'armature		Ø20	Ø25	
Armature de base transversal	Longueur (m)	1093x7.24		7913.32
	Poids (kg)	1093x17.85		19515.48
Armature longitudinal	Longueur (m)	47x163.85		7700.95
	Poids (kg)	47x404.08		18991.74
Armature de base transversal	Longueur (m)	1093x7.25		7924.25
	Poids (kg)	1093x17.88		19542.44
Armature longitudinal	Longueur (m)	48x163.85		7864.80
	Poids (kg)	48x404.08		19395.82
Armature poutre de couronnement	Longueur (m)	2x163.85		327.70
	Poids (kg)	2x404.08		808.16
Armature inférieure - Transversal	Longueur (m)	1094x5.73		6268.62
	Poids (kg)	1094x14.13		15459.39
Armature inférieure - Longitudinal	Longueur (m)	37x163.85		6062.45
	Poids (kg)	37x404.08		14950.95
Armature supérieure - Transversal	Longueur (m)		1093x4.22	4612.46
	Poids (kg)		1093x16.26	17773.69
Armature supérieure - Longitudinal	Longueur (m)	25x163.85		4096.25
	Poids (kg)	25x404.08		10101.99
Armature talon - Transversal	Longueur (m)	1094x2.21		2417.74
	Poids (kg)	1094x5.45		5962.52
Armature talon - Longitudinal - Inférieure	Longueur (m)	2x163.85		327.70
	Poids (kg)	2x404.08		808.16
Armature talon - Longitudinal - Gauche	Longueur (m)	2x163.85		327.70
	Poids (kg)	2x404.08		808.16
Armature talon - Longitudinal - Droite	Longueur (m)	2x163.85		327.70
	Poids (kg)	2x404.08		808.16
Amorces - Transversal - Gauche	Longueur (m)	1093x1.85		2022.05
	Poids (kg)	1093x4.56		4986.69

Référence: Mur		S-400		Total
Nom de l'armature		Ø20	Ø25	
Amorces - Transversal - Droite	Longueur (m)	1093x1.85		2022.05
	Poids (kg)	1093x4.56		4986.69
Amorces - Transversal - Droite	Longueur (m)	1092x3.65		3985.80
	Poids (kg)	1092x9.00		9829.60
Total	Longueur (m)	59589.08	4612.46	
	Poids (kg)	146955.95	17773.69	164729.64
Total avec pertes (10.00%)	Longueur (m)	65547.99	5073.71	
	Poids (kg)	161651.55	19551.05	181202.60

Résumé des quantitatifs (pertes d'acier incluses)

Élément	S-400 (kg)			Béton (m ³)	
	Ø20	Ø25	Total	C30/37	Propreté
Référence: Mur	161651.55	19551.05	181202.60	1414.50	90.20
Total	161651.55	19551.05	181202.60	1414.50	90.20



Groupe ment GMG-LUXOS C



ANNEXE 4
NC_STNM_NIV_03

1.- NORME ET MATÉRIAUX	2
2.- ACTIONS	2
3.- DONNÉES GÉNÉRALES	2
4.- DESCRIPTION DU TERRAIN	2
5.- GÉOMÉTRIE	3
6.- SCHÉMA DES PHASES	3
7.- CHARGES	3
8.- RÉSULTATS DES PHASES	4
9.- COMBINAISONS	5
10.- DESCRIPTION DU FERRAILLAGE	5
11.- VÉRIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES ET DE RÉSISTANCE	6
12.- VÉRIFICATIONS DE STABILITÉ (CERCLE DE GLISSEMENT LE PLUS DÉFAVORABLE)	11
13.- QUANTITATIF	12

1.- NORME ET MATÉRIAUX

Norme: Eurocode 2 (UE)

Béton: C30/37

Acier des barres: S-400

Type de milieu ambiant: X0

Enrobage sur le parement avant: 5.0 cm

Enrobage sur le parement arrière: 5.0 cm

Enrobage supérieur de la fondation: 5.0 cm

Enrobage inférieur de la fondation: 5.0 cm

Enrobage latéral de la fondation: 7.5 cm

Dimension du plus gros granulat: 30 mm

2.- ACTIONS

Poussée sur l'avant: Sans poussée

Poussée sur l'arrière: Active

3.- DONNÉES GÉNÉRALES

Cote du terrain naturel: 0.00 m

Hauteur du mur au-dessus du terrain naturel: 0.00 m

Arase: Avant

Longueur du mur en vue en plan: 181.00 m

Sans joint de retrait

Type de fondation: Semelle filante

4.- DESCRIPTION DU TERRAIN

Pourcentage du frottement interne entre le terrain et le parement avant du mur: 0 %

Pourcentage du frottement interne entre le terrain et le parement arrière du mur: 0 %

Évacuation par drainage: 100 %

Contrainte admissible: 0.150 MPa

Coefficient de frottement terrain-béton: 0.60

COUCHES

Références	Cote supérieure	Description	Coefficient de poussée
1 - Sable dense	0.00 m	Poids volumique: 20.00 kN/m ³ Poids volumique déjaugé: 12.00 kN/m ³ Angle de frottement interne: 37.00 degrés Cohésion: 0.00 kN/m ²	Active arrière: 0.25

5.- GÉOMÉTRIE

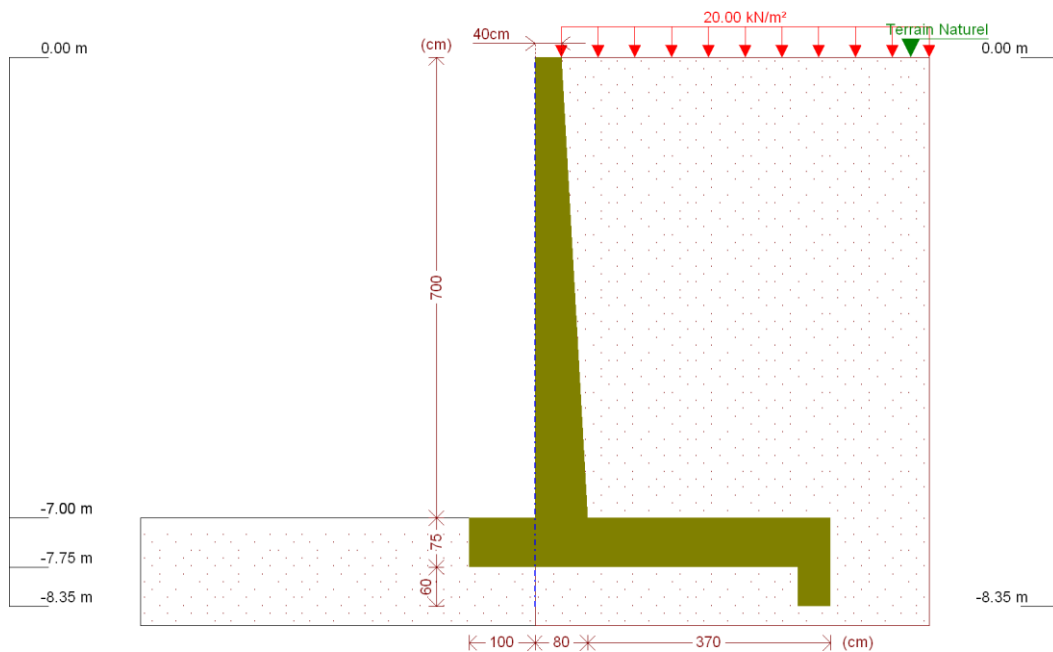
MUR

Hauteur: 7.00 m
Épaisseur supérieure: 40.0 cm
Épaisseur inférieure: 80.0 cm

SEMELLE FILANTE

Avec patin et talon
Épaisseur/Hauteur: 75 cm
Débord avant / arrière: 100.0 / 370.0 cm
Profondeur de la bêche: 60 cm
Largeur de la bêche: 50 cm
Distance à l'axe du mur: 385 cm
Béton de propreté: 10 cm

6.- SCHÉMA DES PHASES



7.- CHARGES

CHARGES SUR L'ARRIÈRE

Type	Cote	Données	Phase initial	Phase final
------	------	---------	---------------	-------------

Type	Cote	Données	Phase initial	Phase final
Uniforme	En surface	Valeur: 20 kN/m ²	Phase	Phase

8.- RÉSULTATS DES PHASES

Efforts non majorés.

PHASE 1: PHASE

CHARGE PERMANENTE ET POUSSÉE DES TERRES AVEC SURCHARGES

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	0.00
-0.69	7.39	5.01	1.59	9.13	0.00
-1.39	15.72	12.73	7.78	12.91	0.00
-2.09	24.88	23.09	20.42	16.69	0.00
-2.79	34.89	36.10	41.38	20.48	0.00
-3.49	45.73	51.76	72.52	24.26	0.00
-4.19	57.41	70.06	115.71	28.04	0.00
-4.89	69.93	91.01	172.81	31.82	0.00
-5.59	83.28	114.61	245.68	35.60	0.00
-6.29	97.48	140.85	336.19	39.38	0.00
-6.99	112.51	169.74	446.20	43.17	0.00
Maximum	112.73 Cote: -7.00 m	170.18 Cote: -7.00 m	447.91 Cote: -7.00 m	43.22 Cote: -7.00 m	0.00 Cote: 0.00 m
Minimum	0.00 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m	-0.00 Cote: -0.01 m	5.40 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m

CHARGE PERMANENTE ET POUSSÉE DES TERRES

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.69	7.18	1.29	0.35	3.73	0.00
-1.39	15.29	5.22	2.65	7.51	0.00
-2.09	24.24	11.80	8.75	11.29	0.00
-2.79	34.03	21.03	20.52	15.07	0.00
-3.49	44.65	32.90	39.83	18.85	0.00
-4.19	56.12	47.42	68.54	22.64	0.00
-4.89	68.42	64.59	108.52	26.42	0.00
-5.59	81.56	84.41	161.62	30.20	0.00

Cote (m)	Diagramme d'effort normal (kN/m)	Diagramme d'effort tranchant (kN/m)	Diagramme de moment fléchissant (kN·m/m)	Diagramme de poussée (kN/m ²)	Pression hydrostatique (kN/m ²)
-6.29	95.53	106.87	229.71	33.98	0.00
-6.99	110.35	131.98	314.65	37.76	0.00
Maximum	110.57 Cote: -7.00 m	132.36 Cote: -7.00 m	315.98 Cote: -7.00 m	37.82 Cote: -7.00 m	0.00 Cote: 0.00 m
Minimum	0.00 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m	0.00 Cote: 0.00 m

9.- COMBINAISONS

HYPOTHÈSES

1 - Charge permanente
2 - Poussée des terres
3 - Surcharge

COMBINAISONS POUR LES ÉTATS LIMITES ULTIMES

Combinaison	Hypothèses		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

COMBINAISONS POUR LES ÉTATS LIMITES DE SERVICE

Combinaison	Hypothèses		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

10.- DESCRIPTION DU FERRAILLAGE

COURONNEMENT				
Armature supérieure: 2Ø20				
Ancrage avant / arrière: 30 / 30 cm				
TRONÇONS				
Num.	Avant		Arrière	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø20e=15 Recouvrement: 0.9 m	Ø20e=15	Ø20e=15 Recouvrement: 0.9 m Renfort 1: Ø20 h=2.7 m	Ø20e=15

SEMELLE SUPERFICIELLE		
Armature	Longitudinal	Transversal
Supérieure	Ø20e=15	Ø25e=15 Longueur d'ancrage en prolongation: 60 cm
Inférieure	Ø20e=15	Ø20e=15 Crosse avant / arrière: 20 / 20 cm
Bêche	6Ø20	Ø20e=15 Longueur d'ancrage en prolongation: 40 cm
Longueur d'ancrage courbe en amorce: 30 cm		

11.- VÉRIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES ET DE RÉSISTANCE

Référence: Mur: SOUTÈNEMENT 7 M

Vérification	Valeurs	État
Vérification au cisaillement en amorce du mur: <i>Norme EC-2. Article 6.2.5</i>	Maximum: 2044.6 kN/m Calculé: 255.2 kN/m	Vérifiée
Épaisseur minimale du tronçon: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 20 cm Calculé: 40 cm	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures horizontales: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i>	Minimum: 3.5 cm	
- Arrière:	Calculé: 13 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 13 cm	Vérifiée
Séparation maximale des armatures horizontales: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i>	Maximum: 40 cm	
- Arrière:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique horizontal minimum par face: <i>Norme EC-2. Article 9.6.3 (1)</i>	Minimum: 0.001	
- Arrière (-7.00 m):	Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Avant (-7.00 m):	Calculé: 0.00261	Vérifiée
Pourcentage mécanique horizontal minimum par face: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Calculé: 0.00261	
- Arrière:	Minimum: 0.00104	Vérifiée
- Avant:	Minimum: 0.00052	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face tendue: <i>Norme EC-2. Article 9.2.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013	

