

AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE POUR LE COMPTE DU GAEC GARABRUN

PROJET DE RETENUE COLLINAIRE
COMMUNE DE REILLANNE (04)



AVANT PROJET DETAILLE (APD)

JUIN 2018

N° du Marché			
Indice	0	1	2
Date	15 juin 2018	20 juin 2018	
Modification	<i>Version initiale soumise à la validation de la Chambre d'Agriculture 04</i>	<i>Prise en compte de remarques de la Chambre d'Agriculture 04 et du COPIL</i>	
Rédigé par	<i>Teddy WINIGER Géologue - Géotechnicien Visa :</i>	<i>Teddy WINIGER Géologue - Géotechnicien Visa :</i>	
Vérfié par	<i>Christophe DELAUNAY Ingénieur Géologue – Géotechnicien Chef de Projet Visa :</i>	<i>Christophe DELAUNAY Ingénieur Géologue – Géotechnicien Chef de Projet Visa :</i>	

RESUME

Afin de diminuer les prélèvements d'eau agricole dans les cours d'eau en période d'étiage, un projet de retenue collinaire (objectif visé de 40 000 m³) a été étudié pour le GAEC GARABRUN, au lieu-dit Barruol, sur la commune de REILLANNE.

Le site pressenti est une ancienne zone d'emprunt formant une dépression.

Les investigations topographiques et géotechniques réalisées n'indiquent aucune contrainte rédhibitoire à l'élaboration du projet.

Après déboisement et débroussaillage, le creusement du fond de 1 à 2 m supplémentaires puis la création d'une digue de fermeture permettra de constituer une réserve d'eau de 45 000 m³.

Etant donné la perméabilité des sols, l'étanchéité de la retenue sera assurée par une membrane en PEHD (15 000 m² de surface développée).

La digue de barrage sera hors classe selon le décret 2015-526 du 12 mai 2015. Elle sera en partie constituée des matériaux extraits du terrassement du fond de la cuvette (11 800 m³), en partie en matériaux d'apport (4 900 m³).

SOMMAIRE

1	OBJET DE LA NOTE, DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE.....	4
1.1	OBJET DE LA NOTE.....	4
1.2	DOCUMENTS DE REFERENCE.....	4
2	CONTEXTE DE L'ÉTUDE	5
2.1	CARACTÉRISTIQUES DU PROJET	5
2.2	CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE	8
2.3	CONTEXTE GEOLOGIQUE	9
2.4	RISQUES IDENTIFIES.....	10
2.5	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET REGLEMENTAIRE	11
3	RESULTATS DES INVESTIGATIONS	13
3.1	FOUILLES A LA PELLE MECANIQUE	13
3.2	ESSAIS DE LABORATOIRE	15
3.2.1	ESSAIS D'IDENTIFICATION.....	15
3.2.2	LES ESSAIS MECANQUES ET DE PERMEABILITE.....	16
3.3	SYNTHESE DES RECONNAISSANCES.....	17
4	ADAPTATION AU PROJET	18
4.1	CARACTERISTIQUES DU PROJET	18
4.1.1	CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES.....	18
4.1.2	CARACTERISTIQUES DE LA RESERVE.....	19
4.1.3	CARACTERISTIQUES DE LA DIGUE	21
4.2	METHODOLOGIE D'EXECUTION.....	22
4.2.1	TERRASSEMENT ET REEMPLOI DES MATERIAUX	22
4.2.2	FONDATION ET EXECUTION DE LA DIGUE	23
4.2.3	ETANCHEITE DE LA RETENUE	26
4.2.4	DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	28
4.2.5	PHASAGE DES TRAVAUX	29
5	CALCULS JUSTIFICATIFS.....	31
5.1	SITUATIONS DE CALCULS.....	31
5.2	PARAMETRES DE MODELISATION DE LA STABILITE.....	32
5.2.1	PARAMETRES SISMIQUES	32
5.2.2	CARACTERISTIQUES DES SOLS	32
5.2.3	SURCHARGES.....	33
5.3	RESULTATS DES MODELISATIONS DE LA STABILITE	33
5.4	DIMENSIONNEMENT DE LA SURVERSE.....	34
6	ESTIMATION DU COUT DES TRAVAUX	35

ANNEXES

ANNEXE 1	CLASSIFICATION DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES
ANNEXE 2	COMPTE-RENDU DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE
ANNEXE 3	PROCÈS-VERBAUX DES ESSAIS DE LABORATOIRE
ANNEXE 4	PLAN TOPOGRAPHIQUE
ANNEXE 5	PLANS ET COUPES DU PROJET
ANNEXE 6	CALCULS DE STABILITÉ TALREN
ANNEXE 7	CALCULS DE LA SURVERSE
ANNEXE 8	COUPES DE PRINCIPE DE LA DIGUE

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Plan de localisation.....	6
Figure 2 : Vue aérienne de la zone – geoportail.fr	6
Figure 3 : Etendue surfacique projetée.....	7
Figure 4 : Données altimétriques – geoportail.fr	8
Figure 5 : Profil altimétrique – geoportail.fr	8
Figure 6 : Extrait de la carte géologique au 1/50000ème du BRGM	9
Figure 7 : Extrait de la carte géologique Vecteur harmonisée au 1/50000ème du BRGM.....	10
Figure 8 : Extrait des cartes aléas – BRGM sur la commune de REILLANNE (04).....	11
Figure 9 : Extrait des cartes "espaces protégés" du site infoterre.brgm.fr	12
Figure 10 : Plan d'implantation des fouilles à la pelle mécanique	13
Figure 11 : Exemple de grillage de sécurité pour la remontée d'animaux	20
Figure 12 : Coupes types de la digue	22
Figure 13 : Compacteur V4 à pieds de moutons.....	25
Figure 14 : Tableaux de compactage pour des matériaux de classe GTR B5 et A2	25
Figure 15 : Détail du complexe d'étanchéité	27
Figure 16 : Phase de la pose des ouvrages traversants	29

