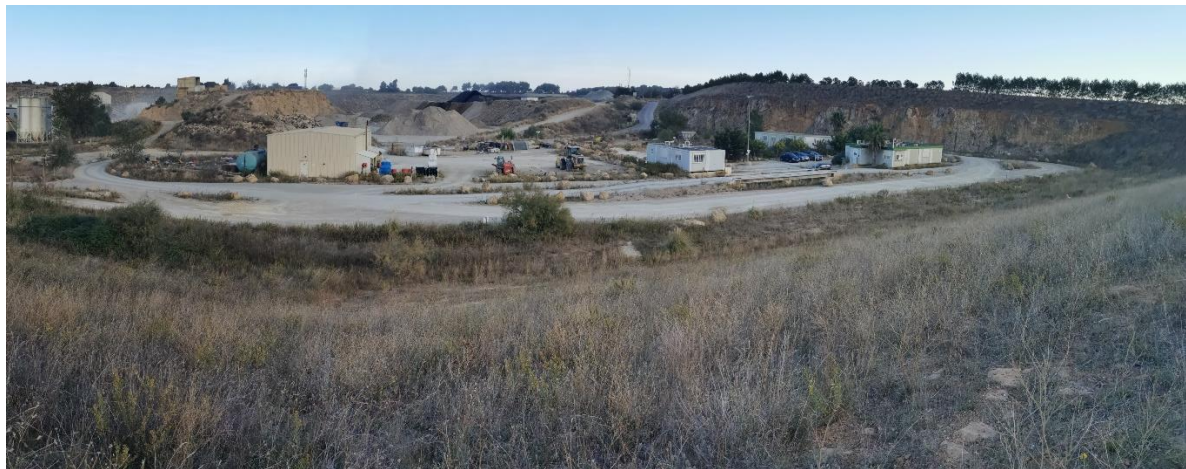


## Carrière de La Galiberte (34)

### Etude de stabilité géotechnique prévisionnelle des futurs dépôts ISDI - Mission géotechnique G2-AVP

Février 2022 – iAP0052/C



Rapport établi pour le compte de :



855 rue René Descartes  
13100 Aix-en-Provence

## Sommaire

	Pages
<b>1. Contexte et objectif de l'étude .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Moyens mis en œuvre .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Caractéristiques générales du site .....</b>	<b>6</b>
3.1. Contexte géographique et topographique .....	6
3.2. Contexte géologique.....	7
3.3. Hydrogéologie, karstification et cavités souterraines .....	8
3.4. Sismicité.....	9
3.5. PPRn mouvement de terrain .....	9
<b>4. Observations concernant l'état actuel .....</b>	<b>11</b>
<b>5. Hypothèses de calcul des futurs talus des dépôts.....</b>	<b>13</b>
5.1. Préambule .....	13
5.2. Principes géométriques .....	13
5.3. Coupe de sol, matériaux considérés et caractéristiques géotechniques .....	15
5.4. Surcharges .....	17
5.5. Conditions hydrauliques .....	17
5.6. Sismicité.....	18
<b>6. Analyse prévisionnelle de stabilité des futures dépôts.....</b>	<b>20</b>
6.1. Méthodologie de calculs.....	20
6.2. Résultats des calculs .....	21
<b>7. Conclusions et recommandations .....</b>	<b>23</b>
7.1. Conclusions.....	23
7.2. Recommandations.....	24
7.2.1. Phasage et mise en œuvre.....	24
7.2.2. Surveillance.....	24

### Liste des figures :

Figure 1 : Photo aérienne avec report schématique des principales limites .....	4
Figure 2 : Localisation géographique du site (Géoportail - Sans échelle) .....	6
Figure 3 : Photo aérienne avec les principaux repères topographiques de 12/2021 .....	6
Figure 4 : Extrait de la carte géologique n°1039 - Béziers (BRGM – Sans échelle).....	7
Figure 5 : Front rocheux en extrémités Sud-Est et Nord-Ouest, ainsi que sur le promontoire (12/10/2021) .....	8
Figure 6 : Localisation et photo de l'aven de la Galiberte.....	9
Figure 7 : Extrait du zonage réglementaire « mouvement de terrain » du PPRn (approuvé le 16/06/2010), sur fond de photo aérienne de 2009 .....	10
Figure 8 : Talus du dépôt de déchets inertes (16/02/2021 et 12/10/2021) .....	11



Figure 9 : Fissure de traction sur la plateforme du dépôts de déchets inertes (12/10/2021)	12
Figure 10 : Ebauche de la géométrie générale des dépôts Nord et Sud (CRBE – 01/2021)	14
Figure 11 : Profil type prévisionnel des talus des futurs dépôts	16
Figure 12 : Répartition des pressions interstitielles dans le cas de matériaux drainés	17
Figure 13 : Répartition des pressions interstitielles par la prise en considération d'un coefficient $R_u = 0.1$	18
Figure 14 : Profil type de stabilité en superposition avec le projet initial à 3H/2V	23

#### Liste des tableaux :

Tableau 1 : Récapitulatif des paramètres géo-mécaniques	17
Tableau 2 : Récapitulatif des coefficients de sécurité calculés pour un talus de 25 m de hauteur	21

#### Liste des annexes :

Annexe A	Plan topographique du 14/12/2021 (Sud-Geo SARL)
Annexe B	Sorties graphiques des calculs de stabilité

## 1. Contexte et objectif de l'étude

La société Carrières et Matériaux Sud-Est (CMSE) exploite le site de La Galiberte situé sur les communes de Vendres et Béziers (34). La moitié Ouest du site est en location - gérance au profit des Calcaires du Biterrois (CdB) jusqu'en juin 2030 et la moitié Est est exploitée directement par CMSE (Figure 1). L'exploitation initialement autorisée jusqu'au 23/06/2021 a été prolongée jusqu'au 23/06/2023, et par la suite, il est prévu pour une trentaine d'années que le site soit valorisé en installation de stockage de déchets inertes (ISDI).

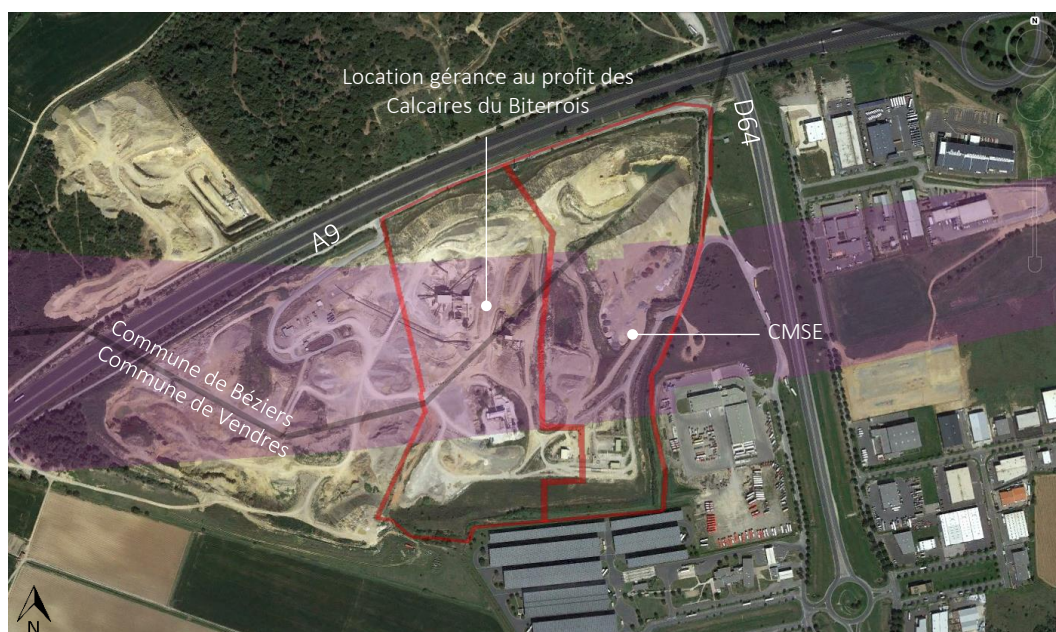


Figure 1 : Photo aérienne avec report schématique des principales limites

Par ailleurs, le site est traversé d'Ouest en Est par le fuseau du projet de LGV Montpellier / Perpignan, d'une largeur de 270 m environ entre les PK 85 et 90 (bande violette sur la Figure 1).

Dans ce contexte, CMSE prévoit de limiter le remblaiement à la réalisation de 2 dépôts de matériaux inertes, l'un côté Nord et l'autre côté Sud du fuseau. Elle a confié à i-AP une mission géotechnique d'avant-projet G2-AVP au sens de la norme géotechnique NFP94-500 de 2013 pour la définition des conditions prévisionnelles de stabilité à long terme des talus de ces futurs dépôts vis-à-vis de phénomènes de ruptures par glissement, objet du présent rapport.

*Nota bene : la présente mission n'a pas pour objet :*

- l'analyse des aléas géotechniques sur les talus existants ;
- la conception géotechnique générale des futurs dépôts.

## 2. Moyens mis en œuvre

L'étude est réalisée sur les bases suivantes :

- Synthèse documentaire :
  - o Documents remis par CMSE :
    - Données topographiques du 14/12/2021 par Sud-Geo SARL.
    - Plan et coupes projet d'aménagement du 28/01/2021 (variante) établi par le bureau d'études CRBE.
    - Etude hydrogéologique Antea Group d'août 2020 (n°105672 – version C).
  - o Documents publics :
    - Arrêté préfectoraux :
      - Initial du 23/06/2005
      - complémentaire du 11/08/2014
    - Photos aériennes (2022)
- Réalisation d'expertises visuelles les 16/02/2021 et 12/10/2021 dans les secteurs accessibles en toute sécurité.

Aucune reconnaissance spécifique du sous-sol n'a été menée dans le cadre de la présente étude. Par ailleurs, aucune contrainte géotechnique particulière ne nous a été transmise par CMSE vis-à-vis de la présence du remblai LGV entre les 2 futurs dépôts, elle-même n'en étant pas informé par le M.O éventuel de la LGV.

### 3. Caractéristiques générales du site

#### 3.1. Contexte géographique et topographique

Le site est localisé sur les communes de Béziers (côté Nord-Ouest) et Vendres (côté Sud-Est) (Figure 2).

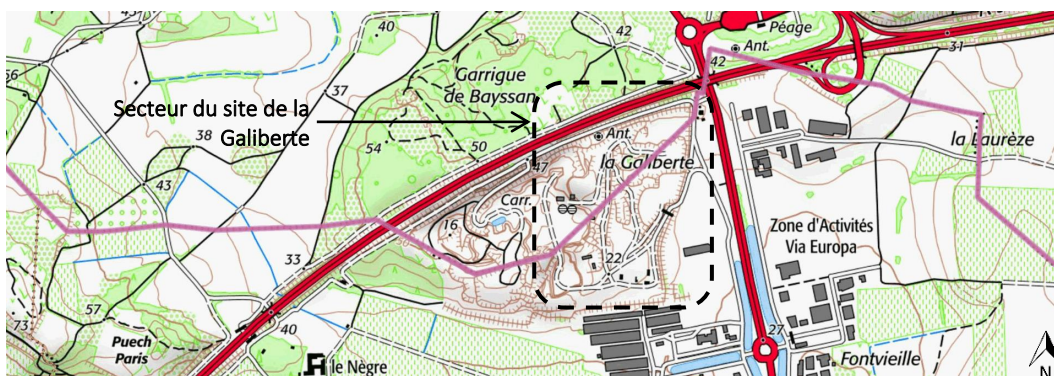


Figure 2 : Localisation géographique du site (Géoportail - Sans échelle)

Le plan topographique du secteur maîtrisé par CMSE est consultable en annexe A. Les principaux repères topographiques sont reportés sur la photo aérienne en Figure 3.



Figure 3 : Photo aérienne avec les principaux repères topographiques de 12/2021

Le fond de carrière se présente donc globalement comme une plateforme encaissée d'une vingtaine de mètres par rapport aux terrains environnants. Sur cette plateforme, à la cote moyenne de l'ordre de + 20 m NGF, il peut être distingué :

- un dépôt de matériaux inertes, côté Est, dont la plateforme est à la cote de l'ordre de + 31.5 m NGF ;
- un promontoire rocheux toujours en place à la cote + 36 m NGF environ à son sommet, au centre du site ;
- des fronts rocheux affleurants en extrémité Nord-Est, avec un fond entre + 16.5 et + 17 m NGF.

Nous ne disposons pas de données exhaustives sur la moitié Ouest du site (carrière CdB).

### 3.2. Contexte géologique

Suivant l'extrait de carte géologique de Béziers du BRGM en Figure 4, les matériaux naturels de surface sont décrits comme des colluvions limoneuses « indifférenciées » (C). Il s'agit de « formations de versants » ou de remplissage colluvial. Dans l'emprise du site, ces matériaux ont été décapés.



Figure 4 : Extrait de la carte géologique n°1039 - Béziers (BRGM – Sans échelle)

Le substratum rocheux est décrit comme un calcaire gris clair, massif, microcristallin datant du Jurassique supérieur (Kimméridgien-Tithonique). Il se présente sous forme d'un anticlinal d'orientation générale Est-Ouest, et avec un pendage en direction du Sud au droit de la carrière.

Il affleure en particulier sur les front rocheux de déblai au Sud-Est, au Nord-Est, et sur le promontoire au centre du site (photos en Figure 5 de ces 3 secteurs).



Figure 5 : Front rocheux en extrémités Sud-Est et Nord-Ouest, ainsi que sur le promontoire (12/10/2021)

### 3.3. Hydrogéologie, karstification et cavités souterraines

Nous renvoyons le lecteur au rapport Antea Group d'août 2020 pour la description des conditions hydrogéologiques. Globalement, pour la présente étude géotechnique, nous retenons les points suivants :

- Présence d'une nappe profonde avec un niveau des eaux exceptionnelles à la cote + 17.29 m NGF ;
- Le massif calcaire présente des « traces de karstification prononcées ». L'aven de la Galiberte, localisé dans l'emprise du fuseau LGV (Figure 6), constitue la figure karstique connue la plus significative du site depuis plusieurs dizaines d'années.



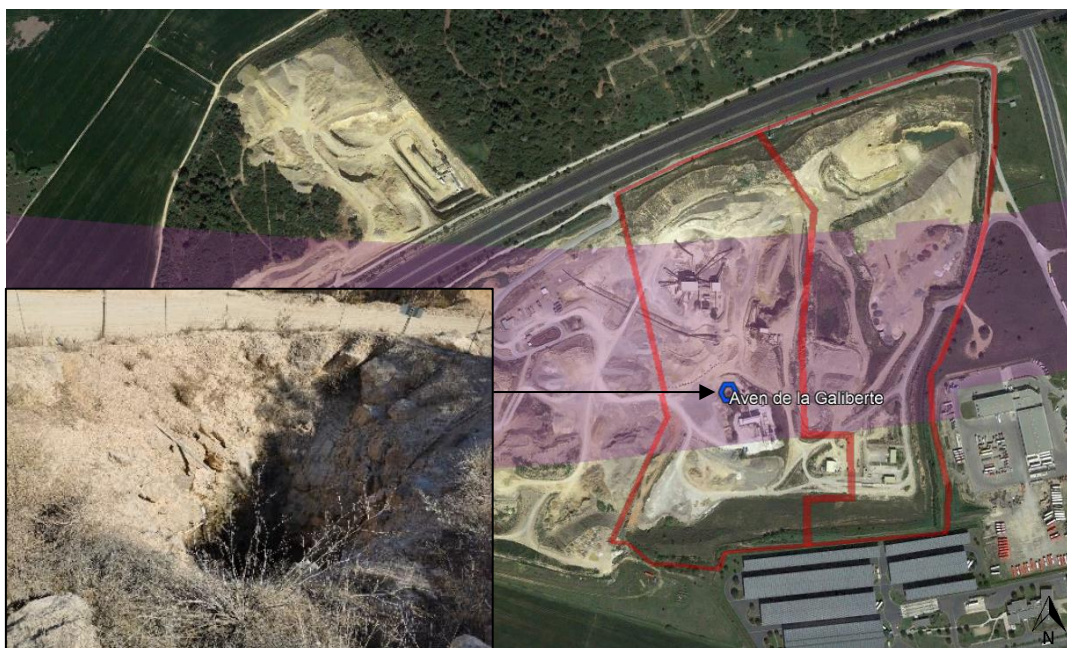


Figure 6 : Localisation et photo de l'aven de la Galiberte

Cette cavité débouche en surface à la cote + 20 m NGF environ. Elle présente les dimensions approximatives suivantes : 10 m de largeur x 15 m de longueur x 45 m de profondeur.