Référence: Mur: SOUTENEMENT 7 M		
Vérification	Valeurs	État
- Arrière (-7.00 m):	Calculé: 0.00523	Vérifiée
- Arrière (-4.30 m):	Calculé: 0.00324	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face tendue: <i>Norme EC-2. Article 9.2.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013	
- Arrière (-7.00 m):	Calculé: 0.00523	Vérifiée
- Arrière (-4.30 m):	Calculé: 0.00324	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face comprimée: <i>Norme EC-2. Article 9.6.2 (2)</i>	Minimum: 0.001	
- Avant (-7.00 m):	Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Avant (-4.30 m):	Calculé: 0.00324	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face comprimée: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 2e-005	
- Avant (-7.00 m):	Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Avant (-4.30 m):	Minimum: 1e-005 Calculé: 0.00324	Vérifiée
Pourcentage géométrique maximum d'armature verticale total: <i>Norme EC-2. Article 9.6.2 (1)</i>	Maximum: 0.04	
- (0.00 m):	Calculé: 0.01047	Vérifiée
- (-4.30 m):	Calculé: 0.00973	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures verticales: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i>	Minimum: 3.5 cm	
- Arrière:	Calculé: 4.5 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 11 cm	Vérifiée
Séparation maximale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i>	Maximum: 25 cm	
- Armature verticale Arrière:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature verticale Avant:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
Vérification sous flexion composée: <i>Vérification réalisée par unité de longueur de mur</i>		Vérifiée
Vérification à l'effort tranchant: <i>Norme EC-2. Article 6.2.2</i>	Maximum: 351.5 kN/m Calculé: 211.8 kN/m	Vérifiée
Contrôle de la fissuration: <i>Norme EC-2. Article 7.3.4</i>	Maximum: 0.4 mm Calculé: 0.13 mm	Vérifiée

Référence: Mur: SOUTENEMENT 7 M		
Vérification	Valeurs	État
Longueur de recouvrement: <i>Norme EC-2. Article 8.7.3</i> - Base arrière: - Base avant:	Calculé: 0.9 m Minimum: 0.63 m Minimum: 0.87 m	 Vérifiée Vérifiée
Vérification de l'ancrage de l'armature de base en couronnement: <i>Critère de CYPE</i> - Arrière: - Avant:	Calculé: 30 cm Minimum: 28 cm Minimum: 0 cm	 Vérifiée Vérifiée
Section minimale longitudinale face supérieure poutre de couronnement: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 4 cm ² Calculé: 6.2 cm ²	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Information additionnelle:		
- Cote de la section de relation minimale 'pourcentage horizontal / pourcentage vertical' Arrière: -7.00 m - Cote de la section de relation minimale 'pourcentage horizontal / pourcentage vertical' Avant: -7.00 m - Section critique en flexion composée: Cote: -7.00 m, Md: 667.28 kN·m/m, Nd: 117.59 kN/m, Vd: 255.26 kN/m, Contrainte maximale de l'acier: 214.240 MPa - Section critique sous effort tranchant: Cote: -6.30 m - Section comportant l'ouverture maximale de fissures: Cote: -7.00 m, M: 395.13 kN·m/m, N: 111.86 kN/m		
Référence: Semelle filante: SOUTENEMENT 7 M		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de la stabilité: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i> - Coefficient de sécurité au renversement: - Coefficient de sécurité au glissement:	 Minimum: 1.8 Calculé: 4.46 Minimum: 1.5 Calculé: 2.32	 Vérifiée Vérifiée
Épaisseur minimale: - Semelle superficielle: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 15 cm Calculé: 75 cm	Vérifiée

Référence: Semelle filante: SOUTENEMENT 7 M		
Vérification	Valeurs	État
Contraintes appliquées au sol: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i> - Contrainte moyenne: - Contrainte maximale:	Maximum: 0.15 MPa Calculé: 0.1465 MPa Maximum: 0.1875 MPa Calculé: 0.1874 MPa	Vérifiée Vérifiée
Flexion dans la semelle: <i>Vérification basée sur des critères résistants</i> - Armature sup. arrière: - Armature inf. arrière: - Armature inf. avant: - Moment défavorable dans la bêche:	Minimum: 26.25 cm ² /m Calculé: 32.72 cm ² /m Minimum: 0 cm ² /m Calculé: 20.94 cm ² /m Minimum: 6.38 cm ² /m Calculé: 20.94 cm ² /m Minimum: 13.78 cm ² /m Calculé: 20.94 cm ² /m	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Effort tranchant: <i>Norme EC-2. Article 6.2.2</i> - Arrière: - Avant: - Dans la bêche:	Maximum: 310.8 kN/m Calculé: 235.2 kN/m Maximum: 267.8 kN/m Calculé: 72.9 kN/m Maximum: 211 kN/m Calculé: 40.5 kN/m	Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Longueur d'ancrage: - Attentes arrière: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i> - Attentes avant: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i> - Armature inf. arrière (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i> - Armature inf. avant (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i> - Armature sup. arrière (Crosse): <i>Norme UNI EN 1992-1-1. Article 8.4</i> - Armature sup. avant: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i>	Minimum: 25 cm Calculé: 66 cm Minimum: 20 cm Calculé: 66 cm Minimum: 0 cm Calculé: 20 cm Minimum: 19 cm Calculé: 20 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm Minimum: 58.5 cm Calculé: 60 cm	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée

Référence: Semelle filante: SOUTENEMENT 7 M		
Vérification	Valeurs	État
- Armature transversale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 8.4.4</i>	Minimum: 38.1 cm Calculé: 40 cm	Vérifiée
Enrobage: - Latéral: <i>Norme EC-2. Article 4.4.1.3</i>	Minimum: 7.5 cm Calculé: 7.5 cm	Vérifiée
Diamètre minimum: <i>Norme EC-2. Article 9.8.2.1.</i>	Minimum: Ø8	
- Armature transversale inférieure:	Calculé: Ø20	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure:	Calculé: Ø20	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: Ø25	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: Ø20	Vérifiée
- Armature longitudinale de la bêche:	Calculé: Ø20	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Calculé: Ø20	Vérifiée
Séparation maximale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (3)</i>		
- Armature transversale inférieure:	Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure:	Maximum: 40 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Maximum: 40 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure bêche:	Maximum: 40 cm Calculé: 29 cm	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Maximum: 25 cm Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale latérale bêche:	Maximum: 40 cm Calculé: 26 cm	Vérifiée
Séparation minimale entre barres: <i>Norme EC-2. Article 8.2 (2)</i>	Minimum: 3.5 cm	
- Armature transversale inférieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée

Référence: Semelle filante: SOUTENEMENT 7 M		
Vérification	Valeurs	État
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure bêche:	Calculé: 29 cm	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Calculé: 15 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale latérale bêche:	Calculé: 26 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique minimum: - Armature longitudinale inférieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00279	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00279	Vérifiée
- Armature transversale inférieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00279	Vérifiée
- Armature transversale supérieure: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00436	Vérifiée
- Armature longitudinale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (1)</i>	Minimum: 0.0013 Calculé: 0.00628	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche: <i>Norme EC-2. Article 9.3.1.1 (2)</i>	Minimum: 0.00026 Calculé: 0.00418	Vérifiée
Pourcentage mécanique minimal: <i>Norme EC-2. Article 5.4.2.1</i>	Minimum: 0.0015	
- Armature transversale inférieure:	Calculé: 0.00279	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 0.00436	Vérifiée
- Armature transversale de la bêche:	Calculé: 0.00418	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Information additionnelle:		
- Moment fléchissant défavorable dans la section de référence de l'arrière: 600.17 kN·m/m		
- Moment fléchissant défavorable dans la section de référence de l'avant: 149.69 kN·m/m		

12.- VÉRIFICATIONS DE STABILITÉ (CERCLE DE GLISSEMENT LE PLUS DÉFAVORABLE)

Référence: Vérifications de stabilité (Cercle de glissement le plus défavorable): SOUTENEMENT 7 M		
Vérification	Valeurs	État

Référence: Vérifications de stabilité (Cercle de glissement le plus défavorable): SOUTENEMENT 7 M

Vérification	Valeurs	État
Cercle de glissement le plus défavorable: Combinaisons sans séisme: - Phase: Coordonnées du centre du cercle (-1.75 m ; 3.00 m) - Rayon: 13.00 m: <i>Valeur introduite par l'utilisateur.</i>	Minimum: 1.5 Calculé: 2.214	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		

13.- QUANTITATIF

Référence: Mur		S-400		Total
Nom de l'armature		Ø20	Ø25	
Armature de base transversal	Longueur (m)	1207x7.24		8738.68
	Poids (kg)	1207x17.85		21550.95
Armature longitudinal	Longueur (m)	47x180.85		8499.95
	Poids (kg)	47x446.00		20962.20
Armature de base transversal	Longueur (m)	1207x7.25		8750.75
	Poids (kg)	1207x17.88		21580.71
Armature longitudinal	Longueur (m)	48x180.85		8680.80
	Poids (kg)	48x446.00		21408.21
Armature poutre de couronnement	Longueur (m)	2x180.85		361.70
	Poids (kg)	2x446.00		892.01
Armature inférieure - Transversal	Longueur (m)	1207x5.73		6916.11
	Poids (kg)	1207x14.13		17056.21
Armature inférieure - Longitudinal	Longueur (m)	37x180.85		6691.45
	Poids (kg)	37x446.00		16502.16
Armature supérieure - Transversal	Longueur (m)		1207x4.22	5093.54
	Poids (kg)		1207x16.26	19627.49
Armature supérieure - Longitudinal	Longueur (m)	25x180.85		4521.25
	Poids (kg)	25x446.00		11150.11
Armature talon - Transversal	Longueur (m)	1207x2.21		2667.47
	Poids (kg)	1207x5.45		6578.40
Armature talon - Longitudinal - Inférieure	Longueur (m)	2x180.85		361.70
	Poids (kg)	2x446.00		892.01
Armature talon - Longitudinal - Gauche	Longueur (m)	2x180.85		361.70
	Poids (kg)	2x446.00		892.01
Armature talon - Longitudinal - Droite	Longueur (m)	2x180.85		361.70
	Poids (kg)	2x446.00		892.01
Amorces - Transversal - Gauche	Longueur (m)	1207x1.85		2232.95
	Poids (kg)	1207x4.56		5506.80

Référence: Mur		S-400		Total
Nom de l'armature		Ø20	Ø25	
Amorces - Transversal - Droite	Longueur (m)	1207x1.85		2232.95
	Poids (kg)	1207x4.56		5506.80
Amorces - Transversal - Droite	Longueur (m)	1206x3.65		4401.90
	Poids (kg)	1206x9.00		10855.77
Total	Longueur (m)	65781.06	5093.54	
	Poids (kg)	162226.36	19627.49	181853.85
Total avec pertes (10.00%)	Longueur (m)	72359.17	5602.89	
	Poids (kg)	178449.00	21590.23	200039.23

Résumé des quantitatifs (pertes d'acier incluses)

Élément	S-400 (kg)			Béton (m ³)	
	Ø20	Ø25	Total	C30/37	Propreté
Référence: Mur	178449.00	21590.23	200039.23	1561.13	99.55
Total	178449.00	21590.23	200039.23	1561.13	99.55







Groupe ment GMG-LUXOS C



Annexe 5:
Plans d'exécution de la glissière



Légende

-  Courbes de niveau
-  Tracé de la glissière
-  Tracé de l'Exutoire (Rivière Kemi)
-  Concession

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARLU



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Vue en plan de la glissière

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2000	PL_DRN_ASS_01

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION	
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	

Légende

- TN
- Ligneprojet (pateforme)
- Déblai
- Remblai

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARLU



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Profil en long de la glissière

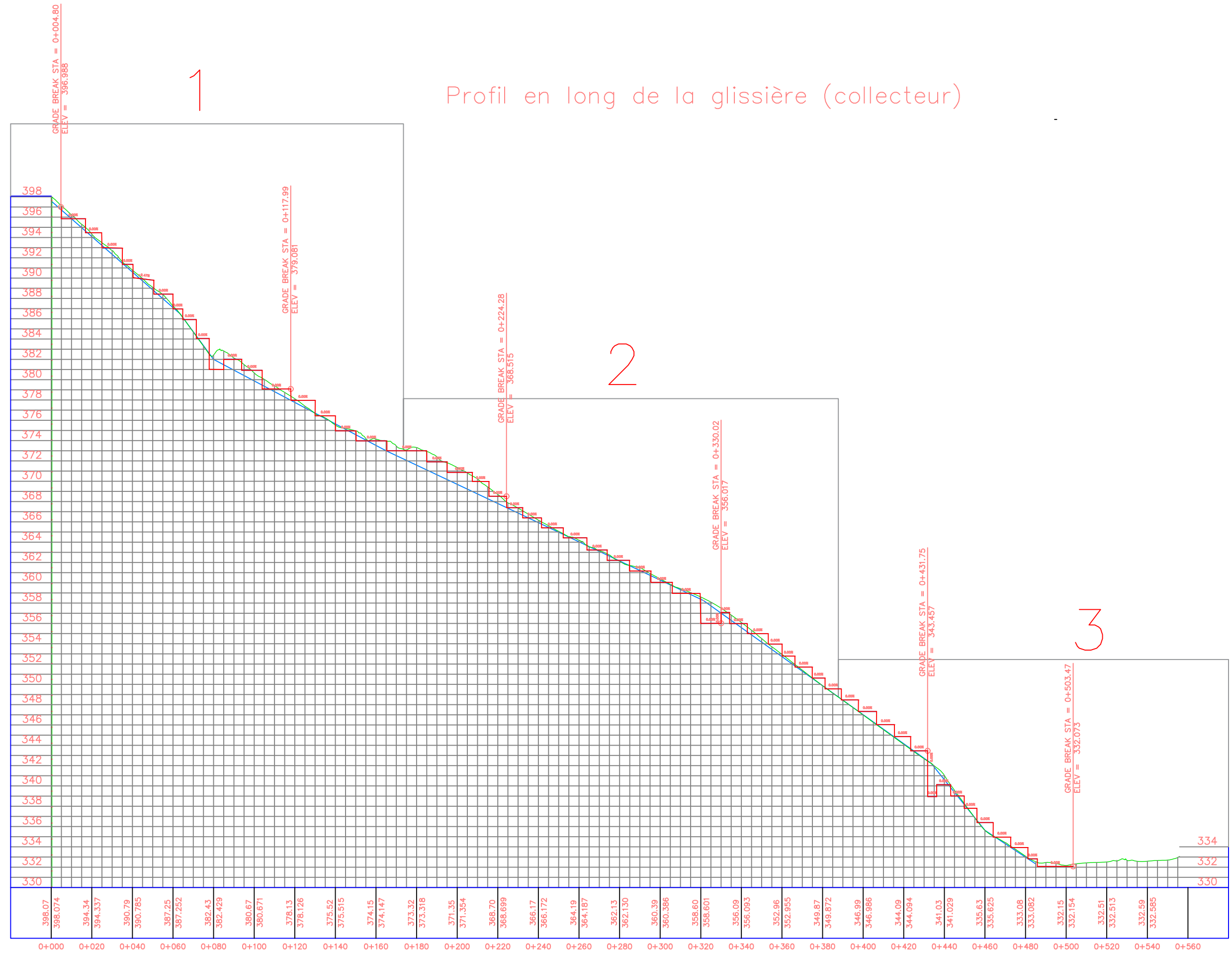
ÉCHELLE	PLANCHE
1/2000	PL_DRN_ASS_02

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION	
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	

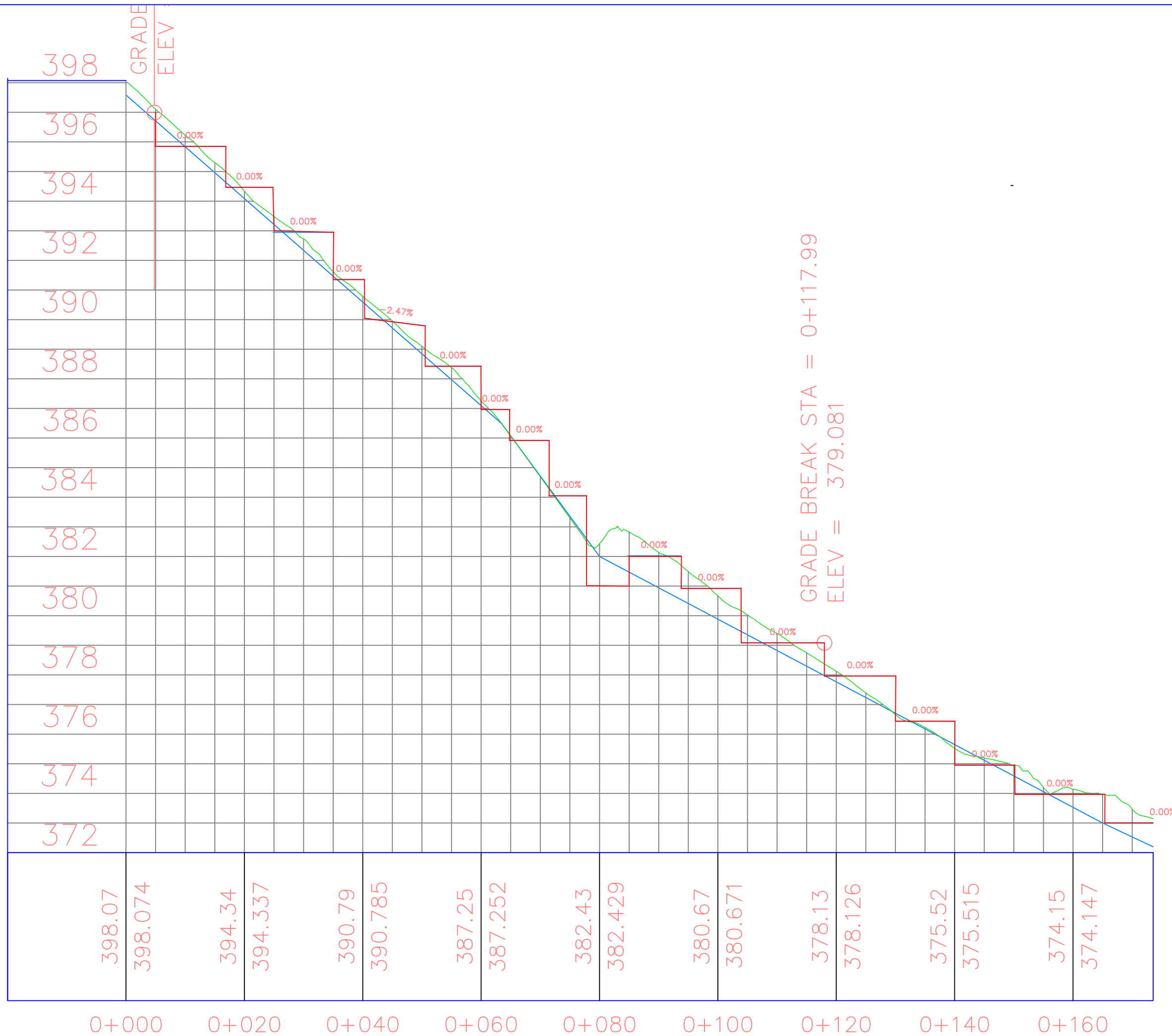
Profil en long de la glissière (collecteur)



1

2

3



Légende

- TN
- Ligneprojet (pateforme)
- Déblai
- Remblai

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

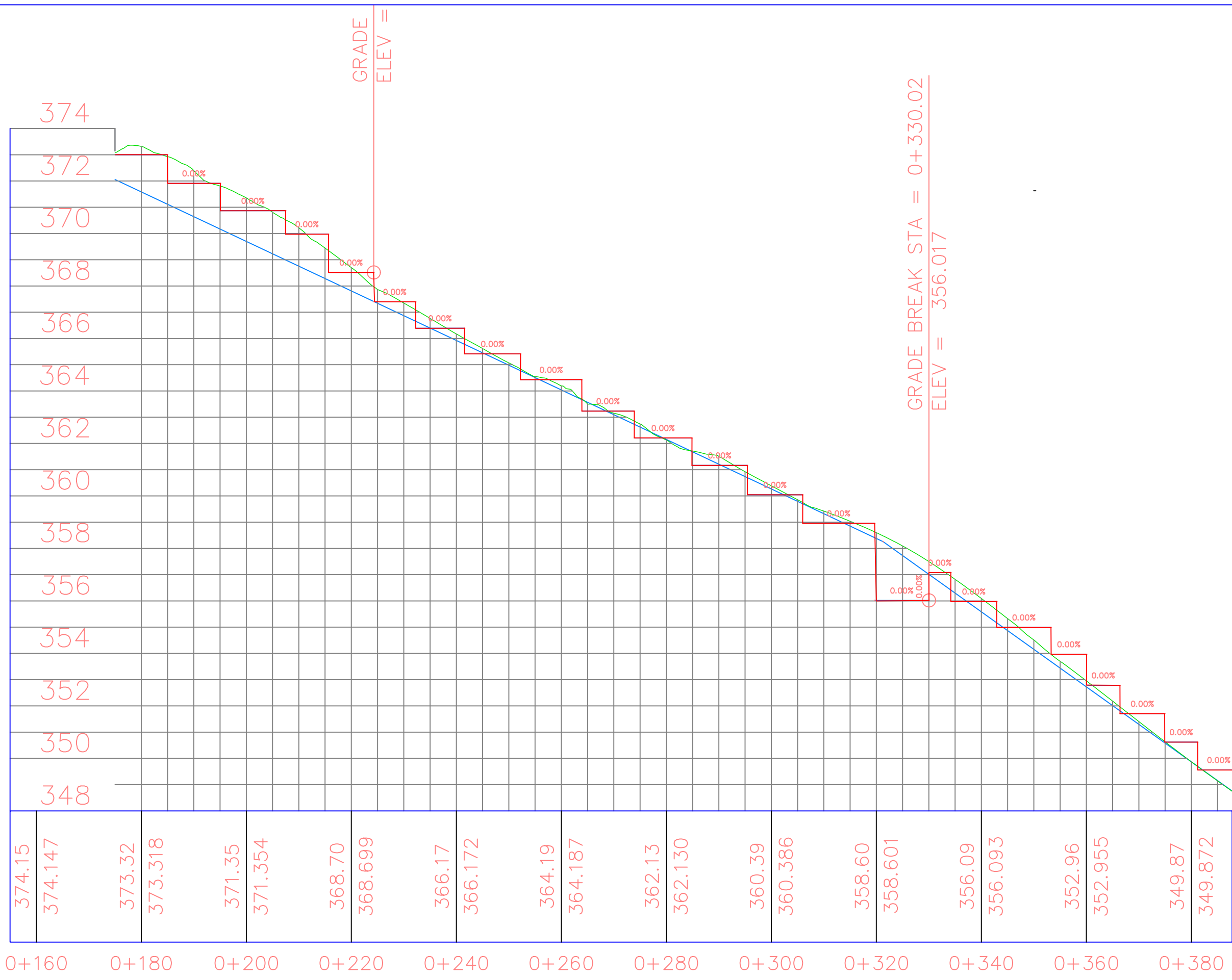
NOM DU PLAN :
Profil en long de la glissière

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2000	PL_DRN_ASS_03

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION	
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	



Légende

- TN
- Ligne projet
- Pente moyenne

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

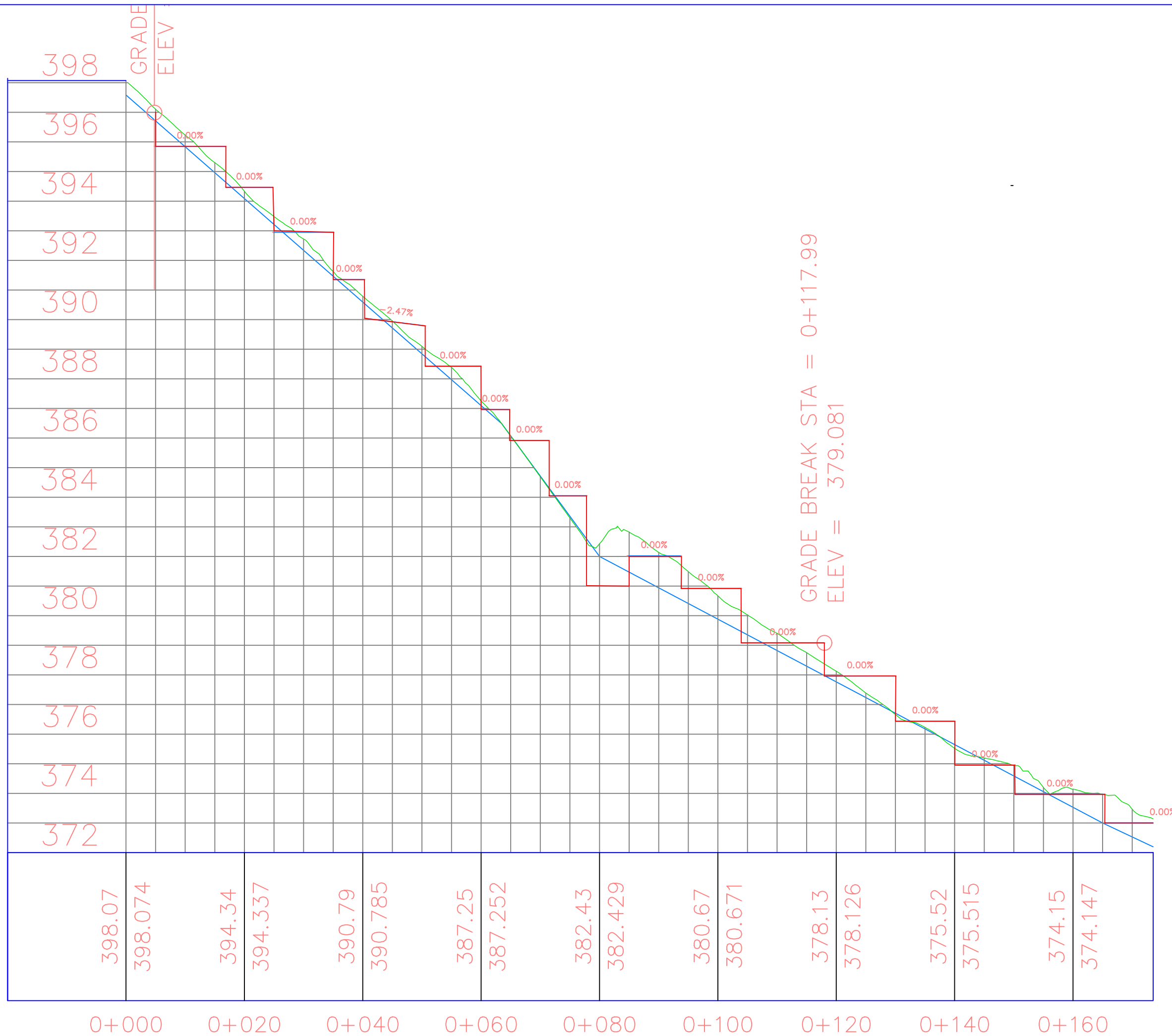
NOM DU PLAN :
Profil en long de la glissière

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2000	PL_DRN_ASS_04

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION	
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	