Par ailleurs, lors de nos visites (en périodes sèches), aucune source ou venue d'eau n'a été constatée.

### 3.4. Sismicité

Selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français, les communes de Béziers et Vendres sont classées en zone de sismicité 2 (faible - sur une échelle de 1 (très faible) à 5 (forte)).

### 3.5. PPRn mouvement de terrain

Un extrait du zonage réglementaire « mouvement de terrain » du PPRn de la commune de Béziers uniquement (il concerne donc uniquement la partie Nord du site) est reporté à titre informatif en Figure 7, sur fond de photo aérienne de 2009.

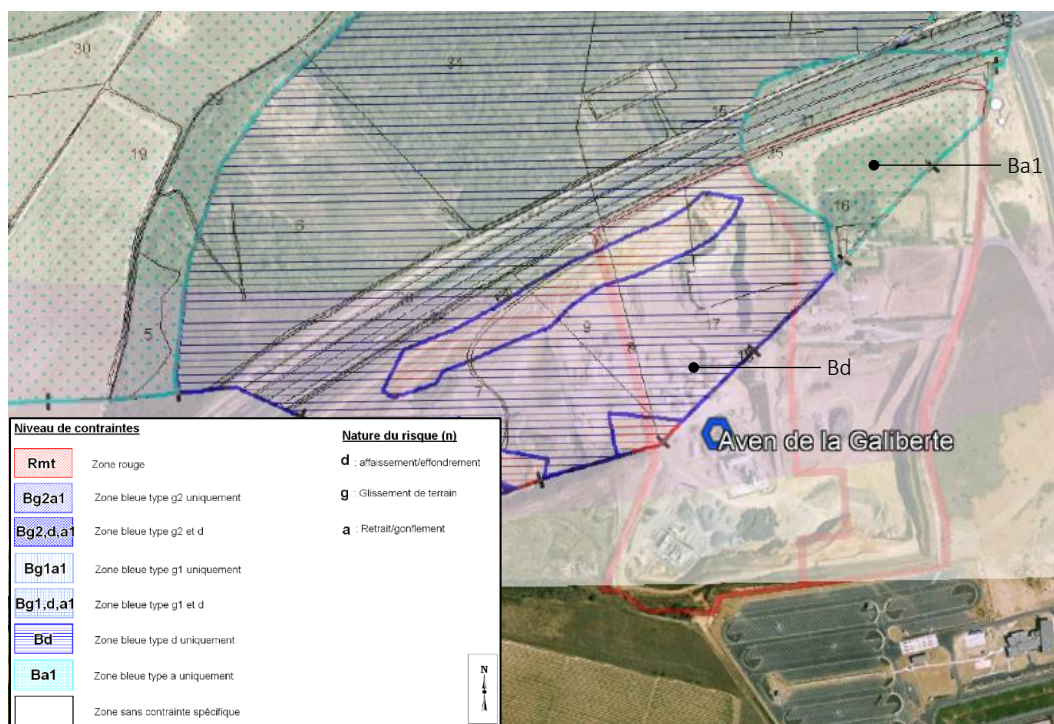


Figure 7 : Extrait du zonage réglementaire « mouvement de terrain » du PPRn (approuvé le 16/06/2010), sur fond de photo aérienne de 2009

La carrière est cartographiée :

- coté Est, principalement en « zone bleue de type a uniquement » (Ba1), c'est-à-dire en zone d'aléa faible vis-à-vis du phénomène de retrait et gonflement des argiles. Ce phénomène concerne les terrains superficiels qui ont été décapés et exploités depuis la cartographie de 2010. Nous ne sommes donc plus concerné par ce phénomène.
- côté Ouest, principalement en « zone bleue de type d uniquement » (Bd), c'est-à-dire en zone d'aléa faible vis-à-vis du phénomène d'affaissement-effondrement.
- en « zone rouge Rmt » (« contrainte forte ») vis-à-vis des « mouvements de terrain » au droit du talus Nord (côté autoroute). Dans le projet de remblaiement, il est prévu que les dépôts viennent s'appuyer contre ce talus, sur toute sa hauteur, ce qui aura pour effet de supprimer le risque géotechnique lié à ce talus.

Par conséquent, le projet de CMSE apparait parfaitement compatible d'un point de vue géotechnique avec la cartographie du PPRn. Afin de s'assurer de l'absence de risque d'affaissement-effondrement, nous recommandons un contrôle de l'absence de cavité à la base des futurs remblais préalablement à leur mise en œuvre.

## 4. Observations concernant l'état actuel

Suivant l'AP initial, nous retenons les points suivants :

- Le fond de fouille de l'exploitation a été fixé à + 16.5 m NGF.
- Un premier remblaiement sur une épaisseur d'environ 2 à 3 m est opérée avec des terres de découverte et les stériles de la carrière compactés.
- Cette plateforme ainsi constituée est recouverte d'une nouvelle couche au moyen d'un matériaux argileux pour atteindre la cote finale de 20.15 m NGF.

Dans l'AP complémentaire de 2014, un remblaiement partiel visant à une remise en état de la carrière à l'aide de matériaux inertes a été autorisé jusqu'à la cote + 32 m NGF dans le secteur Nord-Est du site. A ce jour, seul le dépôt actuel côté Est atteint quasiment cette cote (Figure 3).

L'examen visuel des talus de ce dépôt de déchets inertes amène aux observations suivantes :

- Les matériaux constituant le dépôt sont évidemment hétérogènes, avec principalement des résidus de terrassements (matériaux granulaires, terreux, tout venants...) mélangés à des résidus de démolition (briques, parpaings, bétons). Très ponctuellement, on constate le déversement de fraisats de rabotage d'enrobés.



Figure 8 : Talus du dépôt de déchets inertes (16/02/2021 et 12/10/2021)

- Les matériaux sont déversés par les camions à proximité de la crête de la plateforme et poussés dans les talus, sans compactage.
- Les talus présentent des pentes de l'ordre de 37°/H. La présence de fissures de traction ouvertes sur quelques millimètres confirment la stabilité précaire des talus vis-à-vis de ruptures circulaires (du fait du caractère récent de ces dépôts).



Figure 9 : Fissure de traction sur la plateforme du dépôts de déchets inertes (12/10/2021)

## 5. Hypothèses de calcul des futurs talus des dépôts

### 5.1. Préambule

Les hypothèses suivantes sont retenues dans l'objectif de la constitution de talus stables à long terme et permettant des opérations de maintenance et de surveillance dans des conditions satisfaisantes. La conception du projet global devra naturellement intégrer l'ensemble des autres thématiques, et en particulier les ouvrages de gestion des eaux de surface.

### 5.2. Principes géométriques

Une première ébauche de la géométrie générale des dépôts projetés dans les secteurs Nord et Sud a été réalisée par le bureau d'études CRBE en janvier 2021. Le plan en Figure 10 permet de repérer les emprises, les secteurs de talus ainsi que les raccordements avec l'existant. Les principes de conception suivants avaient alors été retenus :

- Plateformes sommitales :
  - o Pentés générales descendantes en direction du Sud-Est, de l'ordre de 2 / 2.5 % en moyenne.
  - o Altimétrie calée pour ne pas masquer la vue en direction de la mer depuis l'A9 :
    - Dépôt Nord :
      - Point haut à + 46.0 m NGF environ.
      - Point bas à + 39.7 m NGF environ.
    - Dépôt Sud :
      - Point haut à + 39.0 m NGF environ.
      - Point bas à + 33.3 m NGF environ.
- Talus :
  - o Pentés à 3H/2V, quelle que soit la hauteur du talus.
  - o Hauteurs verticales :
    - Dépôt Nord : variable
      - 9 m suivant la coupe A, en rehausse de la plateforme existante à + 32 m NGF.
      - 24 m suivant la coupe B.
    - Dépôt Sud : 15 m environ sur les coupes A' et B'.
  - o Pied de talus implanté à une distance variable de la limite de fuseau.

La prise en compte de pentes de talus à 3H/2V sur toute leur hauteur constitue une hypothèse maximaliste pour un talus définitif.

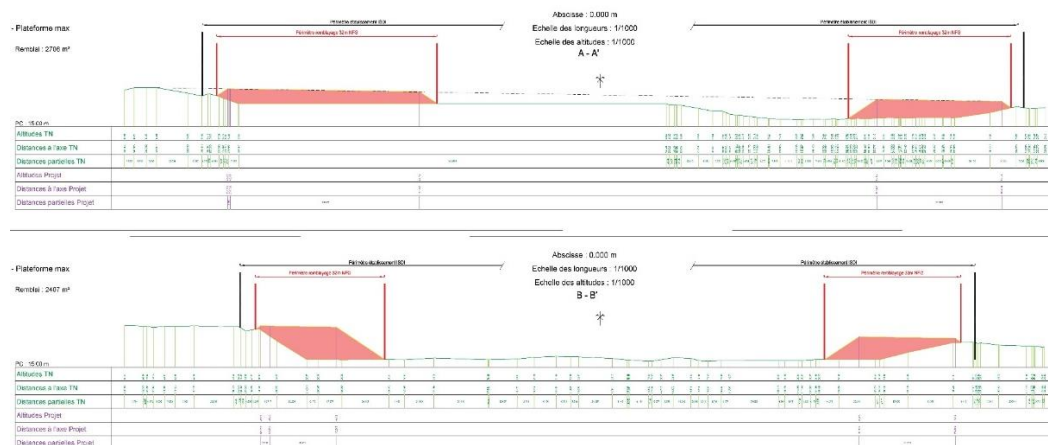
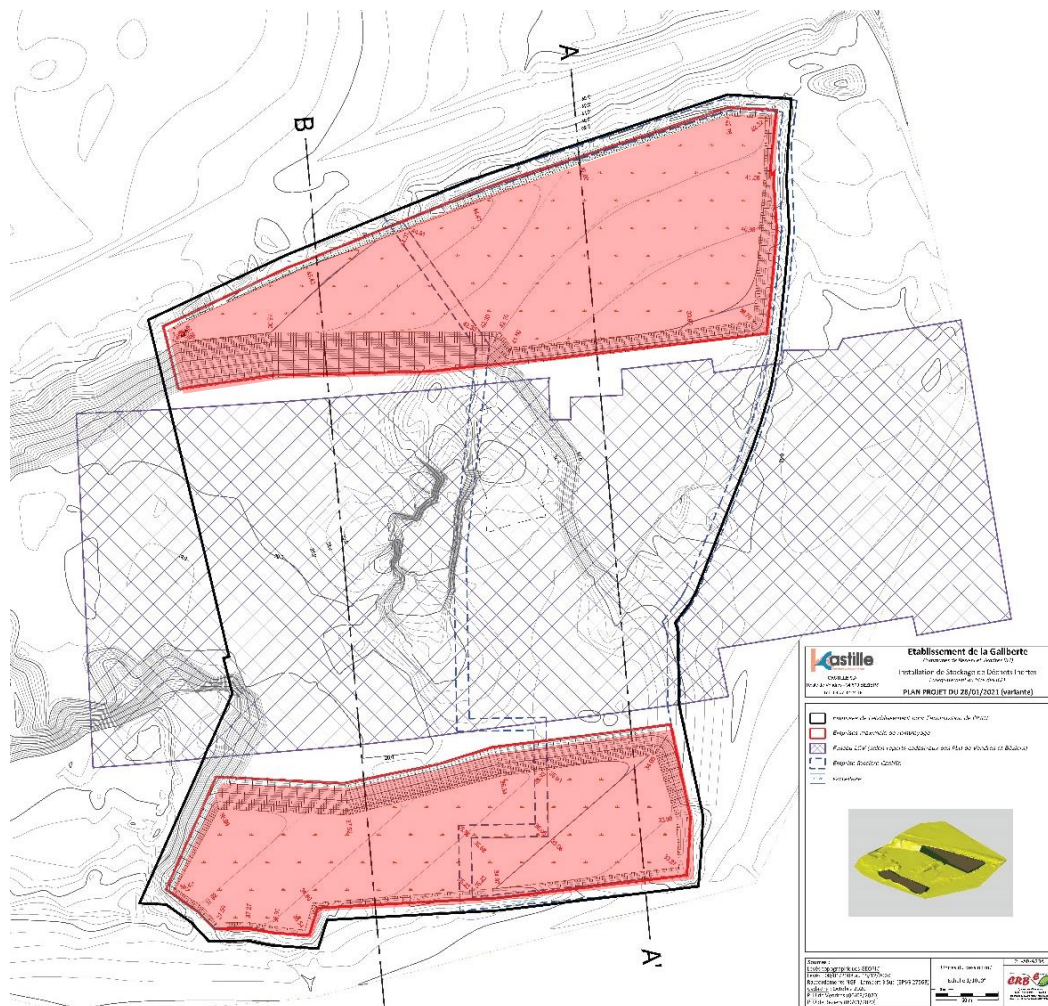


Figure 10 : Ebauche de la géométrie générale des dépôts Nord et Sud (CRBE – 01/2021)

Dans le cadre du présent rapport, les calculs de stabilité sont effectués pour un profil type le plus défavorable reporté en Figure 11 :

- Talus global :
  - o Cote crête de talus : + 46.0 m NGF
  - o Cote du pied de talus : + 20.5 m NGF
  - o Hauteur verticale : 25.5 m
  - o Angle de pente globale : 23°/H
  
- Gradins :
  - o Angle de pente : 3H/2V (# 34°/H), pour limiter les phénomènes d'érosion pluviale de surface
  - o Hauteur verticale : 5 m
  
- Banquettes intermédiaire de 5 m de largeur, pour permettre toute opération de surveillance et de maintenance avec des engins légers (piézomètres, merlons...), ainsi que la création de fossé en pied de talus de gradins.

### 5.3. Coupe de sol, matériaux considérés et caractéristiques géotechniques

Nous ne disposons pas de données factuelles concernant la succession moyenne des différents sols. Sur la base des données des AP et des informations transmises par CMSE, le modèle de calcul suivant apparaît cohérent avec la réalité :

- Matériaux de dépôts inertes hétérogènes, essentiellement granulaires (frottants) avec la prise en compte d'une légère cohésion, et plutôt perméables. Il s'agit d'hypothèses basées sur notre expérience de ce genre de site.
  
- Couche de matériaux à dominante argileuse, compactée, de 65 cm d'épaisseur.
  
- Couche de « terres de découverte et les stériles de la carrière » densifiée de 3 m d'épaisseur, hétérogènes, essentiellement granulaires (frottants) avec la prise en compte d'une légère cohésion, et plutôt perméables.
  
- Sol support rocheux calcaire (ancien carreau) horizontal à la cote + 16.5 m NGF, préalablement décapé de toute couche de faibles caractéristiques (matériaux boueux...). Une « résistance infinie » (formation rocheuse franche non susceptible d'être recoupée par des surfaces de rupture) est logiquement conférée à cette couche.