Légende

- TN
- Ligne projet
- Pente moyenne

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

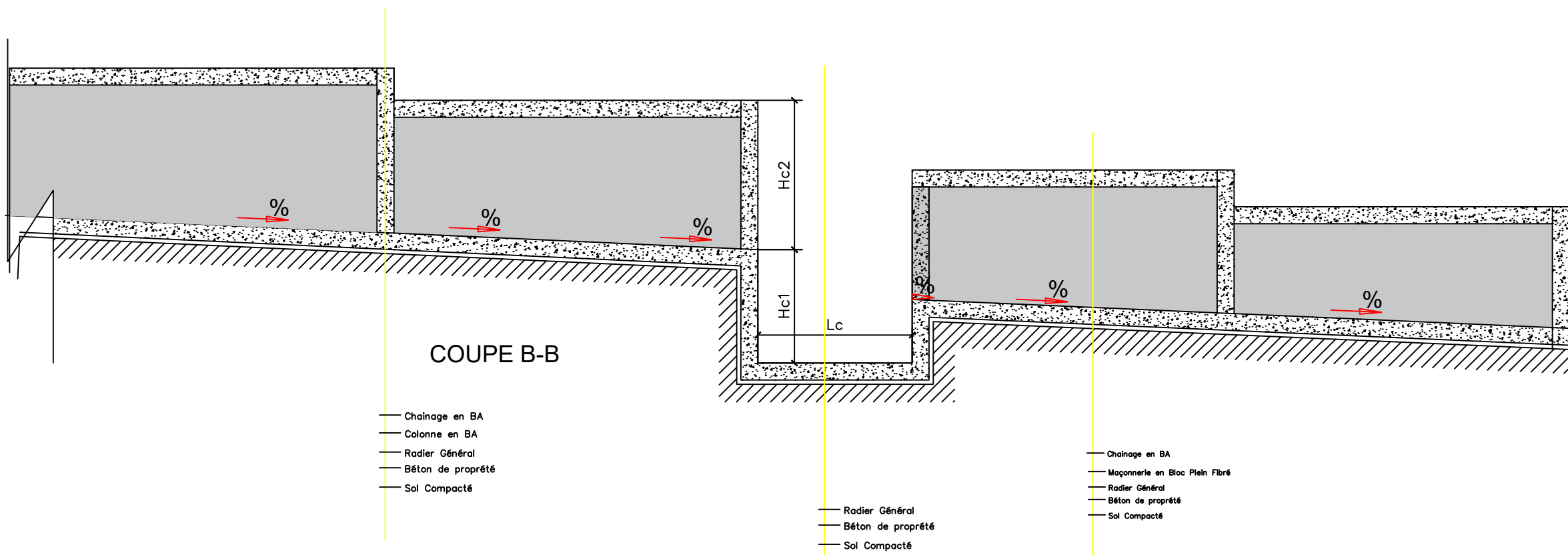
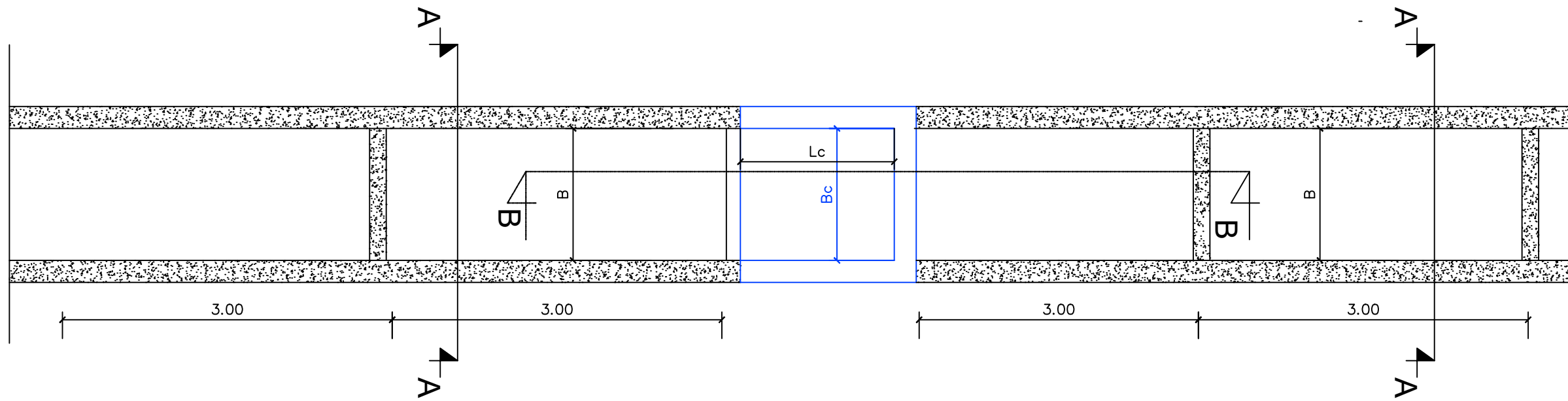
NOM DU PLAN :
Profil en long de la glissière

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2000	PL_DRN_ASS_05

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION	
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	



- Chainage en BA
- Colonne en BA
- Radier Général
- Béton de propreté
- Sol Compacté

- Radier Général
- Béton de propreté
- Sol Compacté

- Chainage en BA
- Maçonnerie en Bloc Plein Fibré
- Radier Général
- Béton de propreté
- Sol Compacté

NOTE SPECIALE

- 1. Résistance à la compression du béton à 28 jours (C25/30)**
 - Colonne & chainage $f_c=25$ Mpa
 - Radier $f_c=25$ Mpa
- 2. Résistance de l'acier (S400)**
 - Colonne & chainage $f_y=400$ Mpa
 - Radier $f_y=400$ Mpa
- 3. Enrobage**
 - Colonne & chainage $c=3$ cm
 - Radier $c=5$ cm
- 4. Recouvrement des barres**
 - (40 Φ)

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

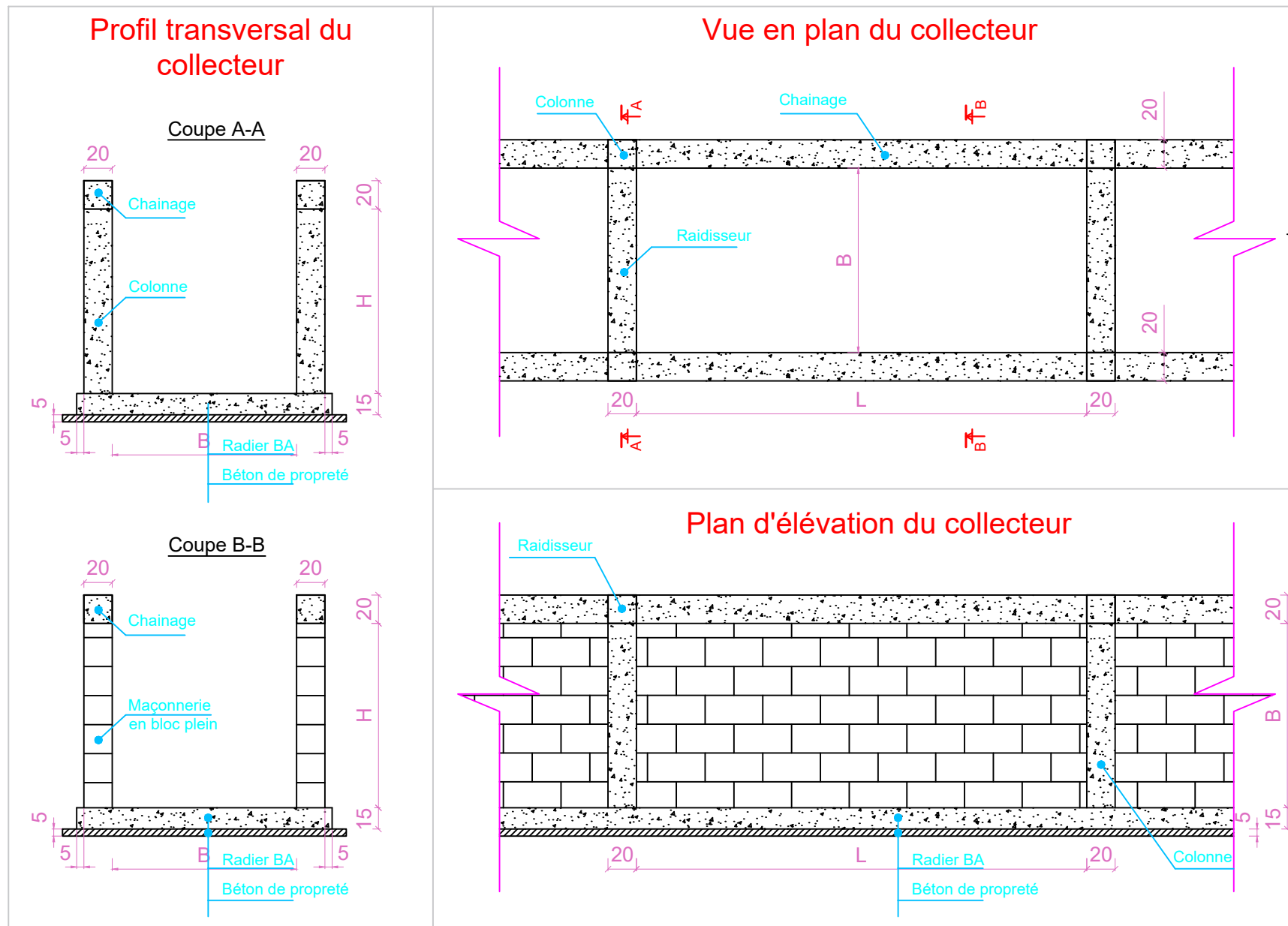
NOM DU PLAN :
Vue en plan et coupe de la glissière

ÉCHELLE	PLANCHE
1/100	PL_DRN_ASS_06

DESSIN :
Genius Masta Group

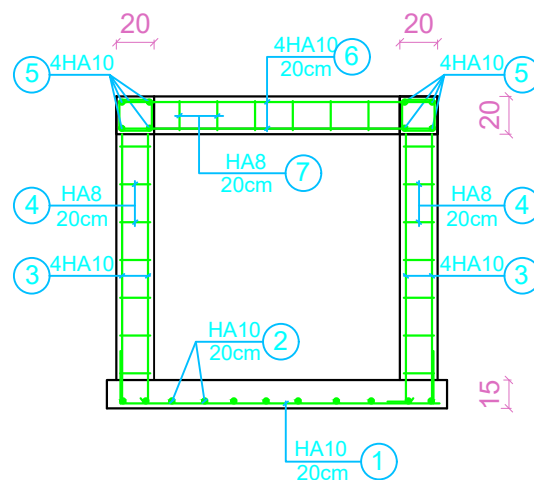
OBSERVATION	
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	



L: Distance entre raidisseurs
 B: Largeur de la section
 H: Hauteur de la section

Plan de ferrailage du collecteur



COLLECTEUR CREN-K				
CODE	Dimensions			
	Base radier [m]	Hauteur [m]	Entredistance raidisseur [m]	Longueur [m]
T1-100x120	1,00	1,20	3,00	80,00
T2-140x160	1,40	1,60	3,00	140,00
T3-140x200	1,40	2,00	3,00	265,00
Total				485,00

BORDERRAU DES ARMATURES			
N°	Armature	Forme	Acier
①	H10		HA 400
②	H10		HA 400
③	H10		HA 400
④	H8		HA 400
⑤	H10		HA 400
⑥	H10		HA 400
⑦	H8		HA 400

NOTE SPECIALE

- Résistance à la compression du béton à 28 jours (C25/30)**
 - Colonne & chainage $f_c=25$ Mpa
 - Radier $f_c=25$ Mpa
- Résistance de l'acier (S400)**
 - Colonne & chainage $f_y=400$ Mpa
 - Radier $f_y=400$ Mpa
- Enrobage**
 - Colonne & chainage $c=3$ cm
 - Radier $c=5$ cm
- Recouvrement des barres**
 - (40Φ)

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :

Vue en plan et coupe de la glissière

ÉCHELLE	PLANCHE
1/100	PL_DRN_ASS_07

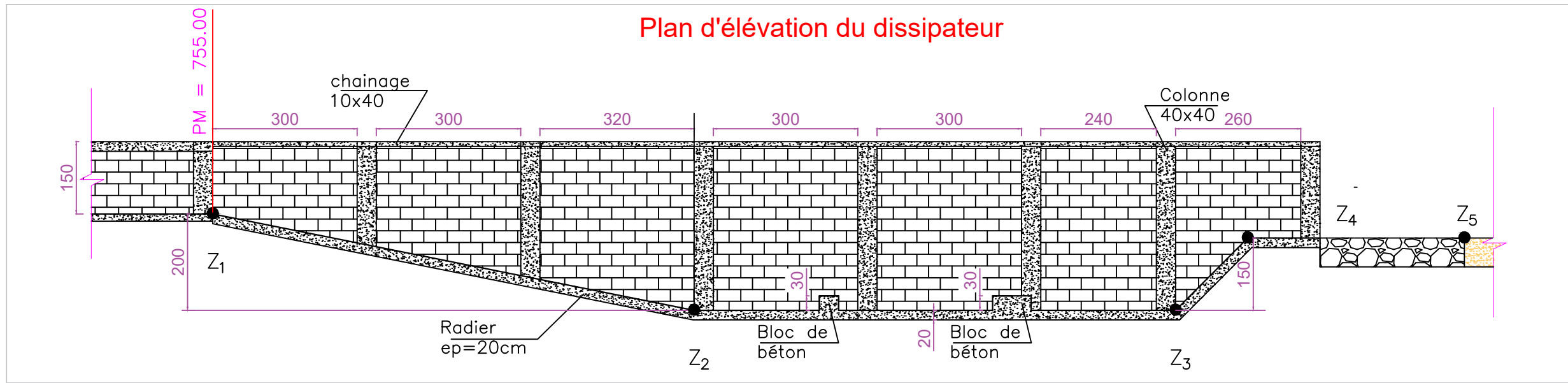
DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

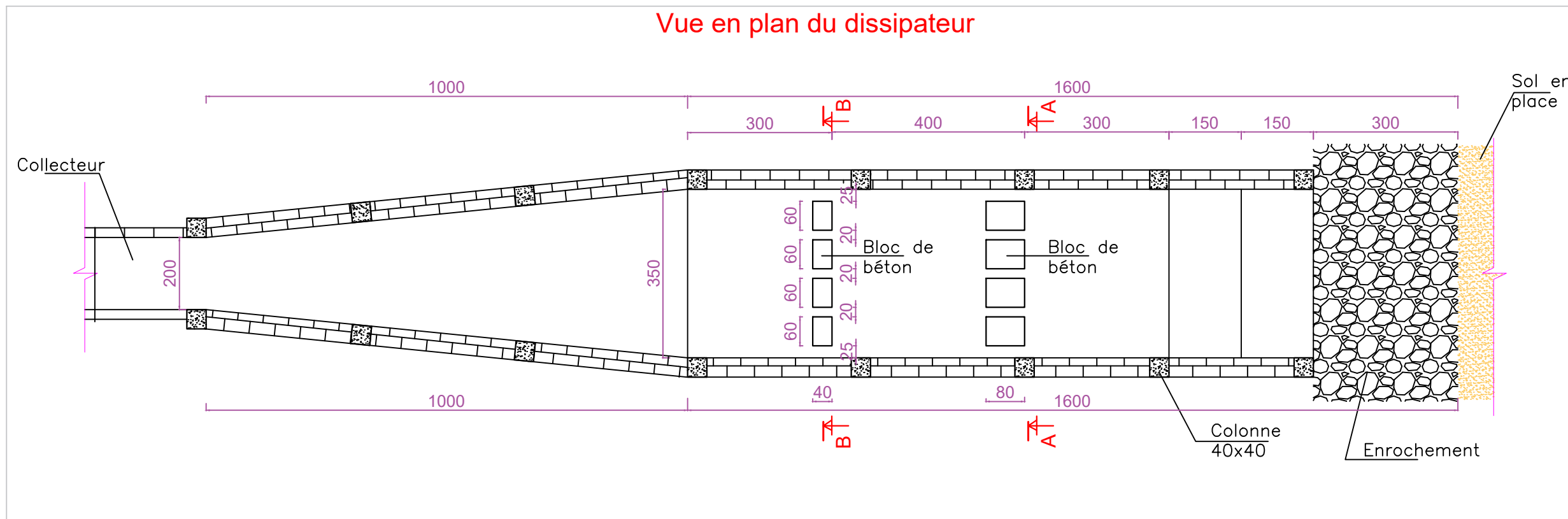
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	

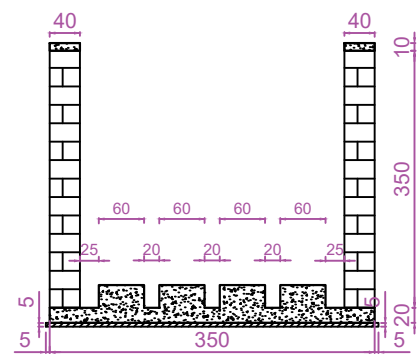
Plan d'élévation du dissipateur



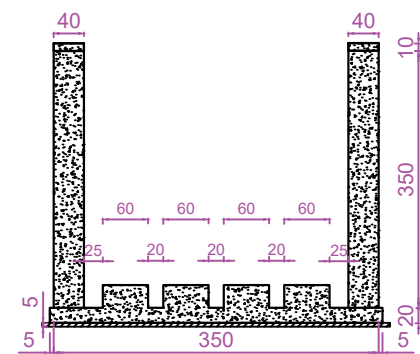
Vue en plan du dissipateur



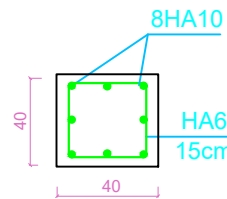
Coupe B-B



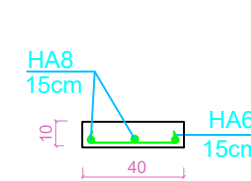
Coupe A-A



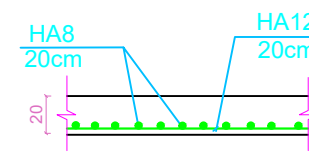
Ferailage colonne



Ferailage chainage



Ferailage radier



NOTE SPECIALE

- Résistance à la compression du béton à 28 jours (C25/30)**
 - Colonne & chainage $f_c=25$ Mpa
 - Radier $f_c=25$ Mpa
- Résistance de l'acier (S400)**
 - Colonne & chainage $f_y=400$ Mpa
 - Radier $f_y=400$ Mpa
- Enrobage**
 - Colonne & chainage $c=3$ cm
 - Radier $c=5$ cm
- Recouvrement des barres**
 - (40 Φ)

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C SARLU & GMG SARLU



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :

Vuen plan et coupe
Dissipateur

ÉCHELLE	PLANCHE
1/100	PL_DRN_ASS_08

DESSIN :

Genius Masta Group

OBSERVATION	
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	

Annexe 6 :
Notes des calculs de la glissière

ANNEXE 6 :

NC_DRN_ASS_01

Sommaire

1. Présentation	1
2. Dimensionnement hydraulique	3
2.1. Plans	3
2.1.1. plans topographique.....	3
2.1.2. Vue en plan du collecteur.....	4
2.2. Evaluation du débit à évacuer	5
2.3. Détermination des débits.....	5
2.3.1. Intensité.....	5
2.3.2. Coefficient de ruissellement.....	8
2.3.3. Coefficient fröhling.....	8
2.3.4. Débits	9
3. Dimensionnement hydraulique	9
3.1. Dimensions des ouvrages hydrauliques	11

Liste des figures

Figure 1: Extrait topographique du complexe C.G.E.A/CREN_K	3
Figure 2: Plan topographique du site.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 3: Evaluation du débit à évacuer	9

Liste des tableaux

Tableau 1: Profil du terrain naturel	5
Tableau 2: Données METELSAT 1997-2004	7
Tableau 3: Valeurs approximatives du coefficient de ruissellement.....	8
Tableau 4: Récapitulatif des paramètres de calcul	10
Tableau 5 Itération Tr1=SB1 (débit à évacuer 4,83 m ³ /s):.....	11
Tableau 6: Itération Tr2=SB2 (débit à évacuer 11,1 m ³ /s):.....	11

1. Présentation

Projet de construction du centre de diagnostic multidisciplinaire, radiothérapie; du centre de Radio Pharmacie de Kinshasa et de l'Ecole Supérieure des Sciences et Techniques Nucléaires de Kinshasa

a. Cadre du projet

La présente note consiste à la conception du système d'assainissement du complexe C.G.E.A/CREN_K ainsi qu'au calcul hydraulique et structurel des ouvrages de drainage.

Le travail consistera donc en :

- Une analyse et un calcul hydraulique conduisant à la détermination de la section nécessaire pouvant évacuer le débit évalué
- Un dimensionnement de la structure de l'ouvrage de drainage (glissière)

2. Dimensionnement hydraulique

2.1. Plans

2.1.1. plans topographique

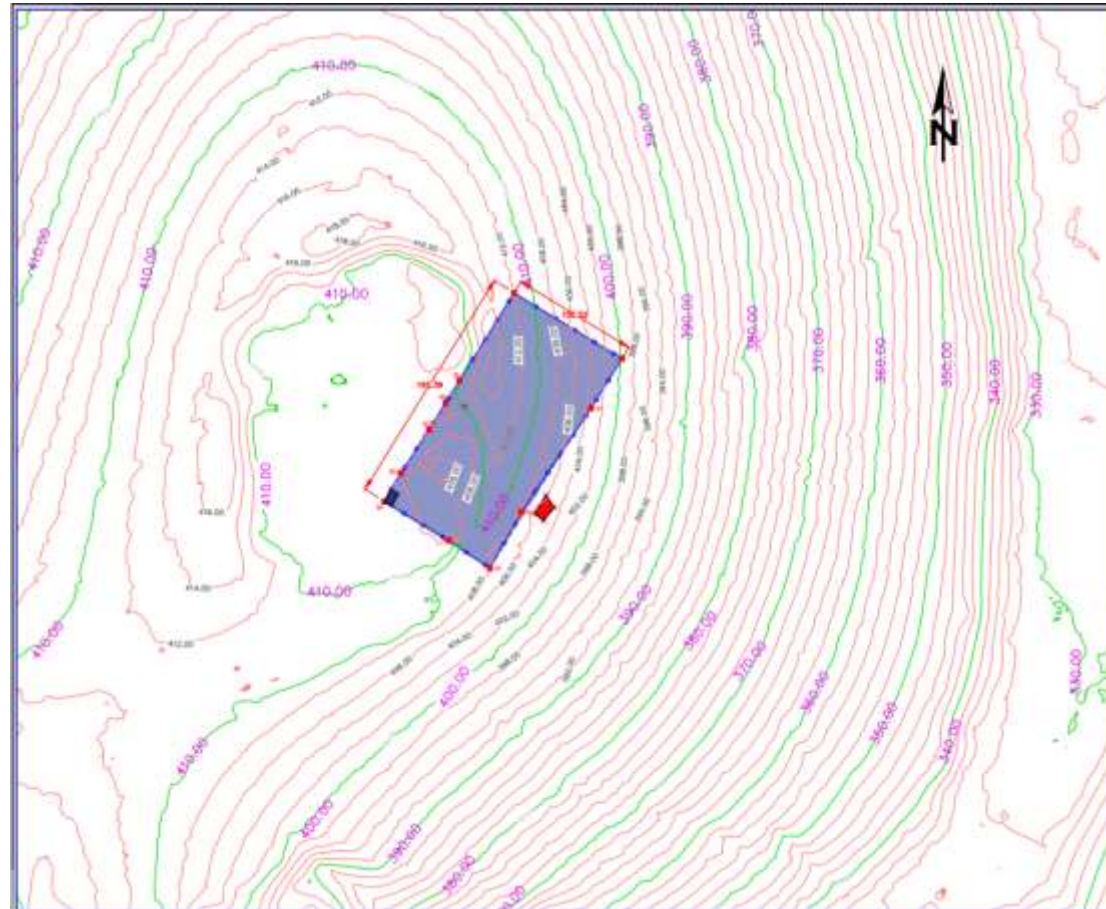


Figure 1: Extrait topographique du complexe C.G.E.A/CREN_K

2.1.2. Vue en plan du collecteur

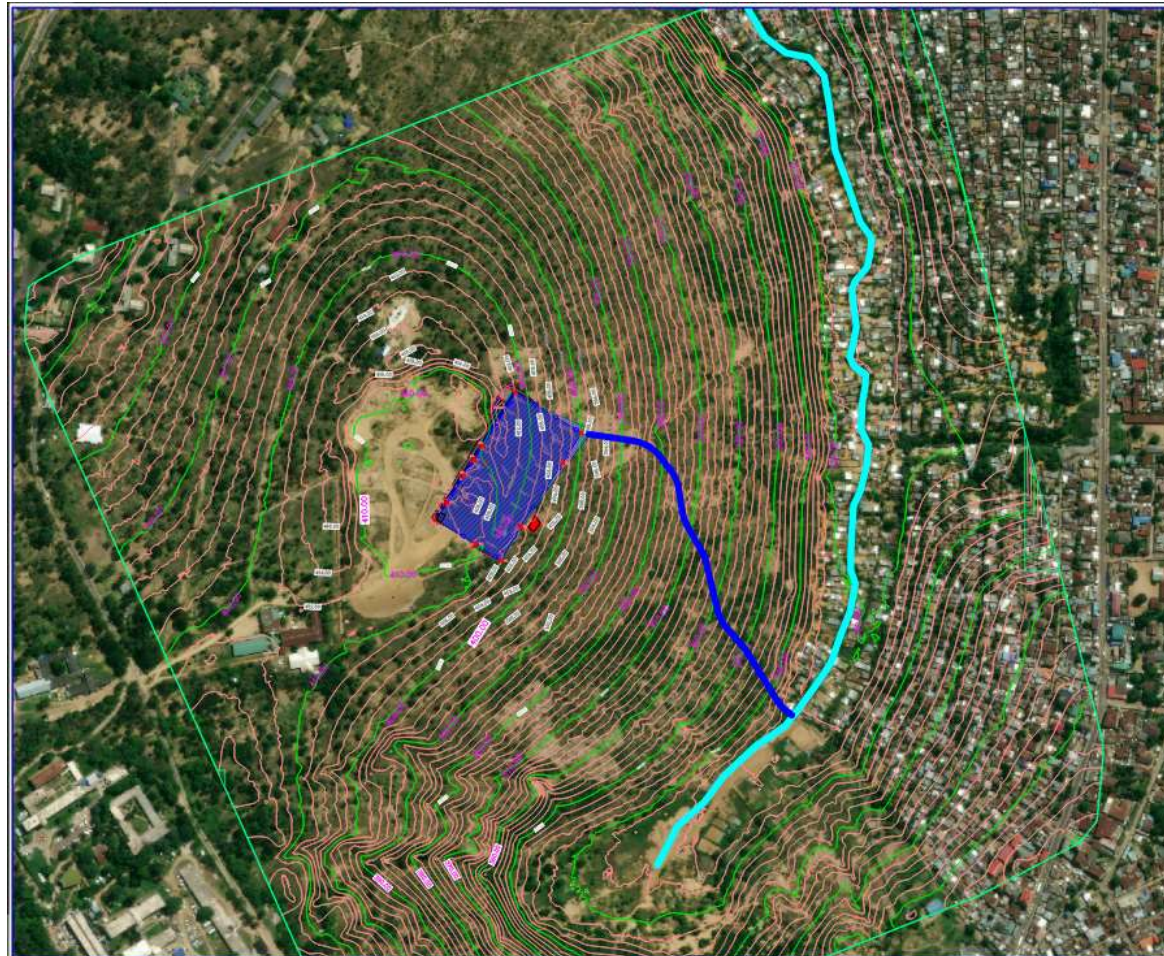


Figure 2: tracé de la glissière

2.2. Evaluation du débit à évacuer

A l'issue des travaux de levés topographique, une zone de 132 Ha a été couverte. Cependant, le tracé du collecteur principal est concerné par un bassin versant BV de 49 Ha.