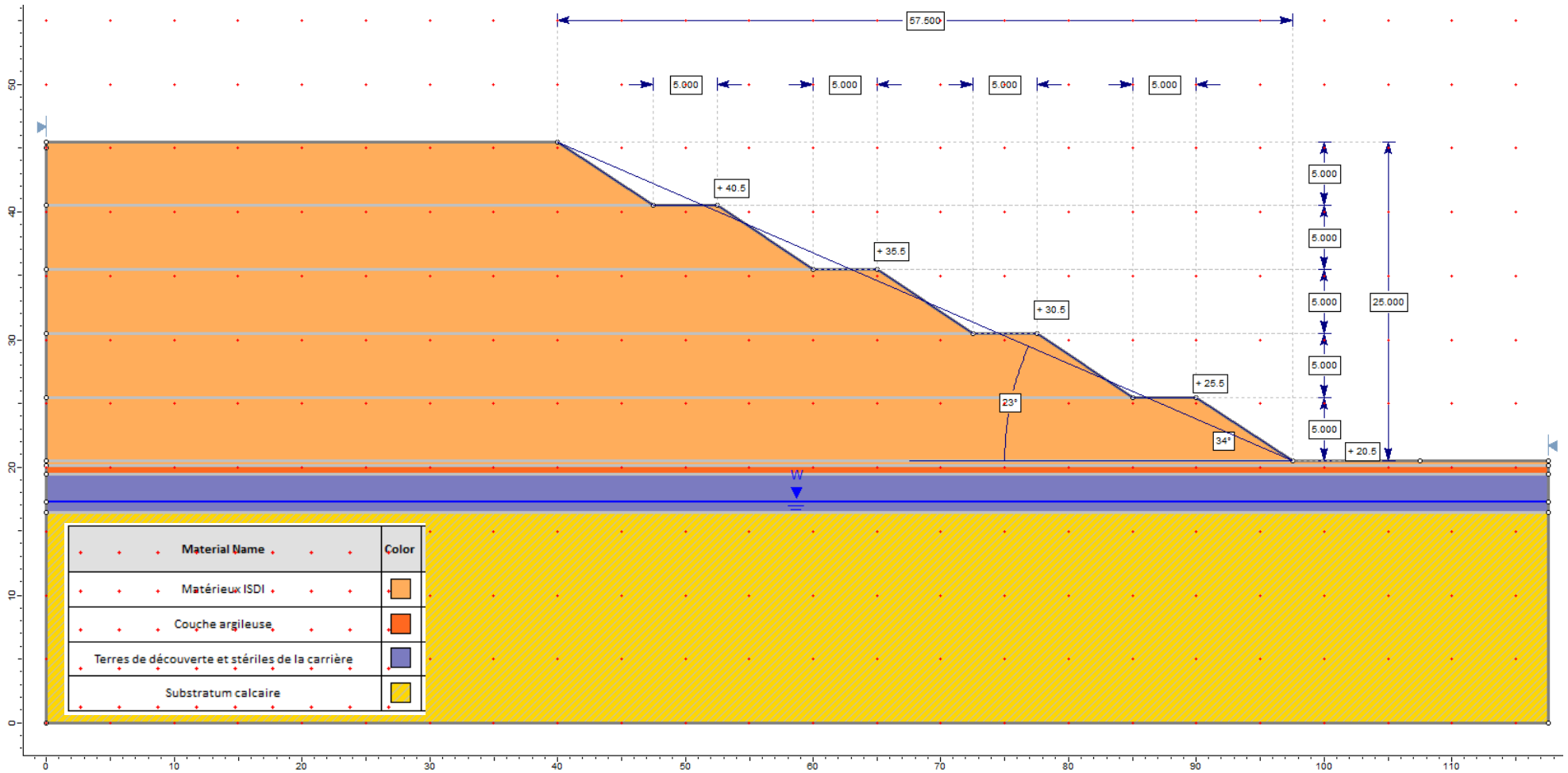


Figure 11 : Profil type prévisionnel des talus des futurs dépôts



Les caractéristiques géotechniques que nous retenons pour ces matériaux sont récapitulées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Récapitulatif des paramètres géo-mécaniques

	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)
Dépôts ISDI	19	2	35
Couche à dominante argileuse	20	5	25
Couche de « terres de découverte et les stériles de la carrière »	20	2	35
Substratum rocheux calcaire	26	-	-

## 5.4. Surcharges

Aucun aménagement particulier n'est envisagé sur les plateformes ou les banquettes intermédiaires. Aucune surcharge n'est donc prise en considération dans les calculs.

## 5.5. Conditions hydrauliques

Les principes suivants sont retenus :

- Cas 1 :
  - o nappe libre à la cote des eaux exceptionnelles + 17.29 m NGF, suivant les études Antea Group.
  - o Dépôts sans pressions hydrauliques

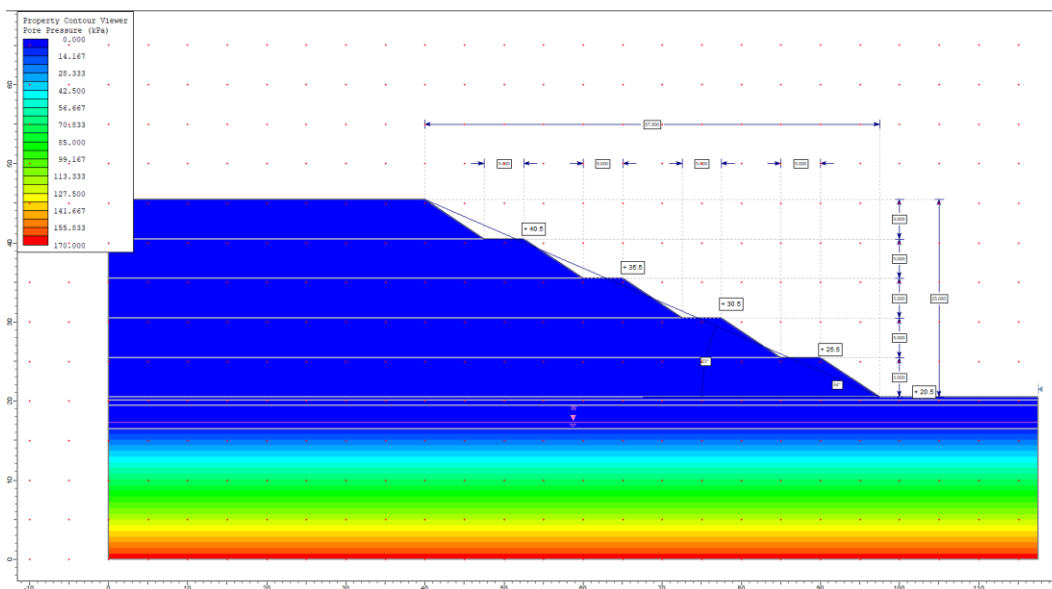


Figure 12 : Répartition des pressions interstitielles dans le cas de matériaux drainés

- Cas 2 :
  - o nappe libre à la cote des eaux exceptionnelles + 17.29 m NGF, suivant les études Antea Group.

- Application d'un coefficient  $R_u = 0.1$ , illustré par le schéma en Figure 13.

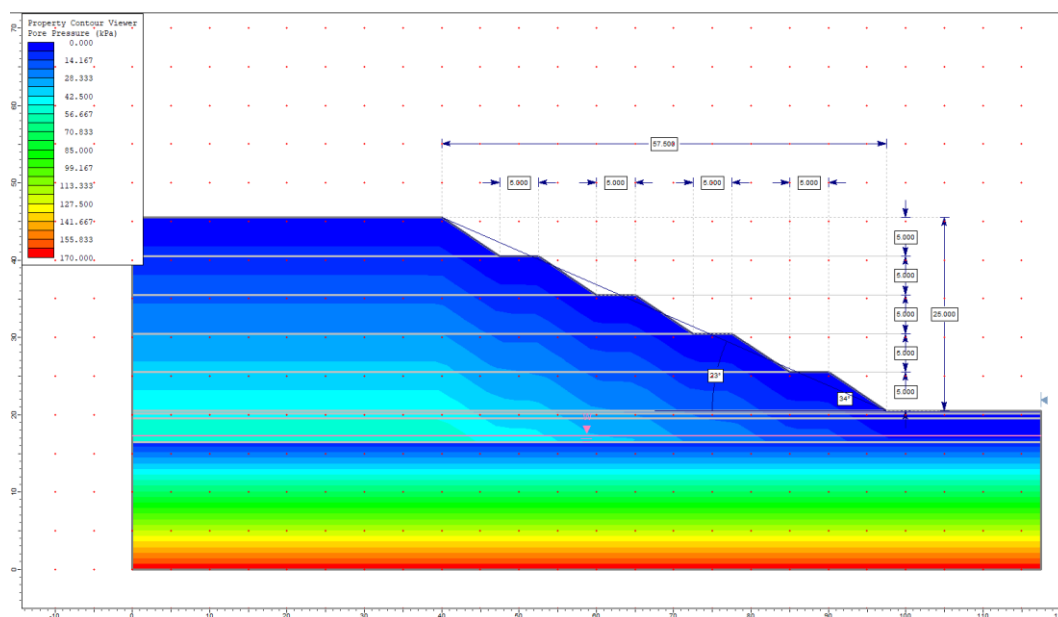


Figure 13 : Répartition des pressions interstitielles par la prise en considération d'un coefficient  $R_u = 0.1$

Il est d'usage de considérer au sein de ces massifs une pression interstitielle résiduelle ( $u$ ). La valeur prise en compte dans les calculs est de  $R_u = 0,10$  ( $u = r_u \times h$ ). Cette hypothèse sera retenue pour la vérification de la stabilité globale du massif de déchets. Il s'agit d'une approche sécuritaire au stade AVP pour simuler l'infiltration d'eau dans les dépôts du fait d'un drainage imparfait des eaux souterraines dans les matériaux qui constitueront le dépôt.

## 5.6. Sismicité

Les installations classées soumises à autorisation hors établissements Seveso doivent respecter les dispositions prévues pour les bâtiments, équipements et installations de la classe dite « à risque normal » par les arrêtés pris en application de l'article R. 563-5 du Code de l'Environnement. L'ISDI est une ICPE non Seveso relevant de cette catégorie « à risque normal ».

Pour les bâtiments « à risque normal », les exigences de protection parasismique sont modulées en fonction de deux critères :

- d'une part, la zone sismique (aléa) : zone de sismicité 2
- d'autre part, la catégorie d'importance de l'ouvrage (enjeu) : l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe « à risque normal » distingue quatre catégories d'importance (I à IV).

Du fait en particulier de l'absence de PPRS sur Béziers et Vendres, il peut être admis que l'ISDI appartient à la catégorie d'importance I. L'hypothèse de base est donc faite que l'ISDI

de la Galiberte n'est concernée par aucune exigence particulière vis-à-vis de l'application des règles parasismiques (aucune accélération sismique intégrée dans les calculs de stabilité).

Au regard de la présence de la future ligne LGV entre les dépôts Nord et Sud, une catégorie d'importance d'ouvrage II pourrait être retenue. Pour ce contexte, nous proposons de retenir les paramètres suivants :

- Coefficient d'importance :  $\gamma_I = 1$
- Accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux, en zone sismique 2 :  $a_{gr} = 0.7 \text{ m/s}^2$
- Classe de sol : C (dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres) :  $S = 1.5$

Pour les calculs de la stabilité, nous prenons donc aussi en considération les sollicitations sismiques suivantes :

- Accélération horizontale  $a_g = 1.05 \text{ m/s}^2$
- Accélération verticale  $a_{vg} = 0.84 \text{ m/s}^2$

## 6. Analyse prévisionnelle de stabilité des futures dépôts

### 6.1. Méthodologie de calculs

La stabilité au glissement d'un talus est fonction d'un certain nombre de paramètres parmi lesquels les plus importants sont :

- la géométrie du talus (hauteur, pente, banquettes intermédiaires...);
- la géométrie des couches constitutives du talus, s'il n'est pas homogène ;
- les caractéristiques mécaniques des matériaux constitutifs des différentes couches du talus et des sols d'assise ;
- la distribution de la charge hydraulique ;
- les surcharges (bâtiments, voies de circulation...);
- les accélérations sismiques.

Ces diverses données sont introduites dans un modèle de calcul permettant de déterminer, pour différents types de rupture possibles, un coefficient de sécurité minimal FOS. Ce type d'analyse repose sur l'utilisation des équilibres limites et la comparaison des efforts moteurs et des efforts mobilisables. Pour une pente donnée, le calcul est fait pour un grand nombre de surfaces de rupture possibles : c'est le coefficient FOS le plus faible calculé pour l'ensemble de ces surfaces qui exprime l'état de stabilité de la pente. Nous prenons ici en considération des ruptures circulaires et non circulaires.

Les calculs de stabilité des talus sont menés suivant la méthode de bishop simplifiée et GLE / Morgenstern – Price qui satisfait à la fois l'équilibre des moments et l'équilibre des forces. Elle repose sur une schématisation bidimensionnelle du problème et permet d'analyser la stabilité de pente à la rupture le long de surfaces. Le programme de calcul Slide 8 (Rocscience) est utilisé.

Nous nous basons sur des ruptures circulaires et non circulaires intéressant la totalité du talus ou un gradin ; ce sont les ruptures potentielles cinématiquement les plus admissibles dans ce type de contexte.

Les calculs n'incluant pas de renforcements (clous, géotextiles...) et s'agissant de stabilité générale, aucun coefficient de sécurité partiel sur les hypothèses de calcul n'est utilisé. En pratique, les facteurs minimaux suivants sont admis :

- En phase provisoire :
  - o FOS minimal  $\geq 1.30$

- En phase définitive :
  - o Conditions statiques (combinaison fondamentale) :
    - FOS minimal  $\geq 1.30$  pour des glissements pelliculaires
    - FOS minimal  $\geq 1.50$  pour des glissements profonds
  - o Avec la prise en compte de la sismicité locale (combinaison accidentelle) :
    - FOS minimal  $\geq 1.10$  pour des glissements profonds

Les calculs sont réalisés suivant la méthode dite « unitaire » ; elle n'introduit pas de coefficients de sécurité partiels sur les hypothèses de calculs.

## 6.2. Résultats des calculs

Les résultats obtenus avec le profil en Figure 11 sont récapitulés dans le Tableau 2. Les sorties graphiques des calculs de stabilité sont consultables en annexe B.

Tableau 2 : Récapitulatif des coefficients de sécurité calculés pour un talus de 25 m de hauteur

Conditions hydrauliques	Sismicité	Rupture générale	
		FOS rupture circulaire / FOS rupture non circulaire	FOS rupture gradin FOS rupture circulaire / FOS rupture non circulaire
Cas 1 Conditions totalement drainées	Conditions statiques	1.87 / 1.76	1.45 / 1.43
	Avec prise en compte de la sismicité locale	1.45 / 1.37	1.19 / 1.17
Cas 2 Ru 0.1	Conditions statiques	1.66 / 1.56	1.29 / 1.27
	Avec prise en compte de la sismicité locale	1.30 / 1.22	1.06 / 1.05

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

- La nappe libre à la cote exceptionnelle de 17.29 m NGF se situe à 3 m environ sous la plateforme à la cote + 20.5 m NGF. De fait, elle est sans incidence sur la stabilité des talus de dépôts.
- Pour des ruptures circulaires ou non circulaires intéressant toute la hauteur des talus :
  - o les coefficients de sécurité calculés sont supérieurs à 1.5 en conditions statiques, avec ou sans la prise en considération d'un coefficient Ru de 0.1.
  - o avec la prise en considération de la sismicité locale, les coefficients de sécurité sont supérieurs ou égaux à 1.3 avec ou sans la prise en considération d'un coefficient Ru de 0.1.