Cette superficie étant inférieure à 25 km² soit 2500 Ha, le débit à évacuer sera évalué par la méthode rationnelle américaine.

	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
1	0+000.00m	397.585m		-17.48%	
2	0+063.45m	386.493m	-17.48%	-27.14%	9.66%
3	0+080.00m	382.000m	-27.14%	-10.59%	16.55%
4	0+165.00m	373.000m	-10.59%	-9.43%	1.15%
5	0+321.29m	358.257m	-9.43%	-14.29%	4.85%
6	0+433.54m	342.218m	-14.29%	-24.92%	10.63%
7	0+460.00m	335.625m	-24.92%	-13.22%	11.70%
8	0+484.96m	332.326m	-13.22%		

Tableau 1: Profil du terrain naturel

Au vu de l'évolution de la pente du terrain naturel (TN) présenté au tableau 1, nous subdiviserons l'ensemble du collecteur en trois tronçons (Tri) de longueur moyenne de 160m

Le débit maximum ruisselé Q (en m³/s) pour un bassin versant est donné par la relation :

$$Q = \psi * \varphi * i * A$$

Ψ : coefficient de réduction tenant compte de la répartition spatiale de la pluie sur le bassin versant, appelé aussi coefficient de Frulling

φ : coefficient de ruissellement

i : Intensité de précipitation

A : superficie du Bassin versant

2.3. Détermination des débits

2.3.1. Intensité

Nous utiliserons le tableau donnant les intensités maximales absolues des pluies observées dans la ville de Kinshasa de 1977 à 2004 données par le tableau ci-dessous tiré des données de la METELSAT (voir tableau 1)

Année	5 minutes		10minutes		20 minutes		30 minutes		60 minutes		24 heures	
	mois	mm	mois	mm	mois	mm	mois	mm	mois	mm	mois	mm
1977	Mai	18.60	Mai	27.90	Mai	37.30	Mai	47.40	Mai	56.10	Mars	83.30
1978	Avril	11.30	Avril	22.20	Avril	32.00	Janvier	44.80	Janvier	69.20	Janvier	95.00
1979	Nov/Déc	10.60	Nov/Déc	21.20	Novembre	34.20	Novembre	47.00	Novembre	63.00	Avril	76.40
1980	Nov	17.80	Mai	20.80	Novembre	37.40	Novembre	50.80	Novembre	58.30	Décembre	102.4
1981	Avril	15.50	Avril	30.00	Mars	49.50	Mars	65.20	Mars	82.70	Avril	147.0
1982	Avril	12.90	Mai	20.00	Avril	33.80	Avril	42.90	Avril	53.70	Octobre	84.80
1983	Février	16.00	Février	25.00	Février	28.00	Février	38.00	Février	65.00	Février	64.60
1984	Mars	14.20	Mars	21.20	Février	35.00	Février	36.40	Mars	60.10	Mars	66.70
1985	Mars	11.50	Novembre	21.70	Mars	31.70	Mars	41.40	Avril	76.50	Mars	106.0
1986	Décembre	12.20	Décembre	18.10	Mai	37.40	Mai	37.40	Octobre	67.00	Octobre	107.8
1987	Mars	12.00	Mars	17.60	Novembre	31.30	Novembre	37.30	Février	49.50	Février	96.00
1988	Mars	17.00	Mars	34.00	Mars	45.00	Mars	58.60	Mars	74.00	Novembre	85.20
1989	Décembre	14.50	Décembre	22.00	Avril	31.70	Avril	42.40	Avril	57.00	Octobre	126.0
1990	Mai	13.60	Mai	25.60	Février	38.00	Mai	60.60	Mai	83.60	Mai	142.3
1991	Décembre	12.80	Décembre	18.90	Novembre	25.50	Mai	31.30	Janvier	44.30	Mai	73.50
1992	Mai	10.10	Février	17.40	Mai	23.50	Novembre	35.00	Novembre	56.00	Janvier	79.40
1993	Mars	12.70	Avril	20.00	Novembre	28.50	Novembre	31.50	Octobre	45.00	Janvier	97.00
1994	Décembre	9.00	Novembre	17.80	Novembre	29.10	Novembre	35.10	Novembre	65.40	Novembre	108.8
1995	Décembre	14.00	Décembre	23.80	Novembre	39.00	Mars	43.20	Mars	54.50	Mars	70.00
1996	Mai	10.80	Mars	18.80	Mars	36.60	Mars		Janvier		Janvier	66.20
1997	Octobre	12.00	Avril	24.00	Avril	28.00	Janvier		Avril		Avril	96.20
1998	Mars	19.30	Mars	24.30	Mars	40.70	Mars		Avril		Mars	123.4
1999											Mars	72.90
2000											Février	95.40
2001											Mars	212.0
2002											Mai	99.60
2003											Février	83.40
2004											Décembre	72.60

Totaux	22.00	298.6	22.00	492.3	22.00	753.2	22.00	959.10	22.00	1360.2	28.00	2734.3
Moy	22.00	13.56	22.00	22.38	22.00	34.24	22.00	43.60	22.00	61.83	28.00	97.65

Tableau 2: Données METELSAT 1997-2004

Au vu de l'importance de l'ouvrage (collecteur principale du complexe), nous allons considérer une pluie de 49.5mm de 20 minutes.¹

Ce qui nous donne une intensité de **148.5mm/h**

2.3.2. Coefficient de ruissellement

Le tableau 2 donne les valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de l'état du sol :

ϕ	Etat du sol
0.90	Surface totalement imperméable
0.80	Surface bâtie 70% imperméable
0.60	Pavage à large joint
0.60	Terrain montagneux planté d'arbre
0.50	Terrain cultivé argilo-limoneux
0.20	Terrain plat cultivé, terrain sableux
0.20	Allées en graviers
0.05	Plaines boisées

Tableau 3: Valeurs approximatives du coefficient de ruissellement

La situation actuelle du terrain fait état d'une surface assimilable à un terrain montagneux planté d'arbre ($\phi=0.6$). Cependant, au regard de la définition future de la zone en projet (forte urbanisation), nous considérerons un état de sol totalement imperméable:

- Bv1 prends le bâtiment des bureaux avec un toit imperméable ; soit $\phi=0.9$

2.3.3. Coefficient frühlung

Le coefficient de frühlung étant réducteur de débit, nous le considérons égal à 1.

¹ La fréquence n'étant pas prise en compte dans l'analyse au vu de la taille de l'échantillon

2.3.4. Débits

Les débits ainsi que les paramètres d'évaluation sont donnés en fonction de chaque sous bassins dans le tableau 3 ci-dessous :

Tronçons (Tr)	Durée de pluie (h)	Intensités (m/h)	Hauteur (m)	Superficie (m ²)	Cr	Débit (m ³ /s)
T1	0.334	0.1485	0.495	130000	0.9	4.83
T2	0.334	0.1485	0.495	300000		11.1
T3	0.334	0.1485	0.495	490000	0.9	18.2

Figure 3: Evaluation du débit à évacuer

3. Dimensionnement hydraulique

Le dimensionnement hydraulique consiste à déterminer la section du collecteur, c'est-à-dire la largeur (b) et la hauteur (h), pour évacuer le débit ruisselé de manière à assurer l'auto-curage. Ce dimensionnement est effectué de la manière suivante :

En se donnant b et h respectivement la largeur et la hauteur du collecteur : on calcul

- La section $A = b * h$
- La pente du collecteur s_0 : pour assurer un écoulement fluvial lors du fonctionnement des ouvrages, nous considérons une pente maximale 1% soit 0.001
- Périmètre mouillé $P = 2 * h + b$
- Rayon hydraulique $R_h = \frac{A}{P}$
- Coefficient de Chézy $C = 18 \text{Log} \frac{12 * R_h}{k_s}$

Où k_s : la rugosité équivalente du sédiment donnée par : $k_s = 3 * d_{max} + \frac{\delta}{3.5}$

Avec d_{max} est le diamètre maximal des sédiments pris égal à 2mm ; δ la hauteur des rides pris égal à 50mm

- Vitesse maximale $V = C \sqrt{R_h * S_0}$
- Débit maximale² $Q_{max} = V * A$

² Pour chaque SB
vérifier que $Q_{max} \geq Q$

- Force tractrice³ $\tau = w * R_h * S_0$

La force tractrice critique τ_{cr} étant l'énergie minimum qui assure le transport des sédiments, elle est donnée en fonction du diamètre des sédiments comme dans le tableau ci-dessous :

Section type rectangulaire		
Matériau :	Béton	
Hauteur de ride δ (m)	0.005	m
Diamètre maximal des grains d_{max}	0.0015	m
Rugosité équivalente pour le sable	0.005928571	m
Poids vol. du grain	2650	kg/m ³
Poids vol. de l'eau	1000	kg/m ³
Accélération Pesanteur	9.81	m/s ²
Viscosité cinématique	0.000001	m ² /s
Diamètre représentatif des grains	0.11	mm
	s =	2.65
Diamètre adimensionnel	D* =	2.782554434
Pour D* < 4	$\theta_{cr} =$	0.086251682
force tractrice critique	$\tau_{cr} =$	0.153572413

Tableau 4: Récapitulatif des paramètres de calcul

pour confirmer la section de l'ouvrage

³ Vérifier que $\tau \geq \tau_{cr}$

Projet de construction du centre de diagnostic multidisciplinaire, radiothérapie; du centre de Radio Pharmacie de Kinshasa et de l'Ecole Supérieure des Sciences et Techniques Nucléaires de Kinshasa

3.1. Dimensions des ouvrages hydrauliques

Itération Tronçon 1 (Longueur 160m débit à évacuer 4,83 m ³ /s)					
Géométrie			Géométrie		
Grandeur	unité	valeur	Grandeur	unité	valeur
Largeur	m	0,800	Largeur	m	1,000
Hauteur	m	1,000	Hauteur	m	1,200
Périmètre Mouillé		2,800	Périmètre Mouillé		3,400
Surface Mouillée		0,800	Surface Mouillée		1,200
Rayon hydraulique Rh		0,286	Rayon hydraulique Rh		0,353
pente So		0,020	pente So		0,020
Coefficient de Chézy			Coefficient de Chézy		
hauteur des rides	m	0,005	hauteur des rides	m	0,005
Dmax	m	0,002	Dmax	m	0,002
rugosité équivalente		0,007	rugosité équivalente		0,007
coefficient C		47,956	coefficient C		49,608
Débit			Débit		
vitesse (m/s)	m/s	3,625	vitesse (m/s)	m/s	4,168
débit max	m ³ /s	2,900	débit max	m ³ /s	5,001
débit capable	m ³ /s	4,830	débit capable	m ³ /s	4,830

Tableau 5 Itération Tr1=SB1 (débit à évacuer 4,83 m³/s):

Itération Tronçon 1 (Longueur 165m débit à évacuer 11,1 m ³ /s)					
Géométrie			Géométrie		
Grandeur	unité	valeur	Grandeur	unité	valeur
Largeur	m	1,000	Largeur	m	1,400
Hauteur	m	1,300	Hauteur	m	1,600
Périmètre Mouillé		3,600	Périmètre Mouillé		4,600
Surface Mouillée		1,300	Surface Mouillée		2,240
Rayon hydraulique Rh		0,361	Rayon hydraulique Rh		0,487
pente So		0,020	pente So		0,020
Coefficient de Chézy			Coefficient de Chézy		
hauteur des rides	m	0,005	hauteur des rides	m	0,005
Dmax	m	0,002	Dmax	m	0,002
rugosité équivalente		0,007	rugosité équivalente		0,007
coefficient C		49,787	coefficient C		52,124
Débit			Débit		
vitesse (m/s)	m/s	4,231	vitesse (m/s)	m/s	5,144
débit max	m ³ /s	5,500	débit max	m ³ /s	11,522
débit capable		11,100	débit capable		11,100

Tableau 6: Itération Tr2=SB2 (débit à évacuer 11,1 m³/s):

Itération Tronçon 3 (Longueur 160m débit à évacuer 18,2 m ³ /s)					
Géométrie			Géométrie		
Grandeur	unité	valeur	Grandeur	unité	valeur
Largeur	m	1,400	Largeur	m	1,400
Hauteur	m	1,600	Hauteur	m	2,000
Périmètre Mouillé		4,600	Périmètre Mouillé		5,400
Surface Mouillée		2,240	Surface Mouillée		2,800
Rayon hydraulique Rh		0,487	Rayon hydraulique Rh		0,519
penne So		0,020	penne So		0,030
Coefficient de Chézy			Coefficient de Chézy		
hauteur des rides	m	0,005	hauteur des rides	m	0,005
Dmax	m	0,002	Dmax	m	0,002
rugosité équivalente		0,007	rugosité équivalente		0,007
coefficient C		52,124	coefficient C		52,615
Débit			Débit		
vitesse (m/s)	m/s	5,144	vitesse (m/s)	m/s	6,562
débit max	m ³ /s	11,522	débit max	m ³ /s	18,374
débit capable		18,200	débit capable		18,200

Tableau 6: Itération Tr3=SB3 (débit à évacuer 18,2 m³/s):

Tronçon	Débits (m ³ /s)	Largeur (cm)	Hauteur (cm)	Pente (%)
Tr1	4,83	100	120	2
Tr2	11,1	140	160	2
Tr3	18,2	140	200	3

Tableau 7:Récapitulatif des dimensions des ouvrages de drainage

4. Recommandations :

Au vu des grandes vitesses développées dans la glissière, il est mieux indiqué de construire des casses vitesses en escalier au niveau des paliers des redans.