- Pour des ruptures circulaires ou non circulaires à l'échelle d'un gradin :
  - o les coefficients de sécurité calculés sont supérieurs ou proches de 1.3 pour des conditions statiques, pour des conditions totalement drainées (FOS = 1.44) ou avec la prise en considération d'un coefficient  $R_u$  de 0.1 (FOS = 1.28).
  - o les coefficients de sécurité sont supérieurs ou égaux à 1.05 en conditions sismiques avec ou sans la prise en considération d'un coefficient  $R_u$  de 0.1.
  - o Les ruptures à l'échelle d'un gradin restent pelliculaires (faible profondeur).

En conclusion, pour les hypothèses considérées, les calculs réalisés sur le profil type retenu (le plus haut, 25 m) traduisent une stabilité à long terme pour des ruptures générales circulaires ou non circulaires. A l'échelle d'un gradin, des ruptures pelliculaires pourraient apparaître localement en cas de séisme, ou par exemple en cas de compactage insuffisant des matériaux ou d'accumulation locale d'eau sur les banquettes et de débordement dans les talus.

*Nota bene : les calculs ont aussi été menés selon l'approche de l'EN 1997-1 de l'Eurocode 7, avec une vérification aux ELU (GEO) en appliquant des coefficients partiels aux actions, aux propriétés mécaniques des sols et à la résistance des matériaux selon l'approche 3 qui est la plus appropriée pour ce type de calculs. Les résultats montrent que les conclusions ci-avant restent valides.*

## 7. Conclusions et recommandations

### 7.1. Conclusions

Pour les hypothèses considérées (en particulier le caractère hétérogène, essentiellement frottant et perméable des matériaux qui seront déposés), le profil type suivant permet de justifier une stabilité à long terme pour des ruptures générales vis-à-vis des phénomènes de ruptures circulaires et non circulaires (Figure 14) :

- Talus global :
  - o Cote crête de talus : + 46.0 m NGF
  - o Cote du pied de talus : + 20.5 m NGF
  - o Hauteur verticale : 25.5 m
  - o Angle de pente globale : 23°/H
  
- Gradins :
  - o Angle de pente : 3H/2V (# 34°/H), pour limiter les phénomènes d'érosion pluviale de surface
  - o Hauteur verticale : 5 m
  
- Banquettes intermédiaires de 5 m de largeur, pour permettre toute opération de surveillance et de maintenance avec des engins légers (piézomètres, merlons...), ainsi que la création de fossé en pied de talus de gradins.

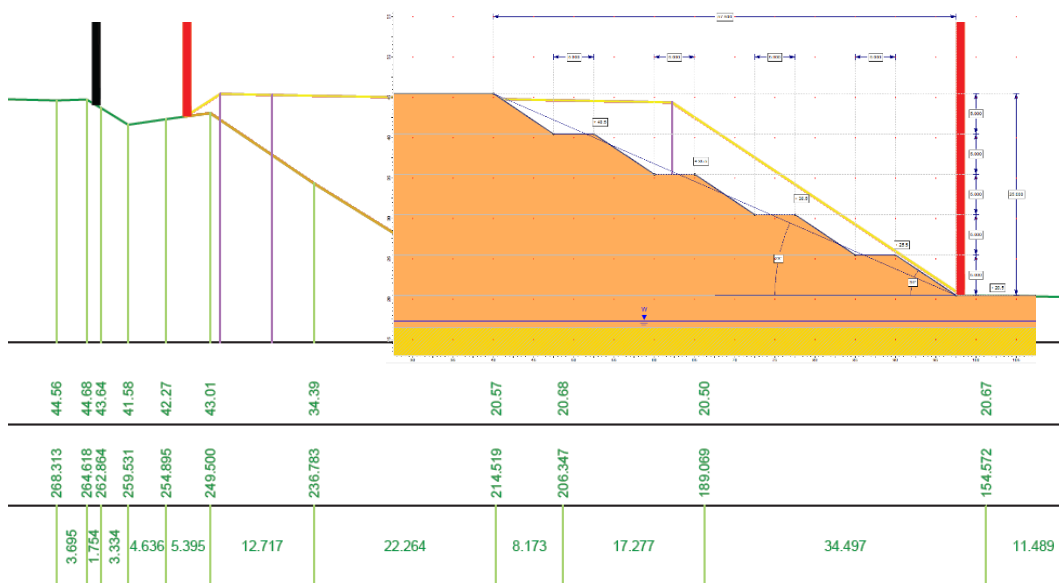


Figure 14 : Profil type de stabilité en superposition avec le projet initial à 3H/2V

Les caractéristiques géométriques de ce profil moyen sur une hauteur verticale de 25 m (dépôt Nord, côté coupe B suivant la Figure 14) sont également à appliquer pour les hauteurs verticales inférieures qui seront rencontrées ailleurs dans le projet :

- 10 m environ pour le dépôt Nord, côté coupe A.
- 15 m environ pour le dépôt Sud, coupes A et B.

Il s'agit d'une première estimation sur la base des données disponibles à ce jour ; des ajustements pourront être apportés pour toute optimisation de ces profils type (par exemple la réduction de la largeur des banquettes, la mise en œuvre de matériaux frottants en digue frontale...).

## 7.2. Recommandations

### 7.2.1. Phasage et mise en œuvre

Afin d'assurer la conformité entre les hypothèses de calculs et les travaux de mise en dépôt, nous recommandons principalement :

- En phase préparatoire :
  - o l'identification et le traitement préalable d'éventuels vides karstiques au niveau des parois ;
  - o de s'assurer de la qualité géotechnique des sols d'assise ;
  - o l'identification et le traitement d'éventuelle source ou venue d'eau depuis les talus périphériques au site ;
  - o de procéder à la création de digues frontales avec des matériaux frottants, non sensibles à l'eau, non érodables.
- En phase de mise en œuvre des matériaux :
  - o d'assurer un suivi de la qualité géotechnique des matériaux déposés ;
  - o de favoriser le dépôts des matériaux de bonne qualité géotechnique le plus proche des talus ;
  - o de procéder à un compactage adapté des matériaux de dépôts et des digues frontales.

Le caractère essentiellement frottant des matériaux qui seront mis en œuvre favorisera les conditions de traficabilité.

### 7.2.2. Surveillance

Nous recommandons l'établissement d'une procédure de surveillance régulière de l'état des talus, des banquettes et des dômes afin d'identifier tout indice défavorable à la stabilité de l'ouvrage. Cette surveillance pourra être effectuée par le personnel technique qualifié de CMSE ou si nécessaire d'un bureau d'étude géotechnique extérieur.





## **Observations sur l'utilisation du rapport**

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'i-AP ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Ce rapport devient la propriété du client après paiement intégral du coût de la mission ; son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par i-AP ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.



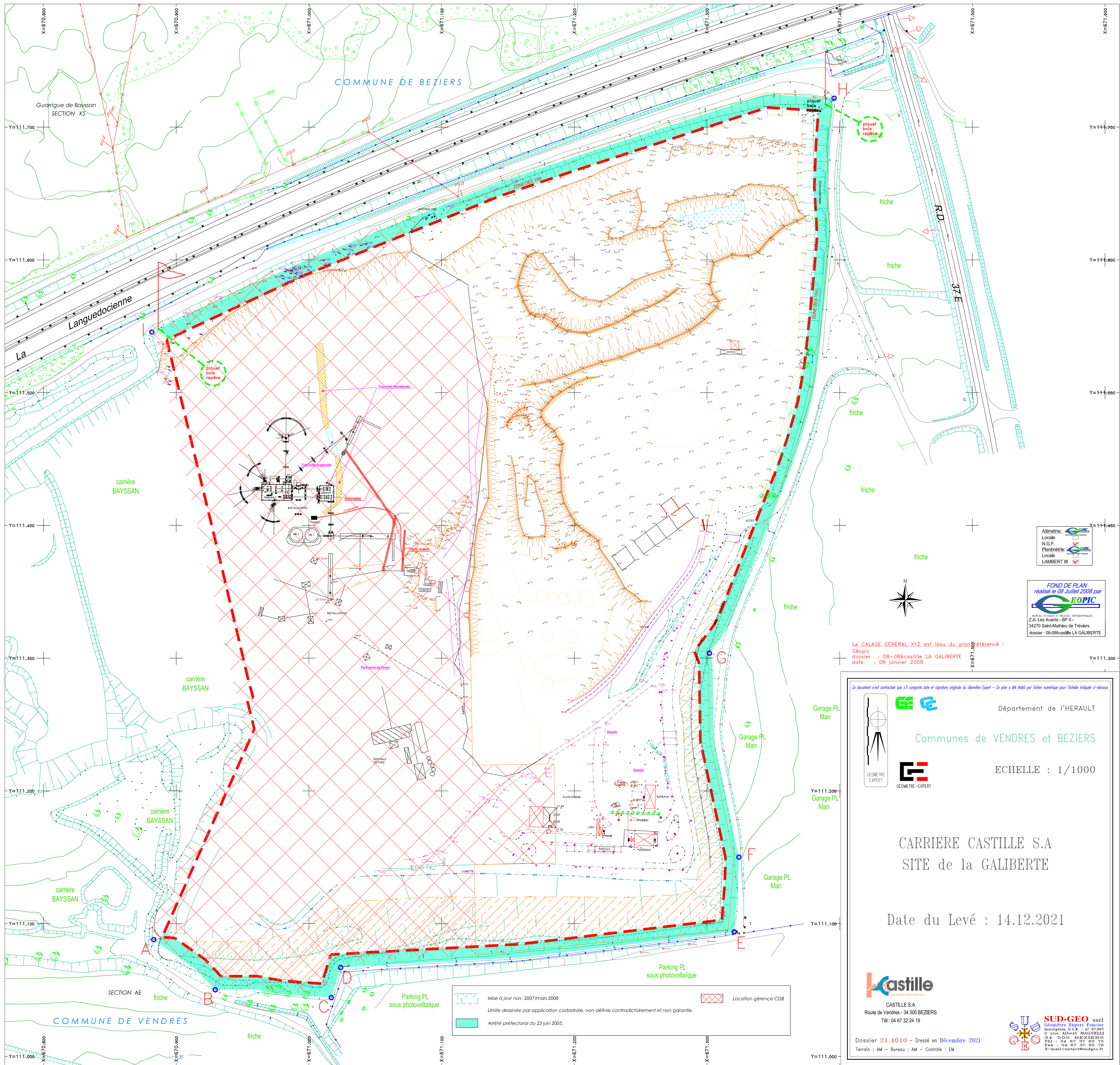
**CMSE - Carrières et matériaux Sud-Est**

Carrière de La Galiberte (34) - Etude de stabilité géotechnique prévisionnelle  
des futurs dépôts ISDI - Mission géotechnique G2-AVP – Rapport iAP0052/A

## **Annexe A**

Plan topographique du 14/12/2021 (Sud-Geo SARL)

(1 page)



Altimétrique	
Locale	
N.C.P.	
Planimétrique	
Locale	
LAMBERT III	

FOND DE PLAN  
réalisé le 08 Juillet 2008 par  
**EOPIC**  
Bureau d'Etudes et Projets Topographiques  
Z.A. Les Avenas - SP 4 -  
34270 Saint-Mathieu de Tréviers  
dossier : 08-086castille LA GALIBERTE

Le CALAGE GENERAL XYZ est issu du plan d'alignement  
Géoplot  
dossier : 08-086castille LA GALIBERTE  
date : 08 janvier 2008

Département de l'HERAULT  
 Communes de VENDRES et BEZIERS  
 ECHELLE : 1/1000  
**CARRIERE CASTILLE S.A**  
 SITE de la GALIBERTE  
 Date du Levé : 14.12.2021  
  
 CASTILLE S.A.  
 Route de Vendres - 34 500 BEZIERS  
 Tél : 04 67 32 24 19  
 Dossier 21.4010 - Dressé en Décembre 2021  
 Terrain : AM - Bureau : AM - Contrôle : EM  
  
 SUD-GEO s.a.r.l.  
 Géomètre Expert Topographe  
 Inscription O.C.C. n° 95.007  
 11 rue Albert MAILLET  
 34 500 BEZIERS  
 Tél : 04 67 37 60 70  
 Fax : 04 67 37 60 70  
 E-mail: contact@sudgeo.fr

	Mise à jour nov. 2007/mars 2008		Location gérance CDB
	Limite dessinée par application cadastrale, non définie contradictoirement et non garantie.		
	Arrêté préfectoral du 23 juin 2005.		



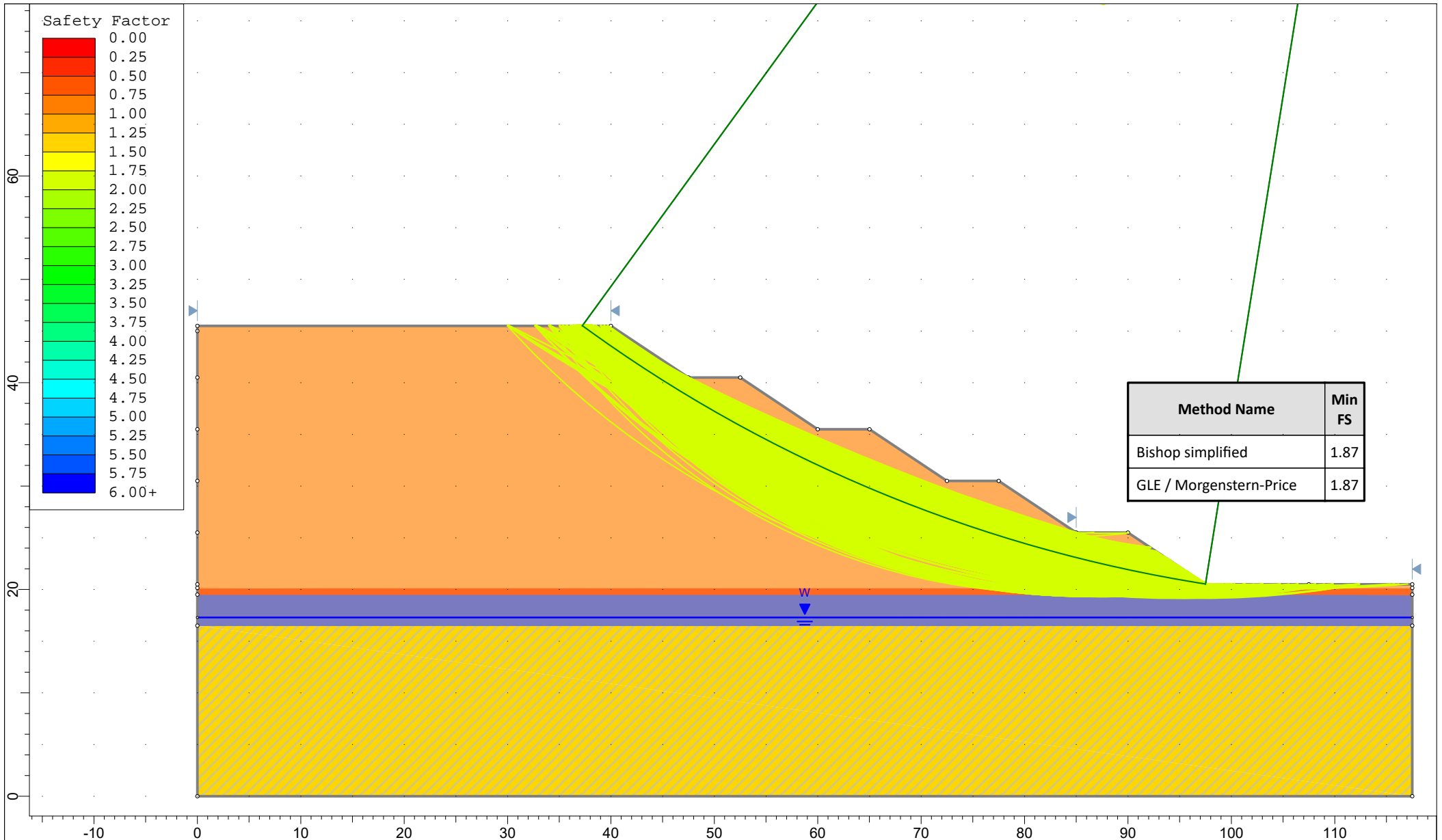
**CMSE - Carrières et matériaux Sud-Est**

Carrière de La Galiberte (34) - Etude de stabilité géotechnique prévisionnelle  
des futurs dépôts ISDI - Mission géotechnique G2-AVP – Rapport iAP0052/A

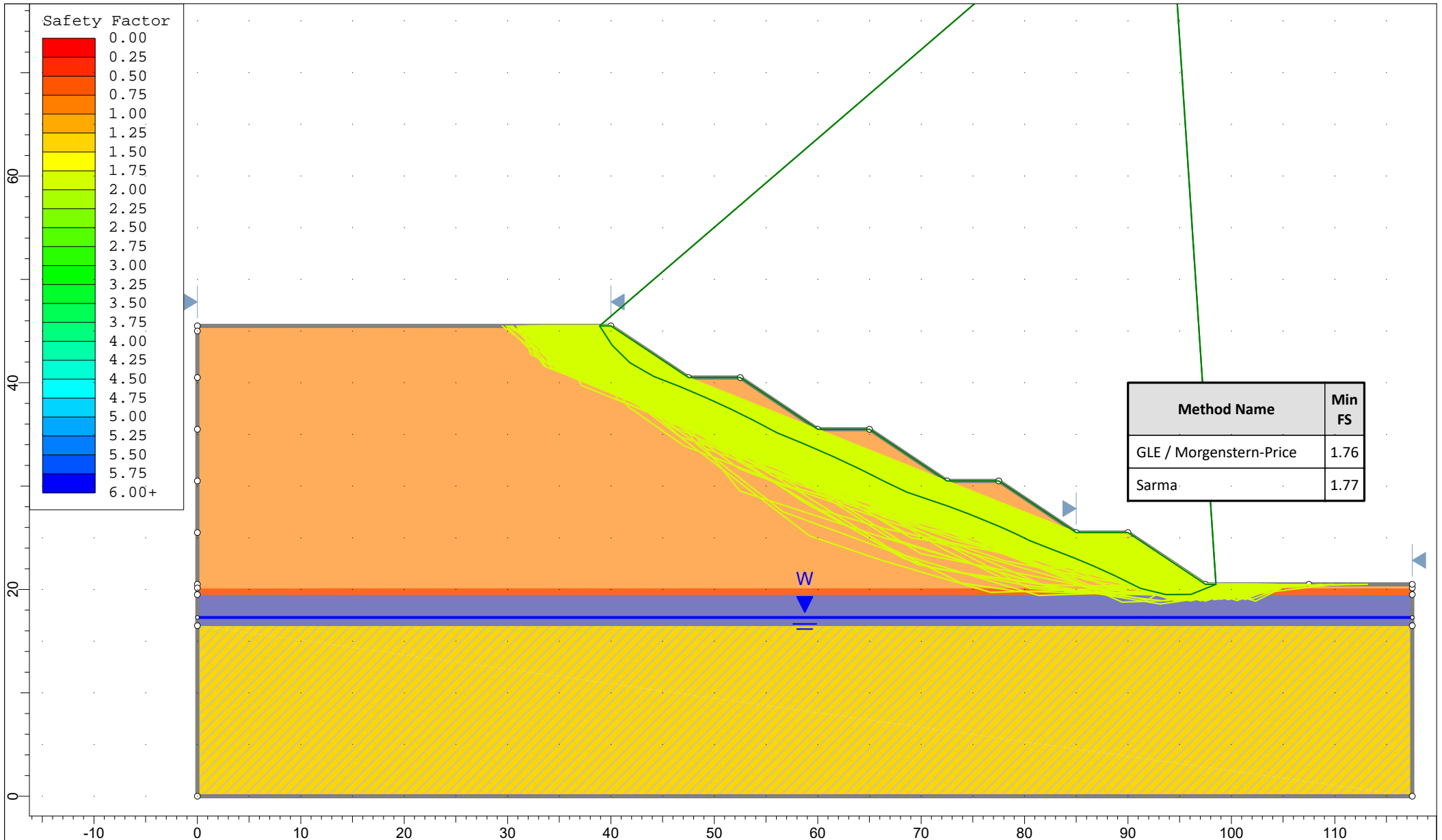
## **Annexe B**

Sorties graphiques des calculs de stabilité

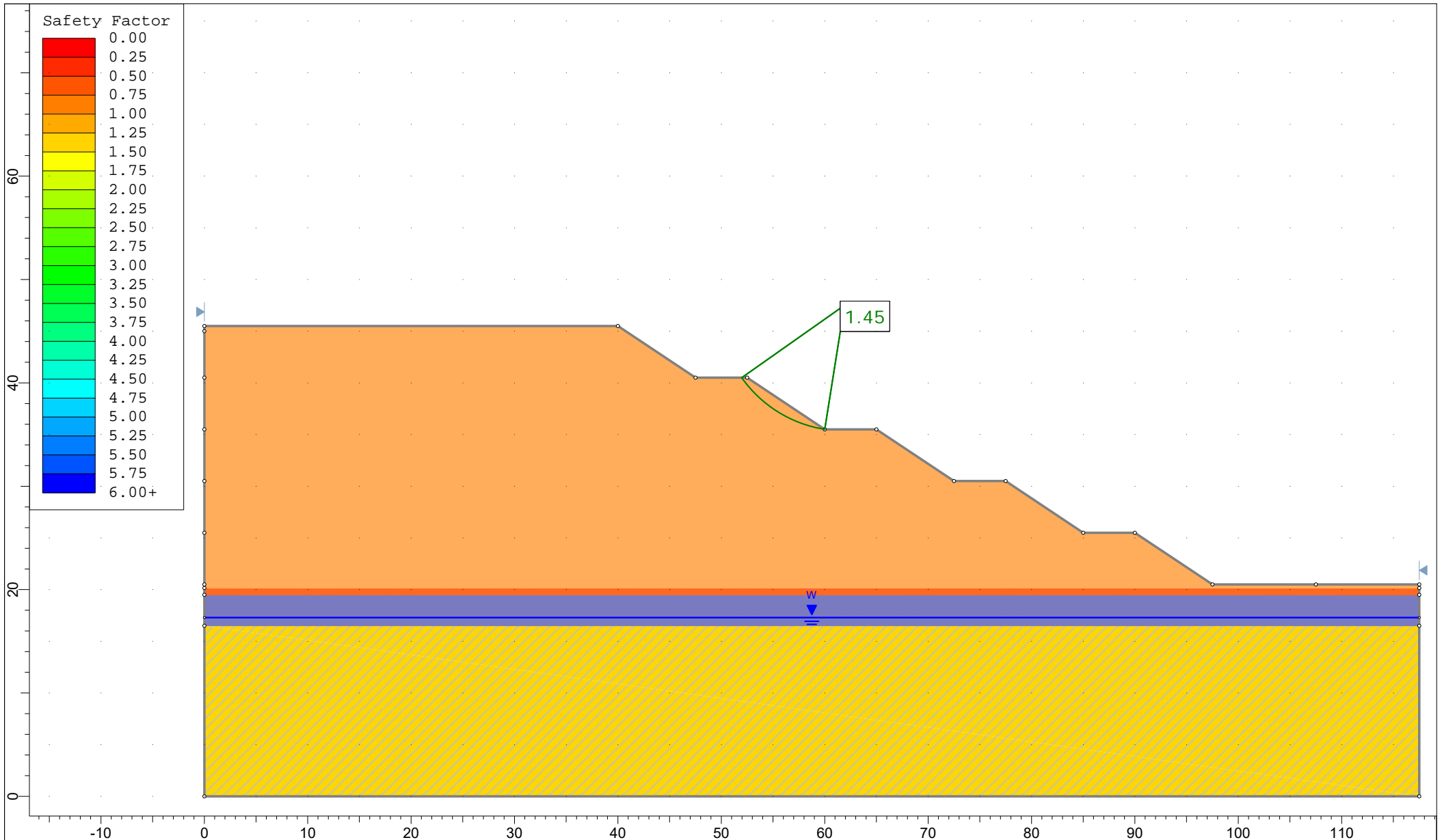
(16 pages)




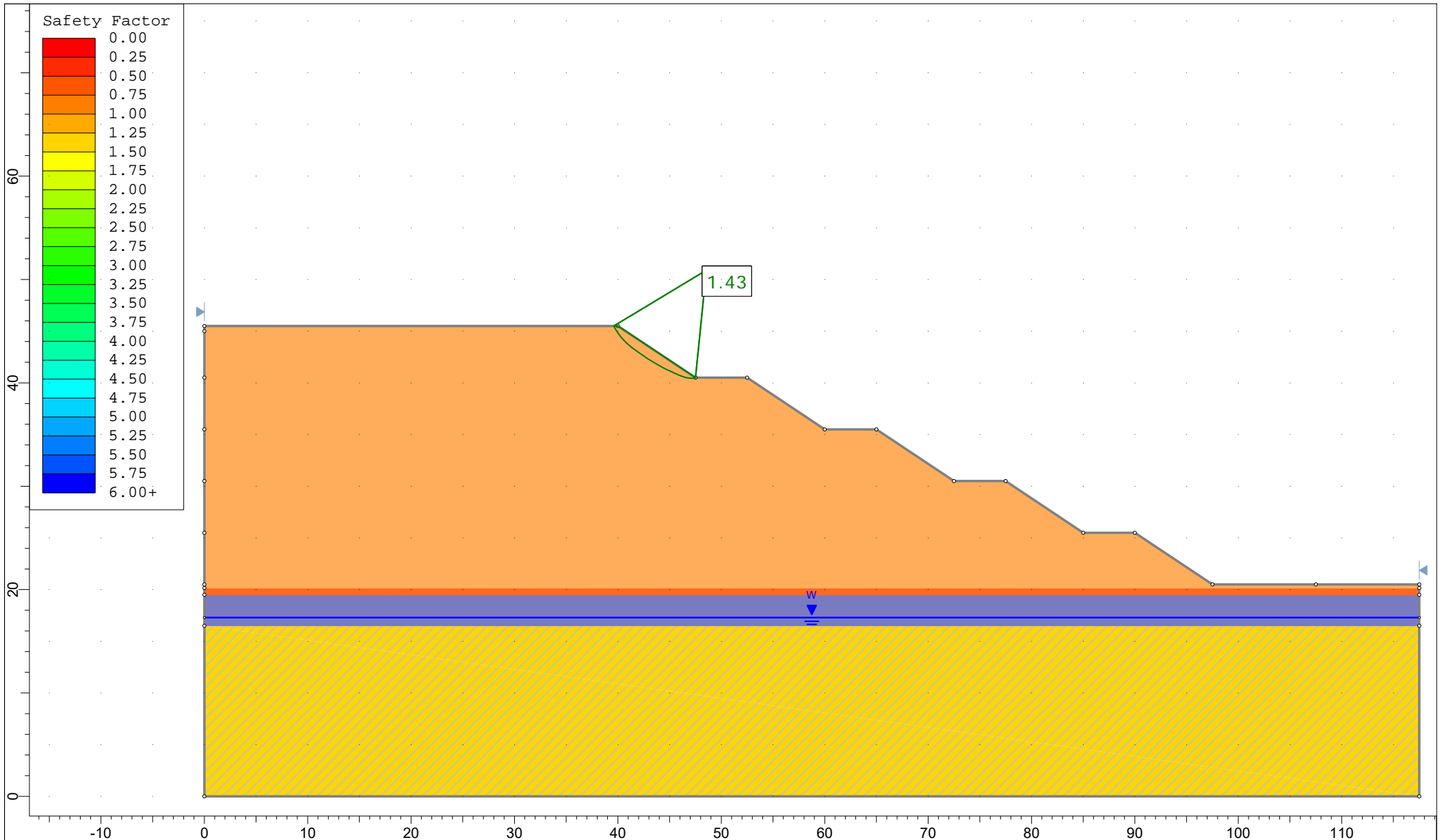
<i>Project</i>				CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE				
<i>Analysis Description</i>				STABILITE FUTURES VERSES				
<i>Drawn By</i>		LC	<i>Scale</i>		1:500	<i>Company</i>		I-AP
<i>Date</i>		12/2021			<i>File Name</i>		2022-05-01- Profil type 3.0.slmd	




<i>Project</i>				CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE	
<i>Analysis Description</i>				STABILITE FUTURES VERSES	
<i>Drawn By</i>	LC	<i>Scale</i>	1:500	<i>Company</i>	I-AP
<i>Date</i>	12/2021	<i>File Name</i>	2022-05-01- Profil type 3.1- NC.slmd		

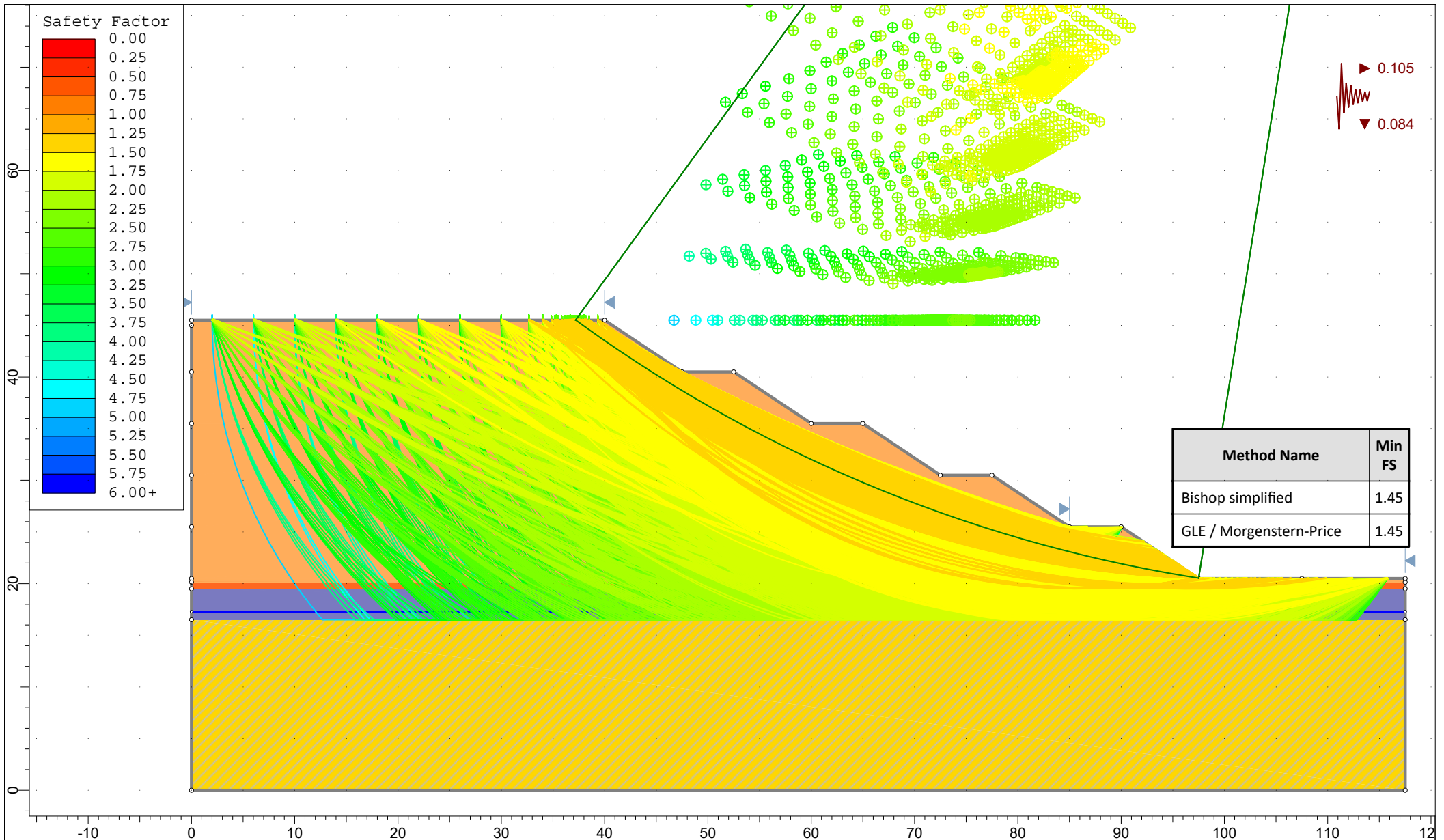



	<i>Project</i>			CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE		
	<i>Analysis Description</i>			STABILITE FUTURES VERSES		
	<i>Drawn By</i>	LC	<i>Scale</i>	1:500	<i>Company</i>	I-AP
	<i>Date</i>	12/2021	<i>File Name</i>	2022-05-01- Profil type 3.0.slmd		