Annexe 9:
Plans d'exécution des murs de clôture

Légende

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Plan d'exécution du mur de
cloture

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_CLT_AMN_01

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

N°	

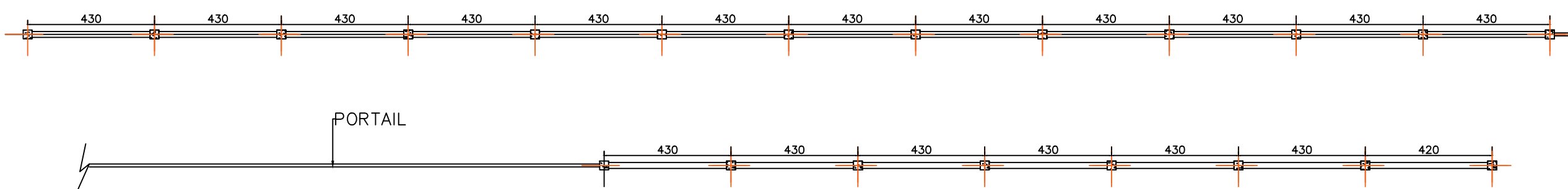
VU ET APPROUVE

DATE

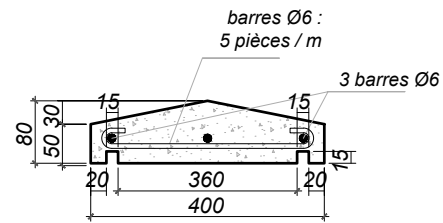
Kinshasa, Avril 2024

PARAFE

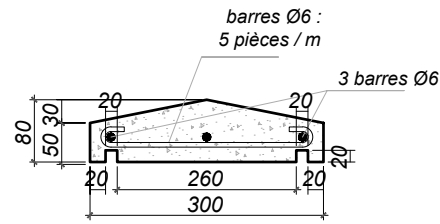
VUE EN PLAN



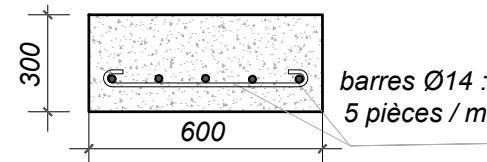
DETAILS



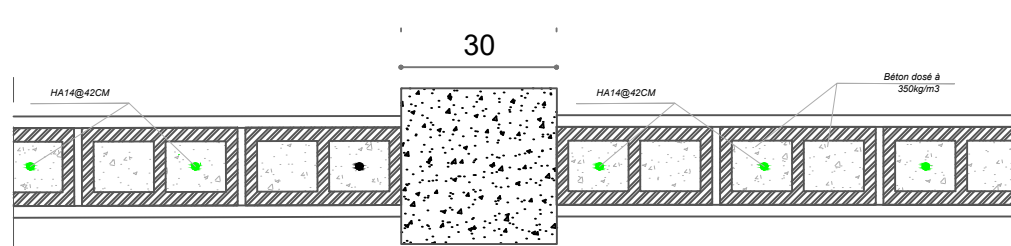
DETAIL 3 COUVRE MUR POTEAU



DETAIL 4 COUVRE MUR MAÇONNERIE

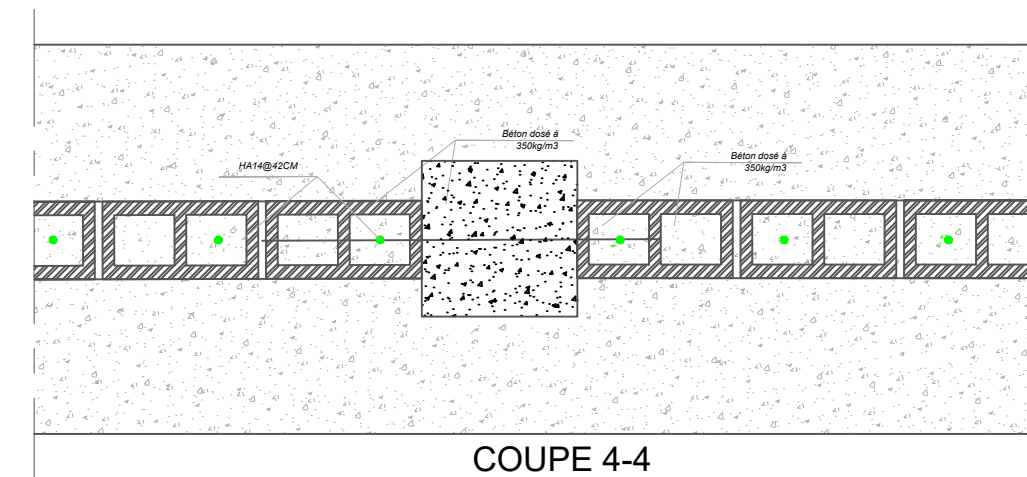


DETAIL 6 SEMELLE EN BETON A

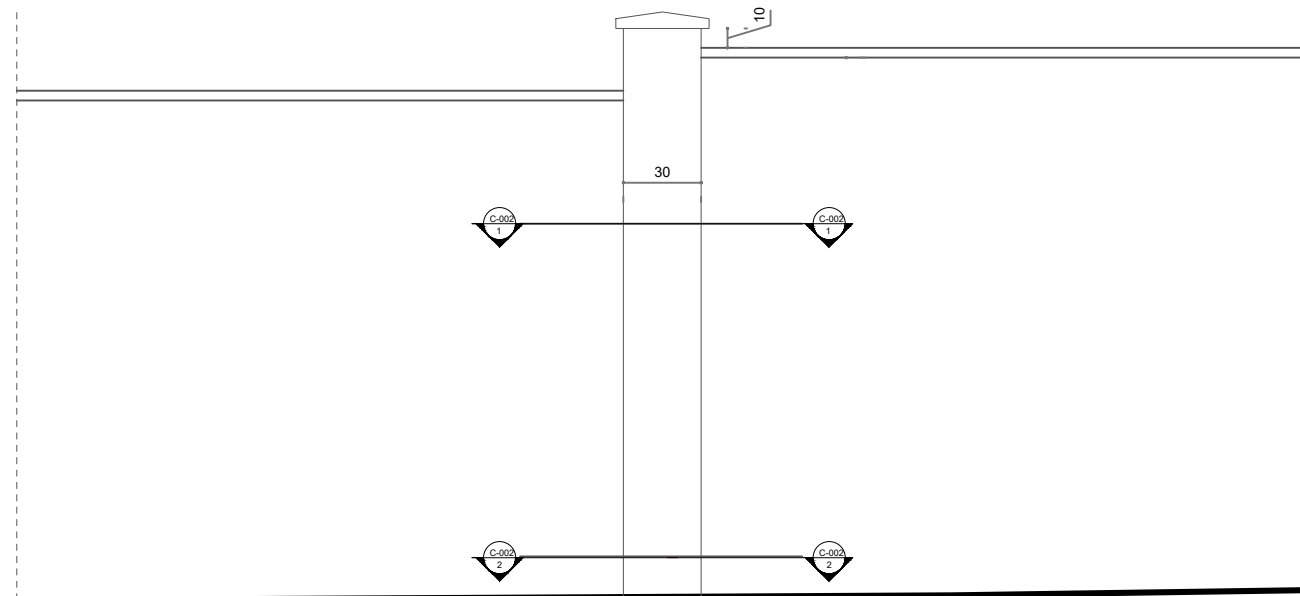


COUPE 1-1

DETAIL 1



COUPE 4-4



DETAIL 2

Légende

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Plan d'exécution du mur de
cloture

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_CLT_AMN_02

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

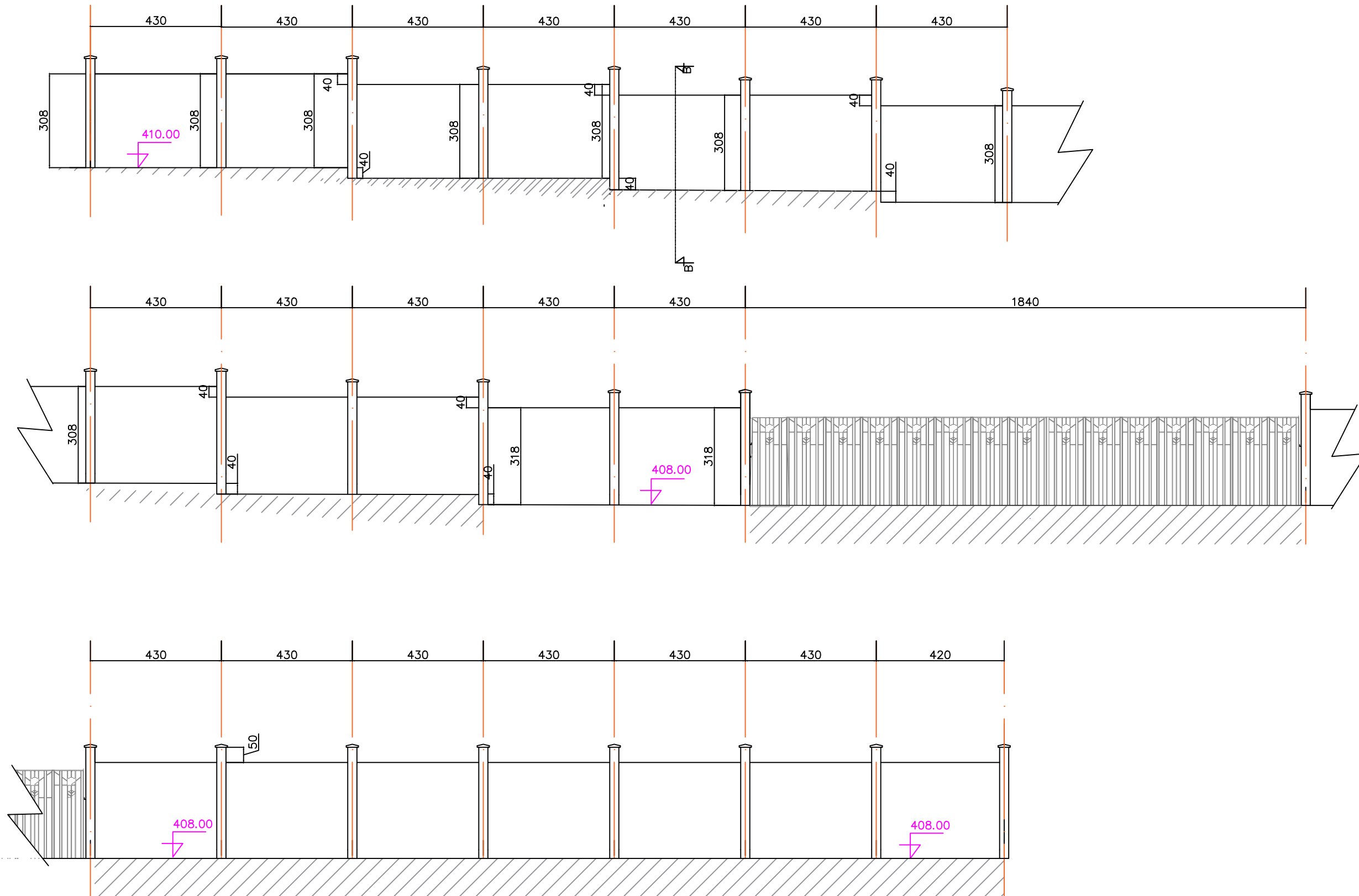
N°	

VU ET APPROUVE	DATE

Kinshasa, Avril 2024

PARAFE

FACADE ENTREE PRINCIPALE



Légende

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
**Plan d'exécution du mur de
cloture**