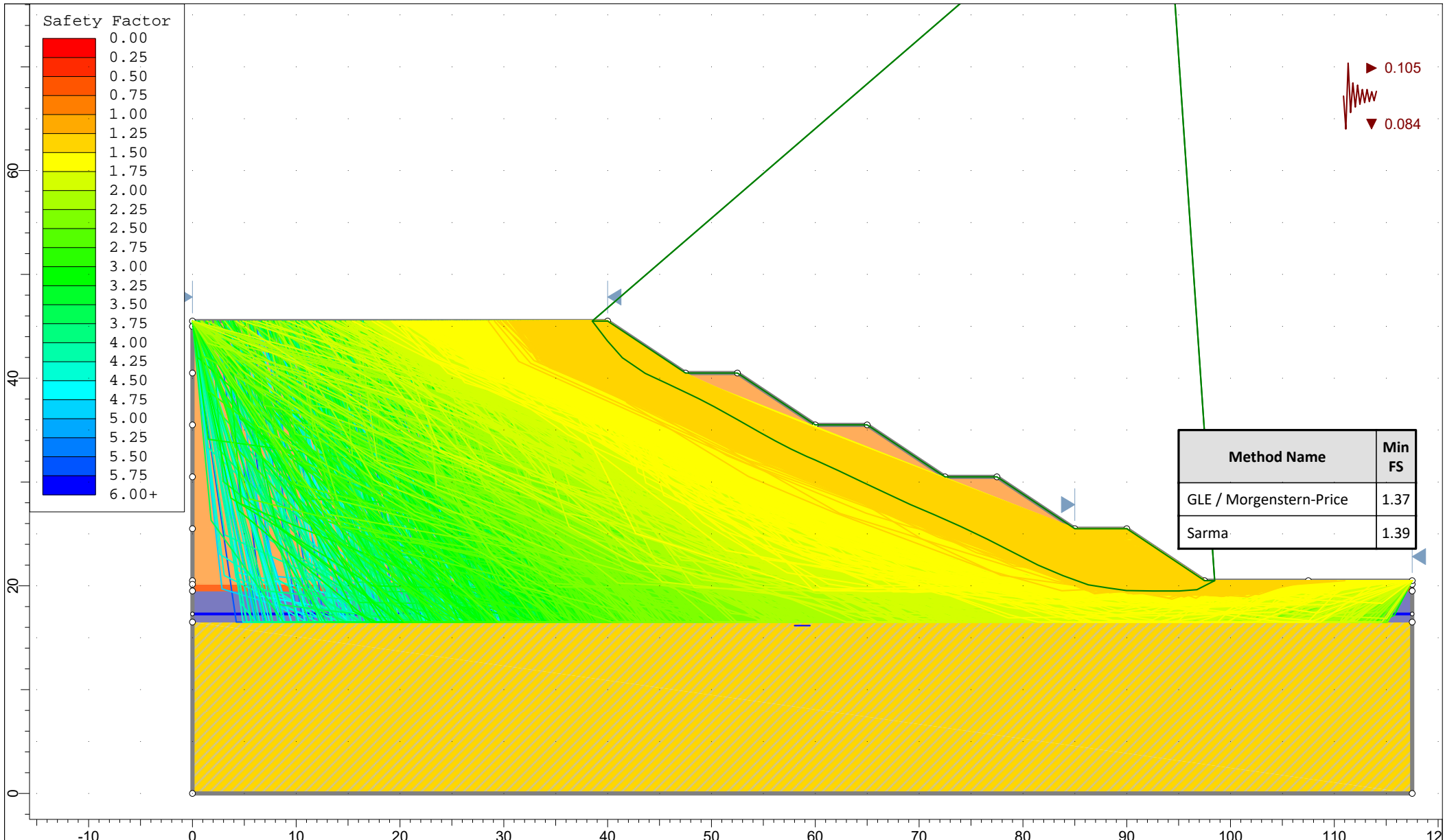


	<i>Project</i>			CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE		
	<i>Analysis Description</i>			STABILITE FUTURES VERSES		
	<i>Drawn By</i>	LC	<i>Scale</i>	1:500	<i>Company</i>	I-AP
	<i>Date</i>	12/2021	<i>File Name</i>	2022-05-01- Profil type 3.1- NC.slmd		




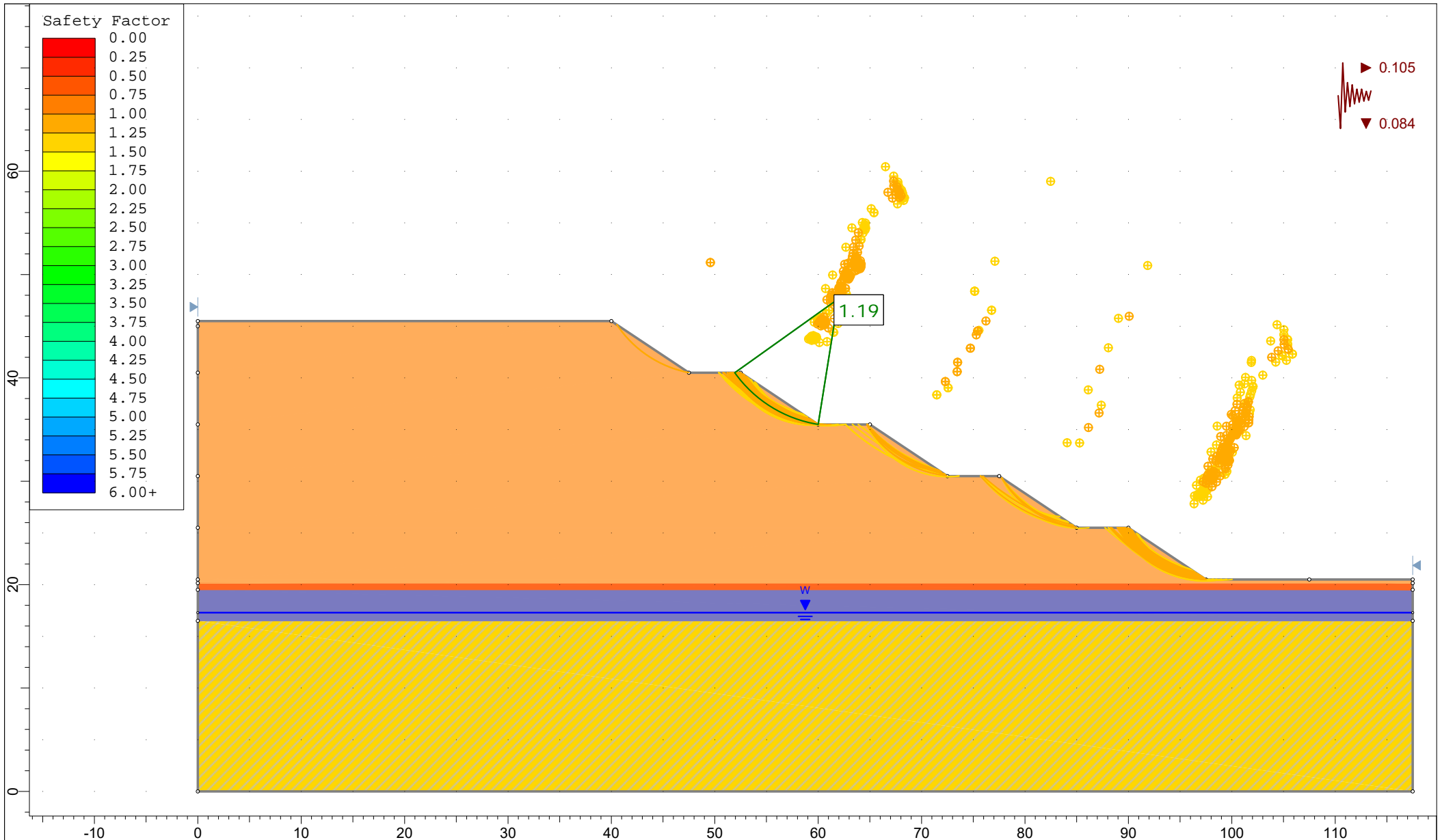



	Project			CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE		
	Analysis Description			STABILITE FUTURES VERSES		
	Drawn By	LC	Scale	1:500	Company	I-AP
	Date	12/2021	File Name	2022-05-01- Profil type 3.0.slmd		

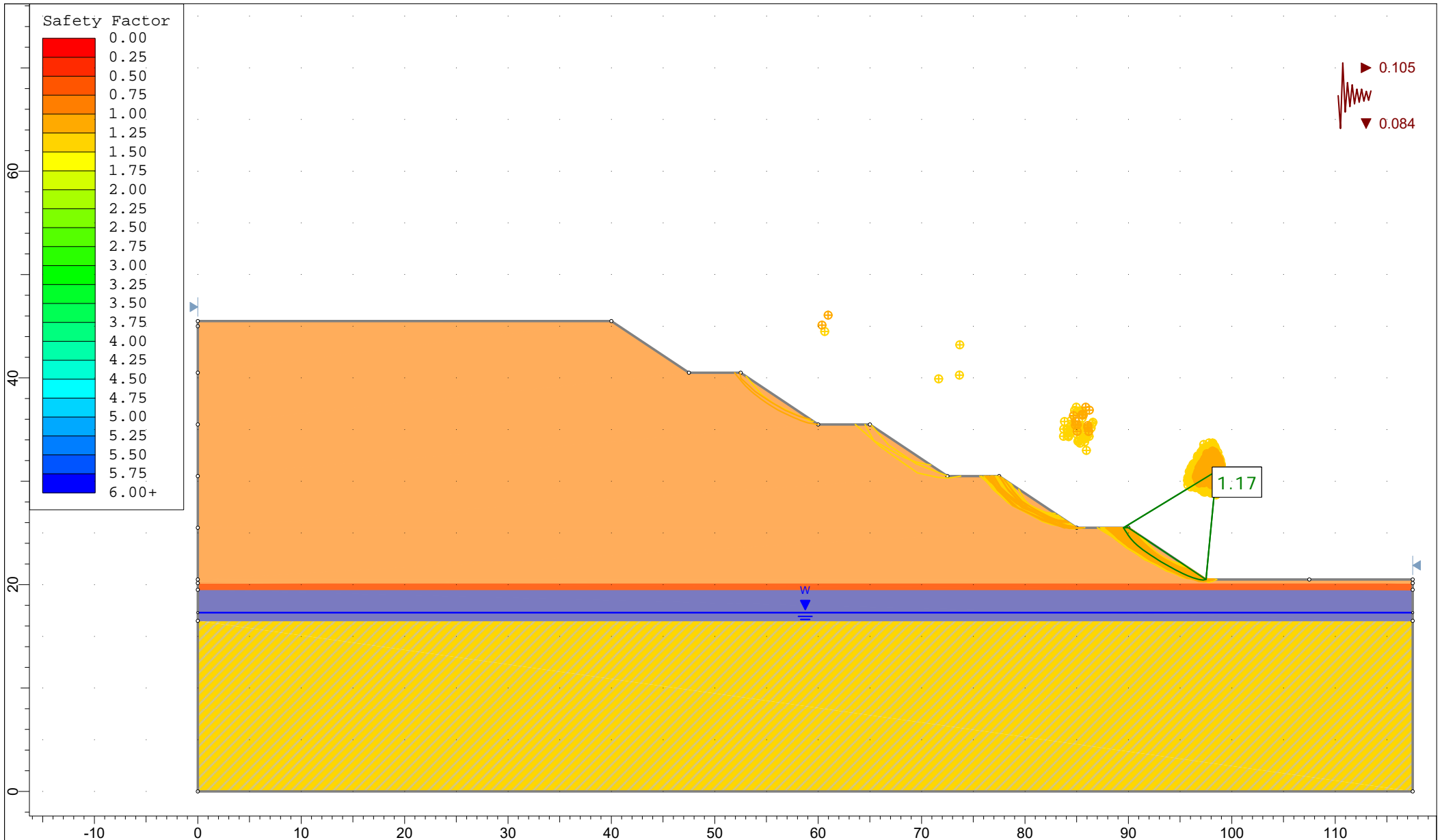



Method Name	Min FS
GLE / Morgenstern-Price	1.37
Sarma	1.39

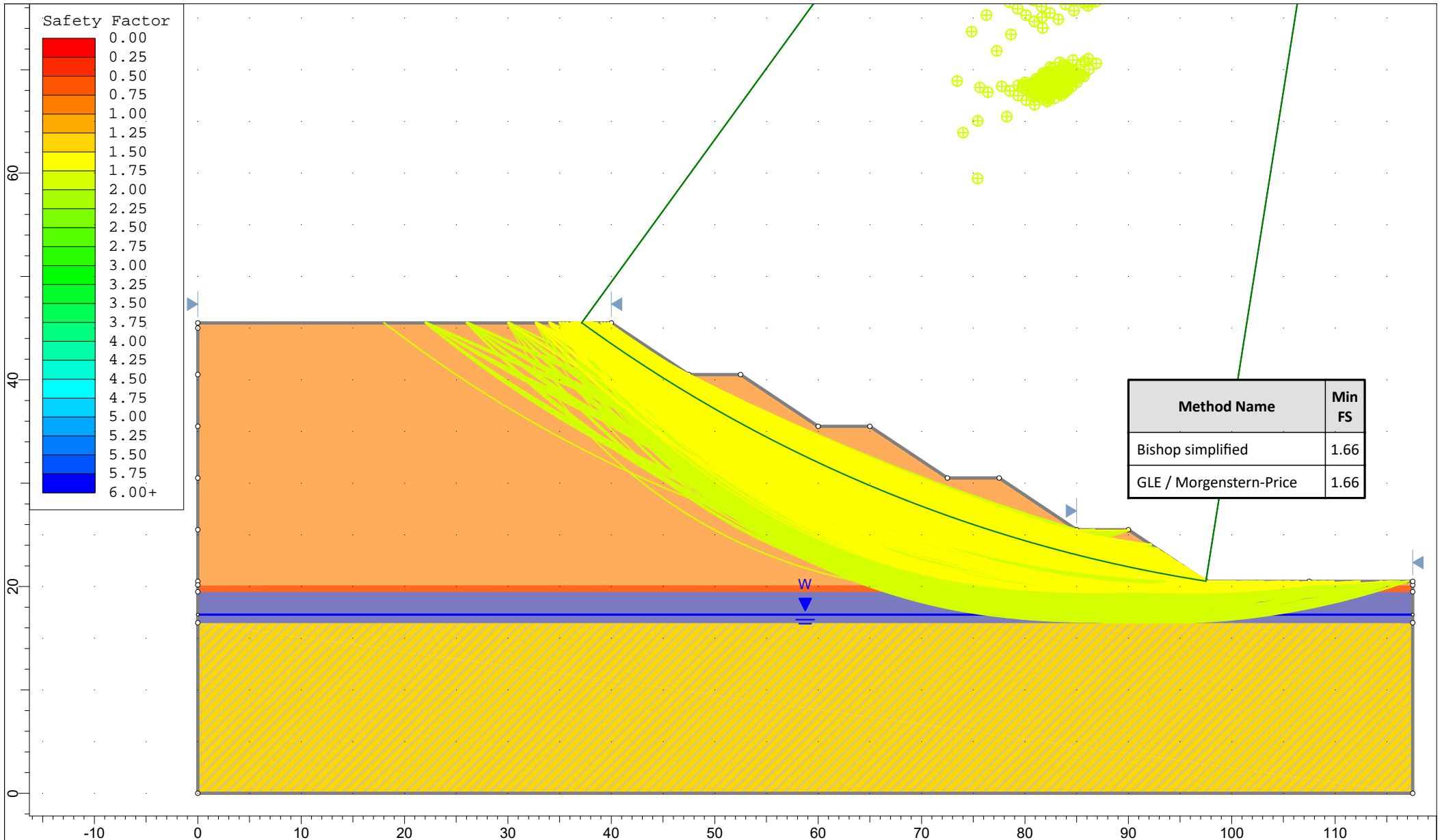
	Project			CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE		
	Analysis Description			STABILITE FUTURES VERSES		
	Drawn By	LC	Scale	1:500	Company	I-AP
	Date	12/2021	File Name	2022-05-01- Profil type 3.1- NC.slm		




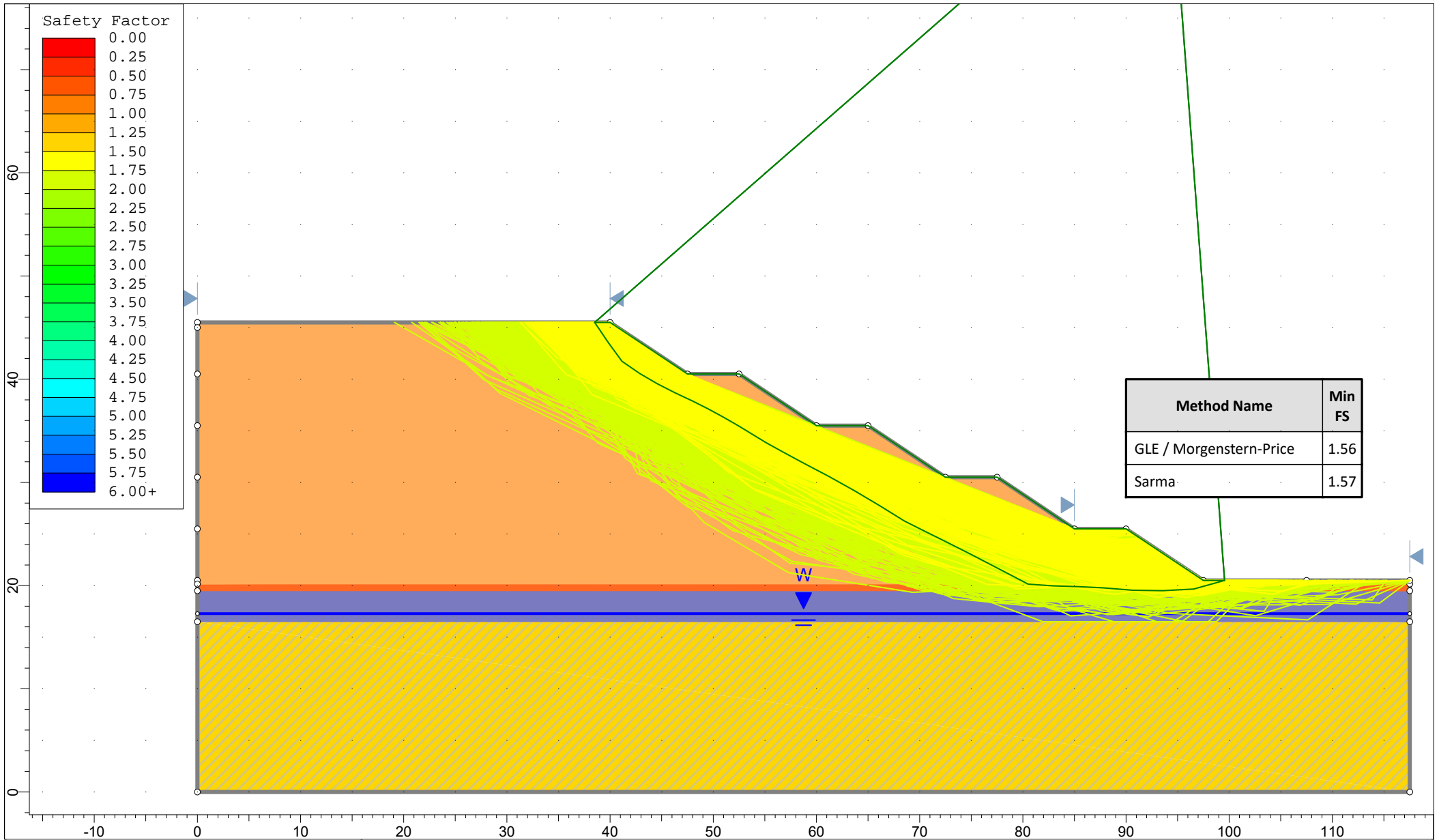
	Project			CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE		
	Analysis Description			STABILITE FUTURES VERSES		
	Drawn By	LC	Scale	1:500	Company	I-AP
	Date	12/2021	File Name	2022-05-01- Profil type 3.0.slmd		




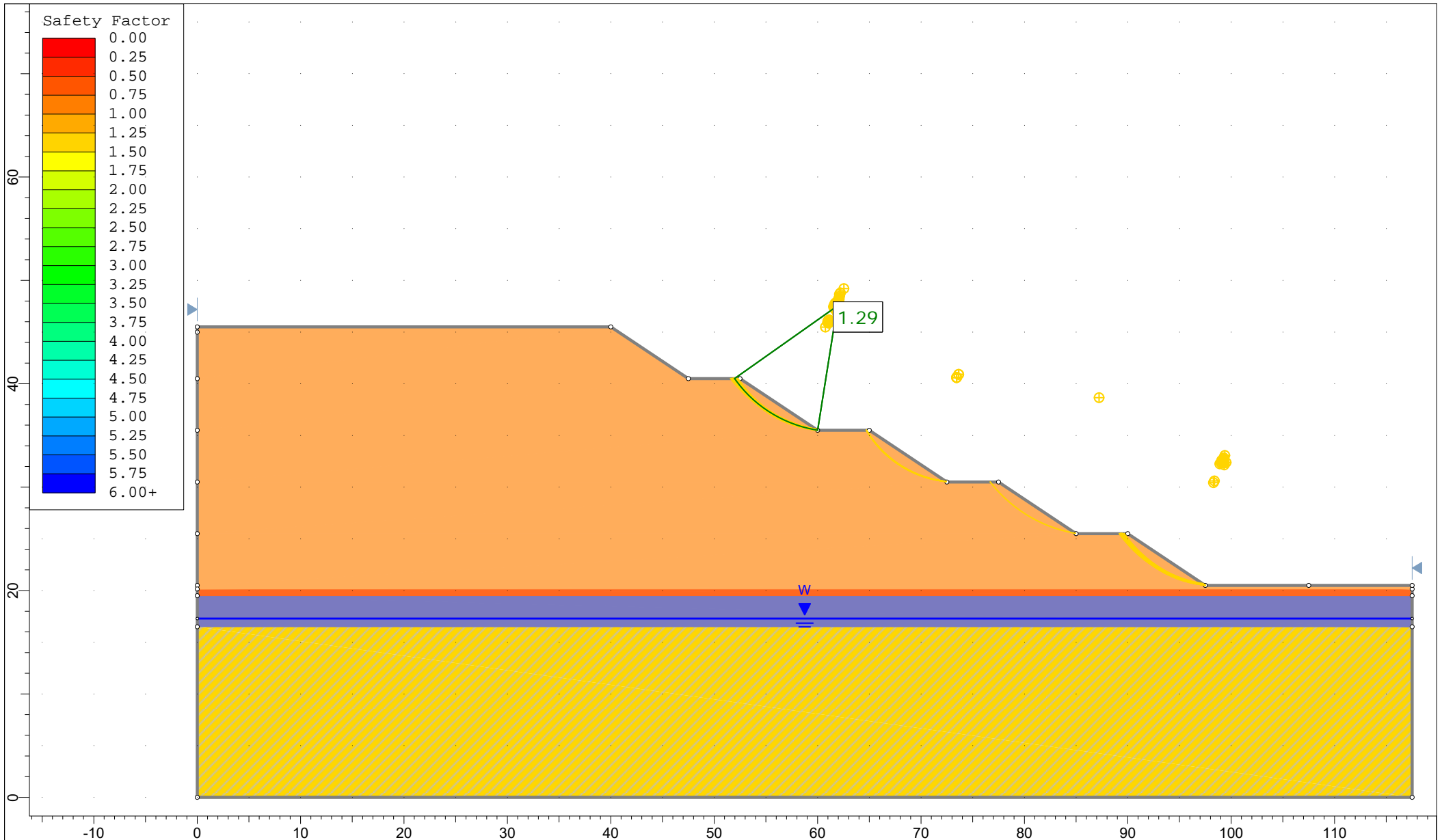
	Project			CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE		
	Analysis Description			STABILITE FUTURES VERSES		
	Drawn By	LC	Scale	1:500	Company	I-AP
	Date	12/2021	File Name	2022-05-01- Profil type 3.1- NC.slmd		




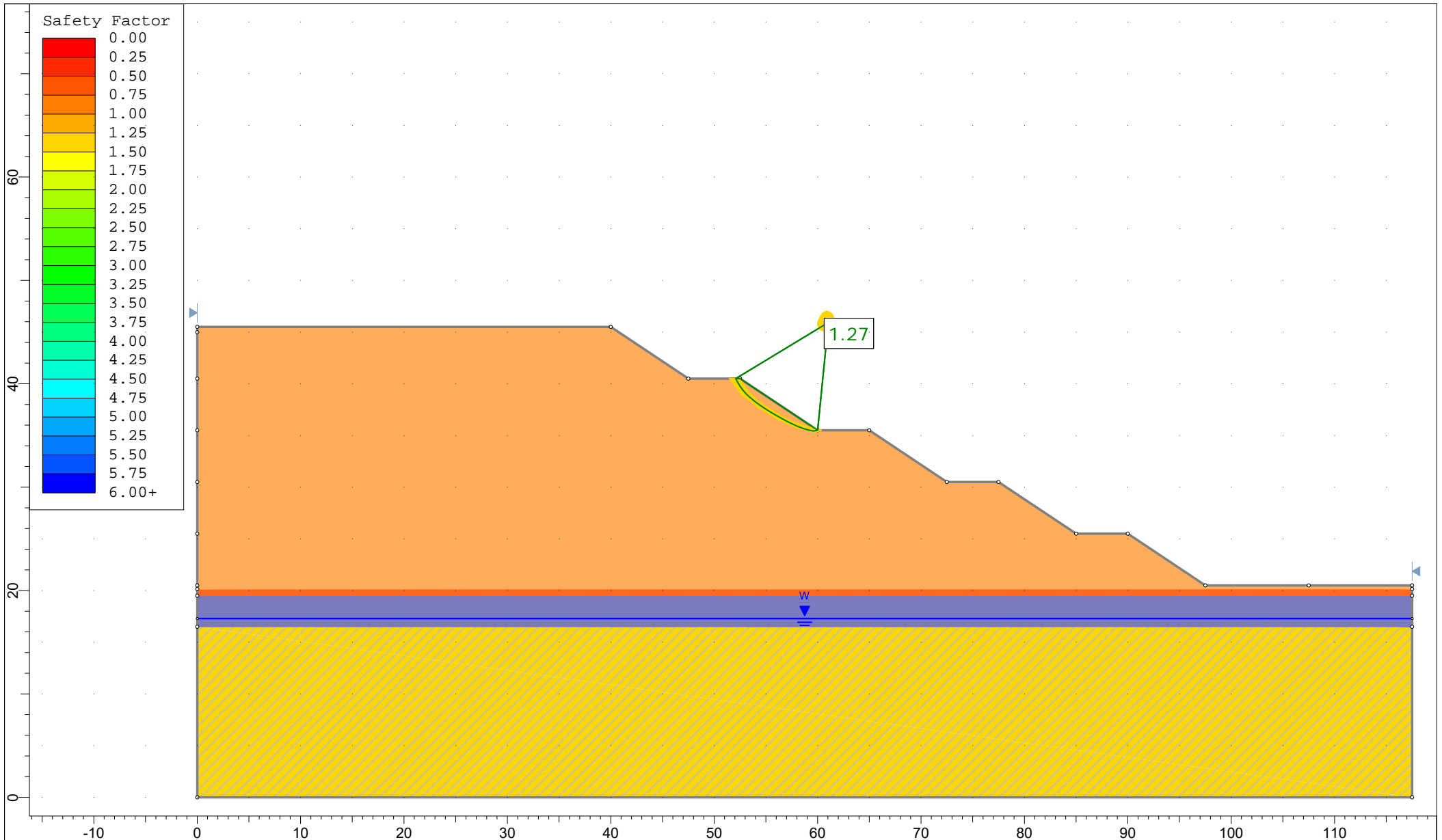
	Project			CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE		
	Analysis Description			STABILITE FUTURES VERSES		
	Drawn By	LC	Scale	1:500	Company	I-AP
	Date	12/2021	File Name	2022-05-01- Profil type 3.0.slmd		




	Project			CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE		
	Analysis Description			STABILITE FUTURES VERSES		
	Drawn By	LC	Scale	1:500	Company	I-AP
	Date	12/2021	File Name	2022-05-01- Profil type 3.1- NC.slmd		