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_CLT_AMN_03

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

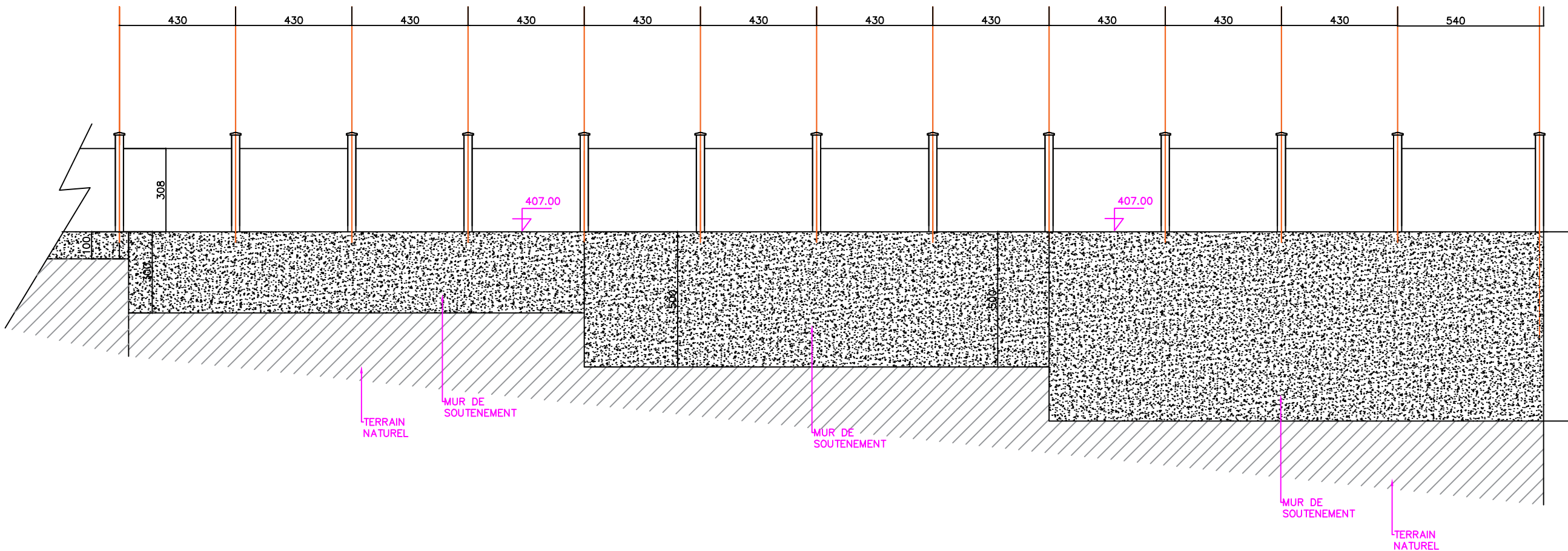
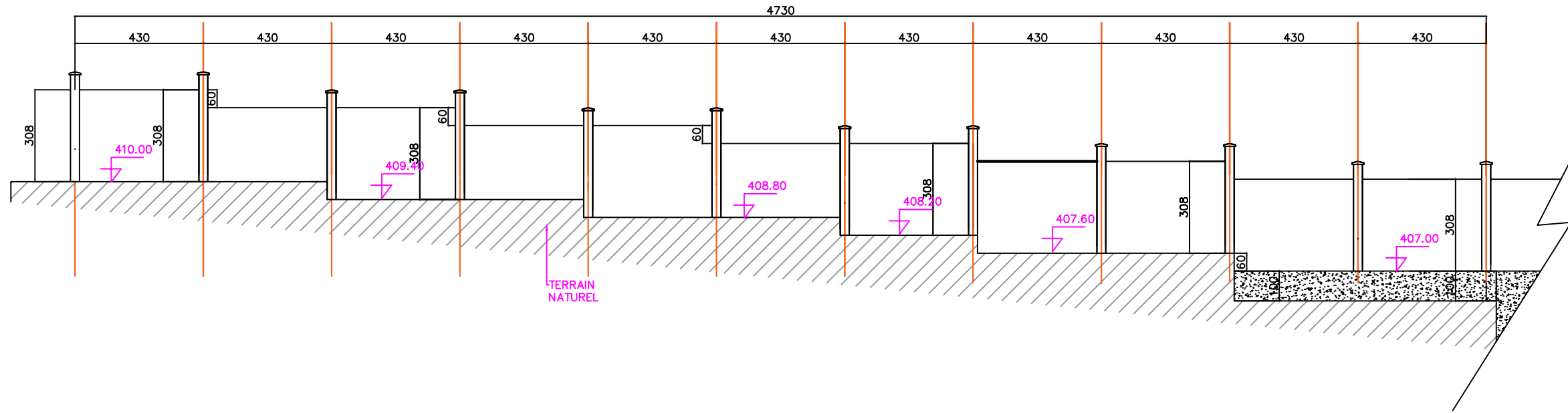
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
----------------	------

Kinshasa, Avril 2024

PARAFE

FACADE POSTERIEURE



Légende

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Plan d'exécution du mur de
cloture

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_CLT_AMN_03

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	

FACADE LATERALE DROITE

Légende

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
DU CONGO



CGEA / CREN-K

ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
**Plan d'exécution du mur de
cloture**

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_CLT_AMN_03

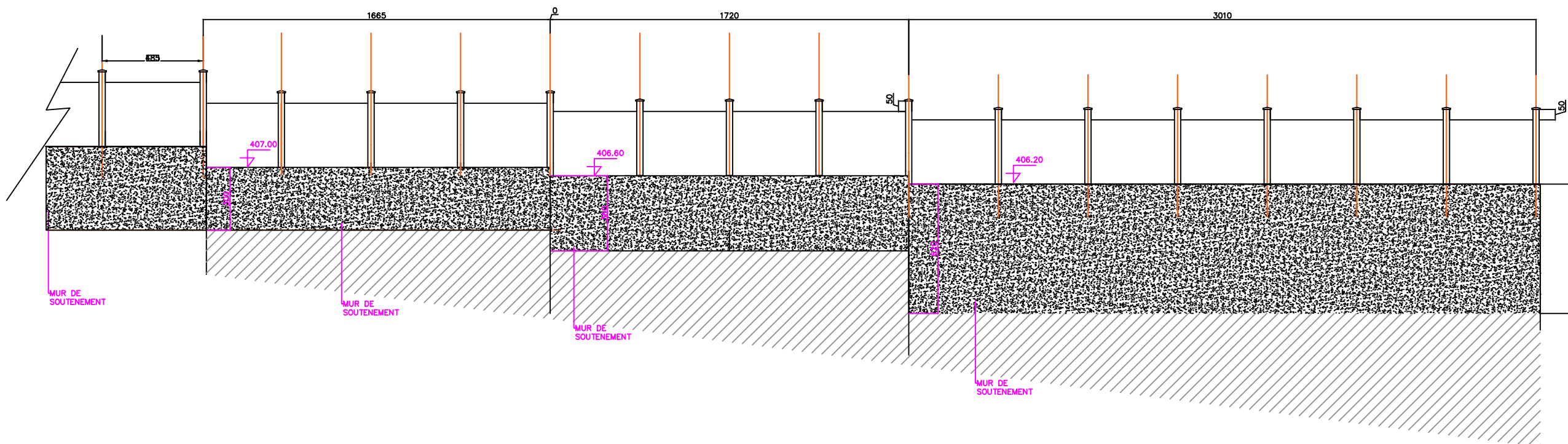
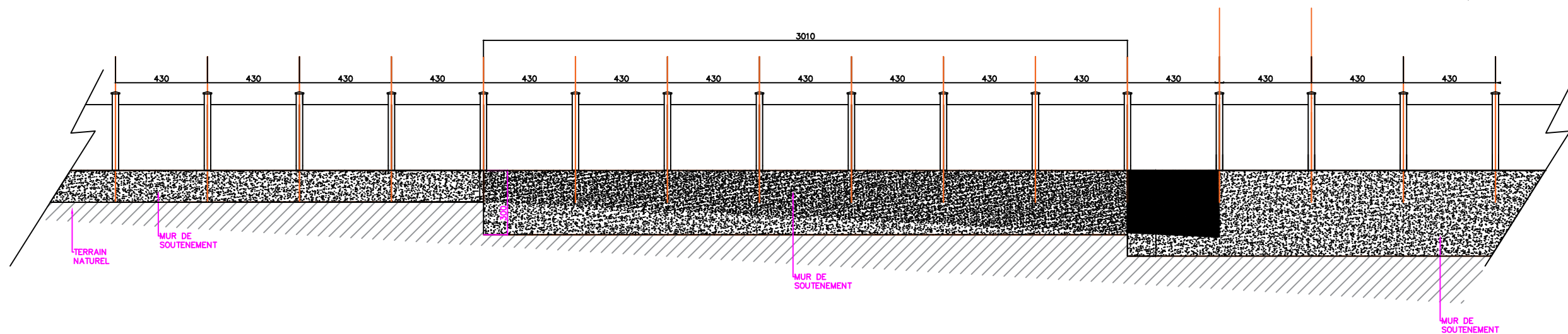
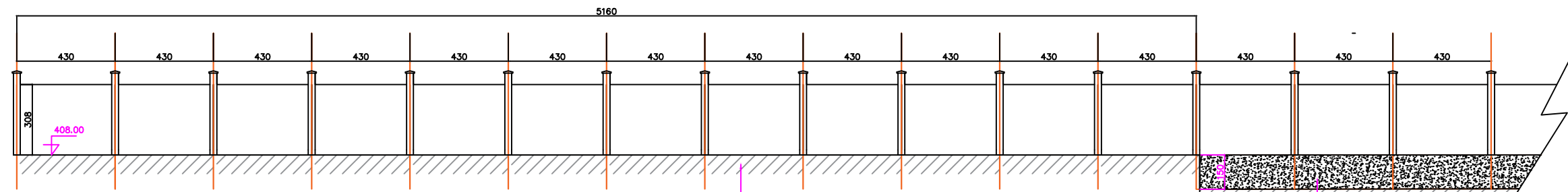
DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

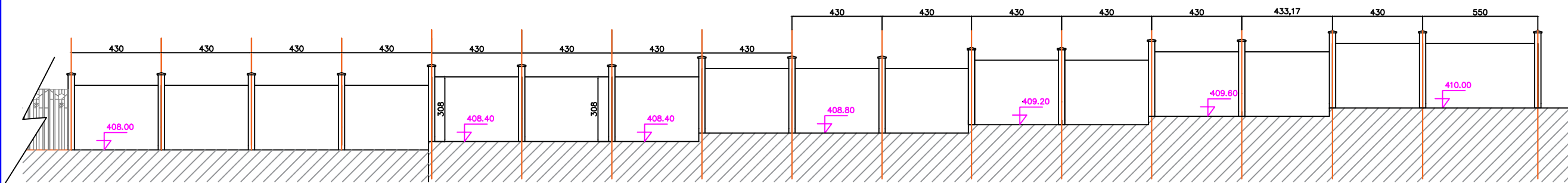
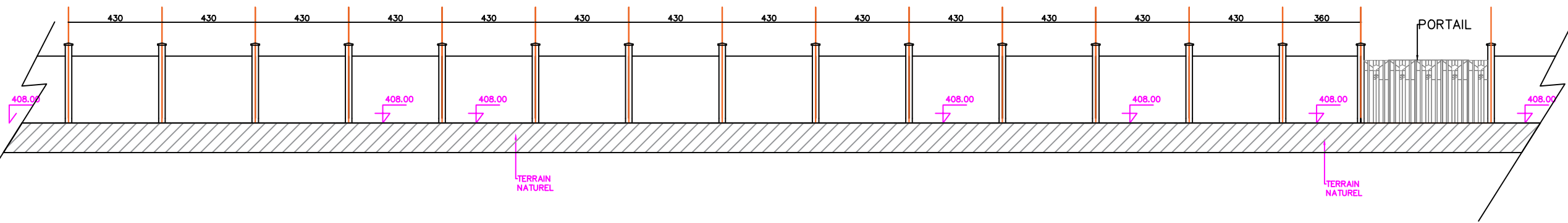
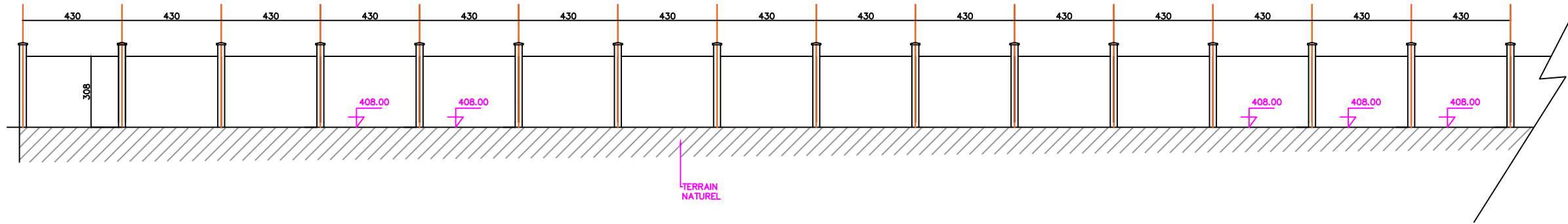
N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024

PARAFE	
--------	--



FACADE LATÉRALE GAUCHE



Légende



ETUDES D'IMPLANTATION DES
OUVRAGES DE GENIE CIVIL ET
D'ASSAINISSEMENT DU COMPLEXE
C.G.E.A / CREN-K

Groupement LUXOS C
SARLU & GMG SARL



PLAN D'EXECUTION

NOM DU PLAN :
Plan d'exécution du mur de
cloture

ÉCHELLE	PLANCHE
1/2500	PL_CLT_AMN_03

DESSIN :
Genius Masta Group

OBSERVATION

N°	

VU ET APPROUVE	DATE
	Kinshasa, Avril 2024
PARAFE	