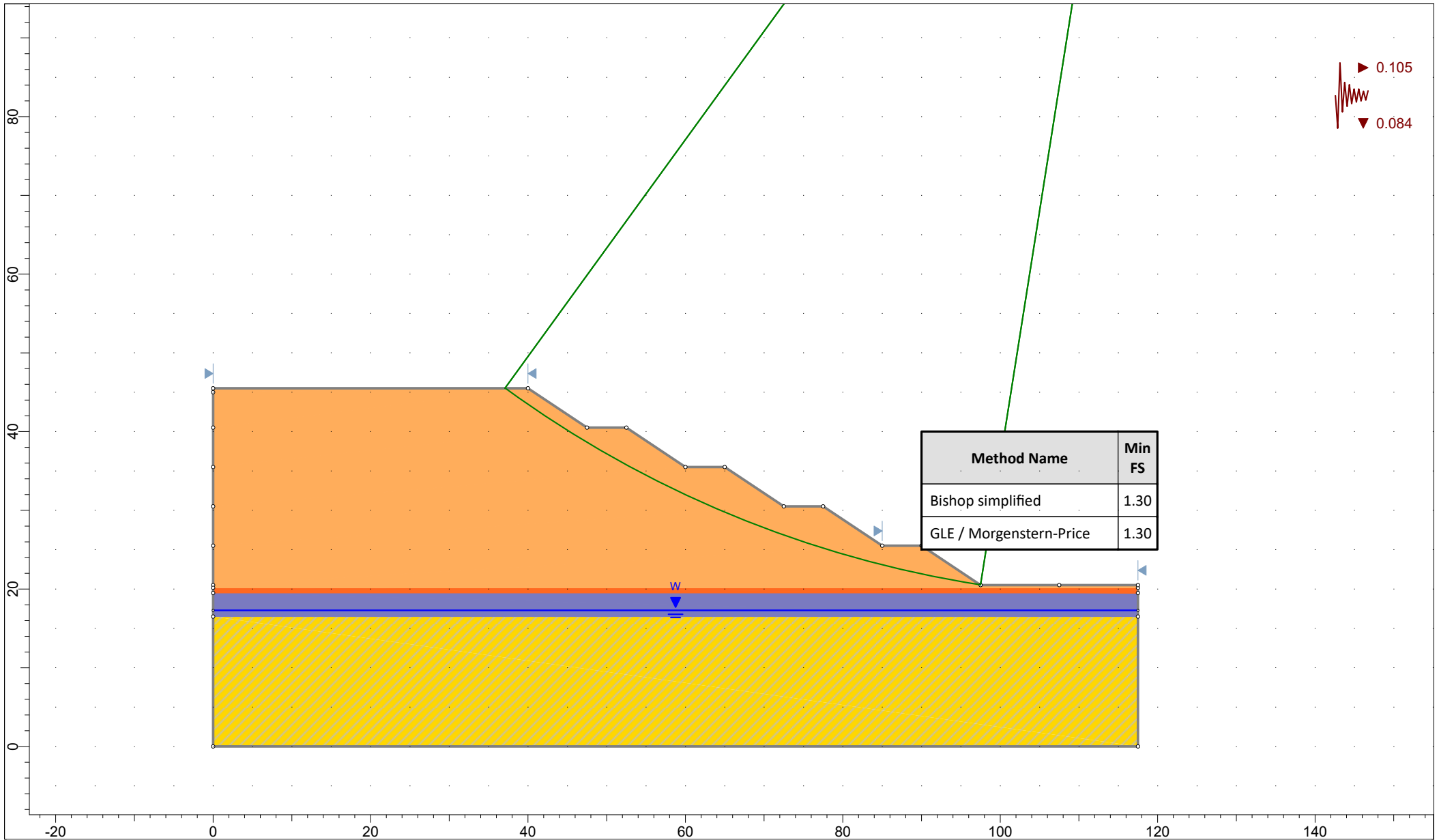


	Project			CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE		
	Analysis Description			STABILITE FUTURES VERSES		
	Drawn By	LC	Scale	1:500	Company	I-AP
	Date	12/2021	File Name	2022-05-01- Profil type 3.0.slmd		



	Project			CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE		
	Analysis Description			STABILITE FUTURES VERSES		
	Drawn By	LC	Scale	1:500	Company	I-AP
	Date	12/2021	File Name	2022-05-01- Profil type 3.1- NC.slm		





Project

CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE

Analysis Description

STABILITE FUTURES VERSES

Drawn By

LC

Scale

1:655

Company

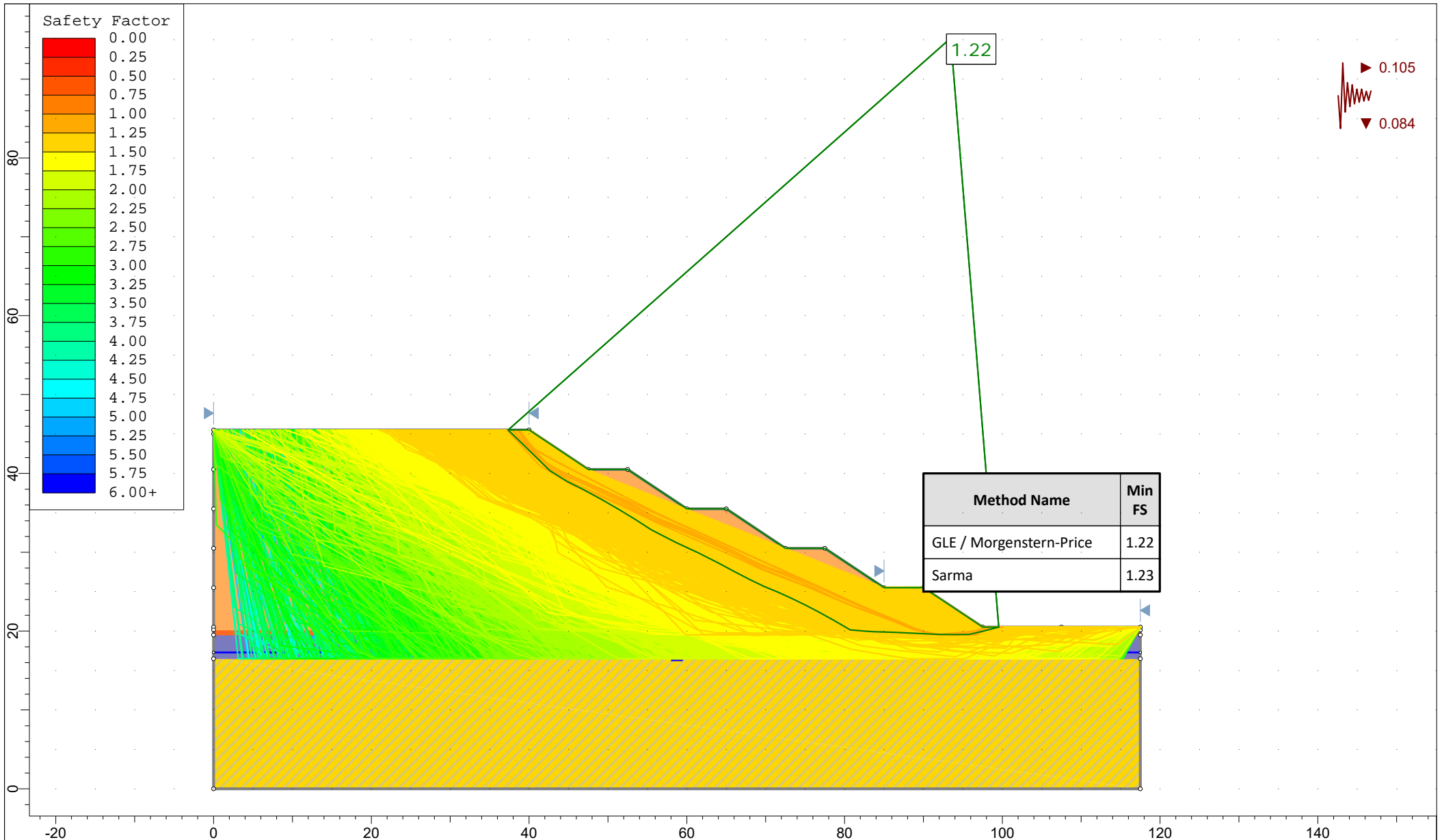
I-AP

Date

12/2021

File Name

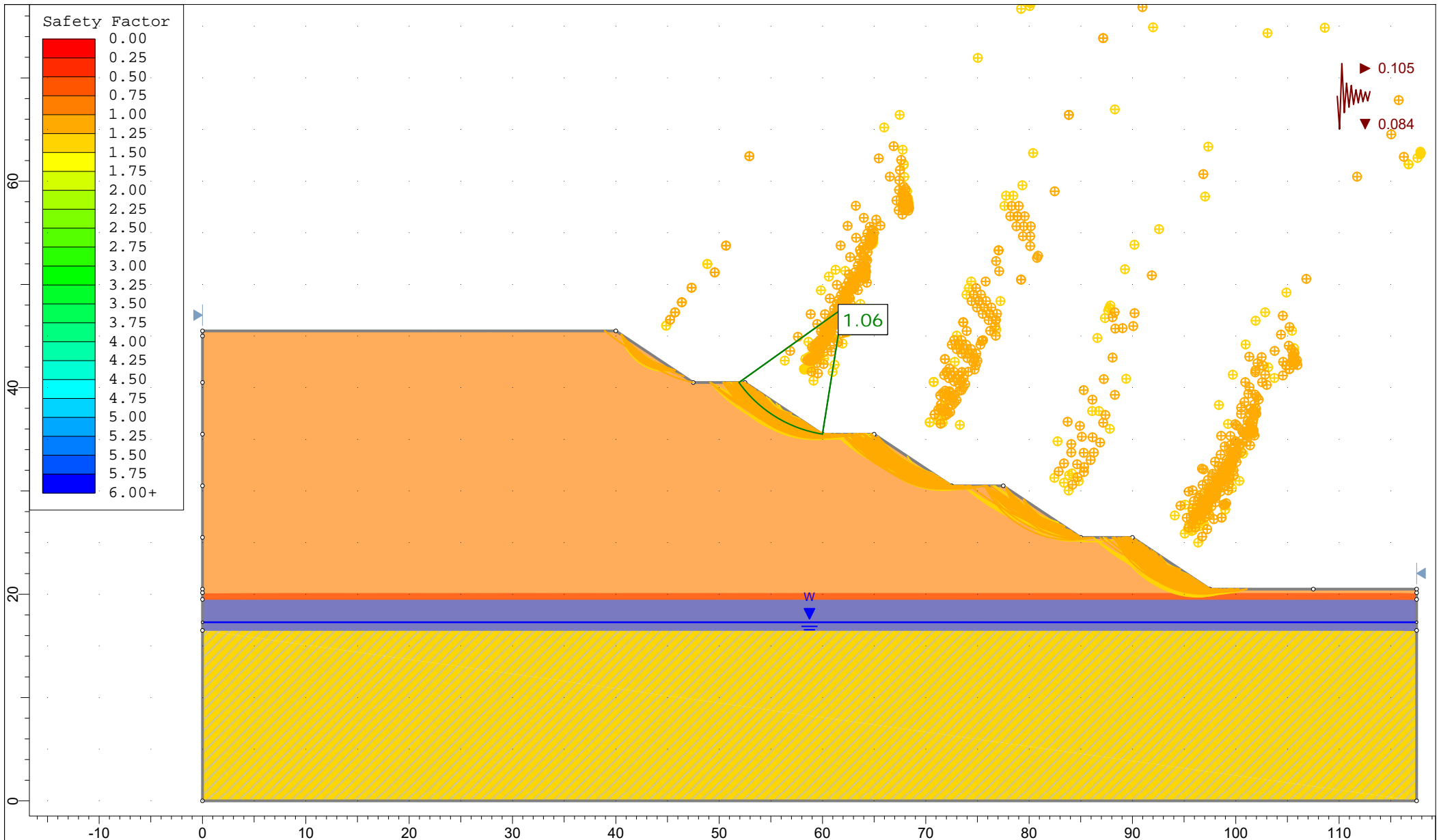
2022-05-01- Profil type 3.0.slmd



Method Name	Min FS
GLE / Morgenstern-Price	1.22
Sarma	1.23

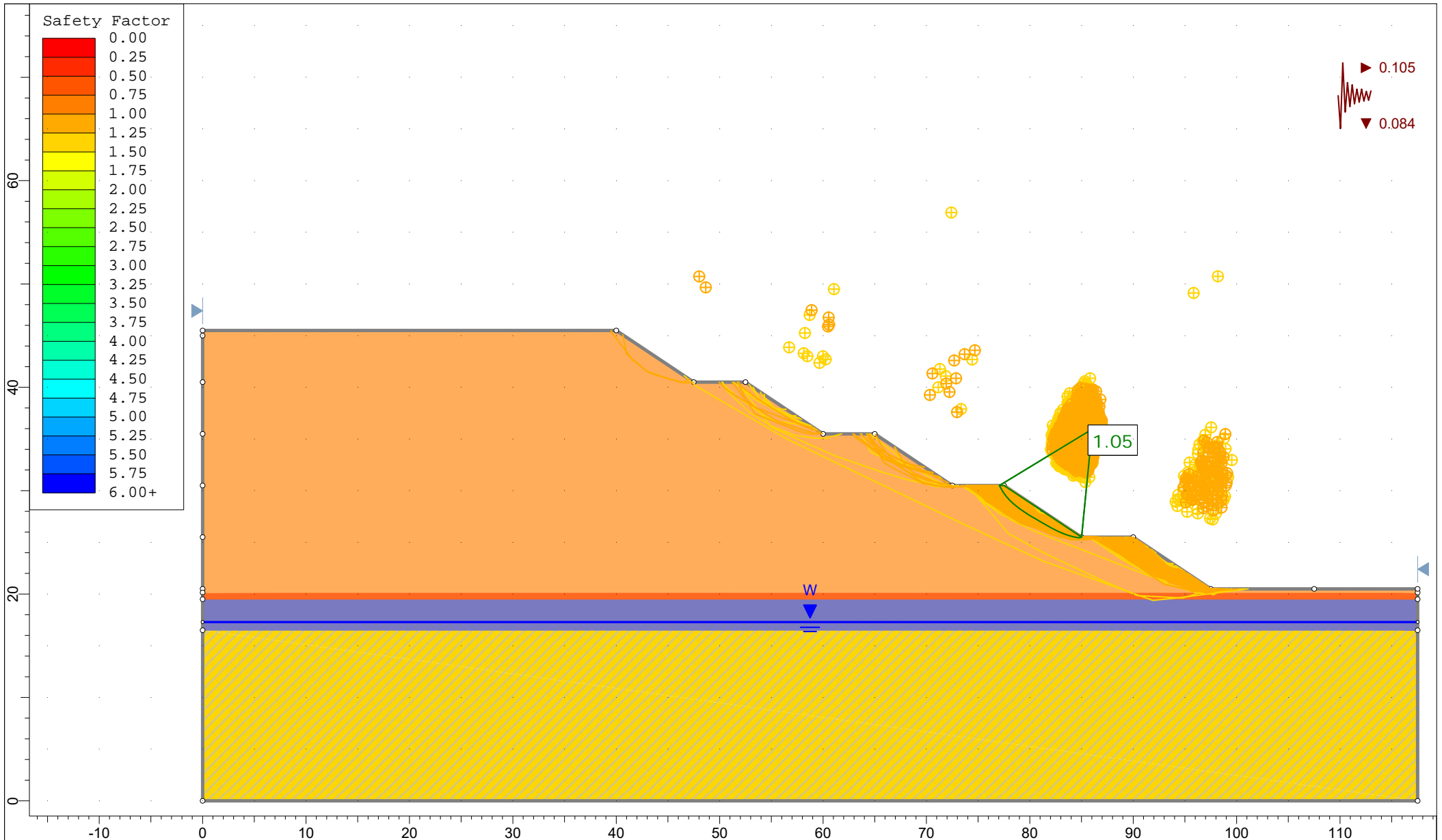


<i>Project</i>				CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE	
<i>Analysis Description</i>				STABILITE FUTURES VERSES	
<i>Drawn By</i>	LC	<i>Scale</i>	1:655	<i>Company</i>	I-AP
<i>Date</i>	12/2021			<i>File Name</i>	2022-05-01- Profil type 3.1- NC.slmd



<i>Project</i>				CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE	
<i>Analysis Description</i>				STABILITE FUTURES VERSES	
<i>Drawn By</i>	LC	<i>Scale</i>	1:500	<i>Company</i>	I-AP
<i>Date</i>	12/2021			<i>File Name</i>	2022-05-01- Profil type 3.0.slmd





Project		CMSE- CARRIERE DE LA GALIBERTE	
Analysis Description		STABILITE FUTURES VERSES	
Drawn By	LC	Scale	1:500
Date	12/2021	Company	I-AP
		File Name	2022-05-01- Profil type 3.1- NC.slm



Ingénierie géotechnique et assistance projet  
<http://i-ap.fr/>