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats des essais d'identification.....	15
Tableau 2 : Résultats des essais mécaniques et de perméabilité.....	16
Tableau 3 : Exemple de consignes de compactage issues du GTR	24
Tableau 4 : Coefficients partiels pour l'étude de la stabilité d'ensemble.....	31
Tableau 5 : Paramètres géotechniques des matériaux.....	33

1 OBJET DE LA NOTE, DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

1.1 OBJET DE LA NOTE

La présente note géotechnique de conception – phase Avant-Projet Détaillé, classée G2 AVP suivant la norme NF P 94-500 de Novembre 2013, est relative au projet de construction d'une retenue à usage agricole à proximité du lieu-dit « Barruol », sur la commune de REILLANNE, dans le département des Alpes de Haute-Provence (04).

Suite à l'étude de faisabilité réalisée par la SCP en 2016, 15 sites propices à la création de retenues collinaires ont été identifiés. Parmi ces 15 sites, situés dans le large secteur de Manosque, dans les Alpes de Haute Provence, 8 sites ont été retenus et seulement 5 nécessitent un approfondissement des connaissances vis-à-vis des contraintes techniques, financières et réglementaires. La SCP a obtenu le marché de réalisation des études géotechniques approfondies pour ces 5 projets.

Le présent rapport APD traite du projet de retenue collinaire du GAEC GARABRUN qui vise le stockage d'un volume de 45.000 m³ d'eau. Cet APD sera amendé en fonction des contraintes environnementales édictées par les résultats d'études du Lot 2 du marché : le bureau d'étude REYNIER Environnement.

Les objectifs de cette étude, basée sur un levé topographique du site, une analyse géologique, des reconnaissances à la pelle mécanique et des essais de laboratoire, sont :

- De définir le contexte géologique,
- De préciser les caractéristiques des sols et les paramètres géotechniques nécessaires au dimensionnement des ouvrages,
- D'énoncer les techniques d'exécution et les adaptations au site,
- De proposer une ou plusieurs solutions accompagnées d'une estimation financière,
- D'identifier les risques géologiques résiduels.

1.2 DOCUMENTS DE REFERENCE

Les documents de références sont :

- Les cartes topographiques IGN
- Les cartes géologiques du BRGM au 1/50000ème et leurs notices
- Les données disponibles sur les sites brgm.fr et infoterre.fr
- Les plans de situation sur fond IGN et de position sur fond cadastral

Les documents produits, ayant contribué à l'élaboration de l'avant-projet sont :

- Le compte rendu des fouilles de reconnaissances réalisées à la pelle mécanique (Annexe 2)
- Les rapports d'essais du Laboratoire de Géotechnique et des Bétons (Annexe 3)
- Le plan topographique au 1/200^{ème} (Annexe 4)
- Les coupes de profils en long et en travers de la future retenue (Annexe 5).

Les préconisations et calculs justificatifs sont basés sur les normes, règlements et recommandations en vigueur, selon l'ordre prioritaire suivant :

- *Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblais – CFBR – version approuvée d'octobre 2015*
- *Petits Barrages – Recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi – Comité Français des Grands Barrages – CEMAGREFF - 1997*
- *Eurocodes, notamment l'Eurocode 7 – NF EN 1997-1 - Calculs géotechniques et l'Eurocode 8 - NF EN 1998-5 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes*
- *Fascicule n°62 – Titre V – règles Techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de Génie Civil*
- *Guide technique pour la réalisation des remblais et couches de forme – SETRA – LCPC, 2ème édition (Juillet 2000)*

2 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

2.1 CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Dans le cadre de la diminution des prélèvements d'eau agricole dans les cours d'eau « le Largue » et le « Haut Calavon » et donc l'amélioration des débits d'étiages estivaux de ces cours d'eau, le projet consiste en la réalisation d'une retenue de stockage d'eau. Les prélèvements d'eau en période excédentaire hivernale permettront de collecter les volumes nécessaires pour assurer la période d'irrigation estivale sans aucun prélèvement dans les cours d'eau.

C'est dans cette optique que le GAEC GARABRUN souhaite la construction d'une retenue de stockage d'eau. Le site pressenti pour sa création est situé entre les communes de Céreste et de Reillanne, entre la route départementale n°4100 et une ancienne voie ferrée. Il s'agit d'une ancienne zone d'emprunt, formant donc une dépression topographique, qui est recouverte d'une zone boisée dense. L'idée est d'utiliser cette dépression afin de limiter les travaux de terrassement, d'autant que le volume stockable, moyennant des aménagements serait de 45.000 m³.

La zone est largement dédiée à l'activité agricole et est fractionnée en larges champs à vocation céréalière. Un petit cours d'eau s'écoule au proche Ouest du projet de retenue. Enfin, un pont est présent à l'Ouest du projet. Il permettrait le passage sous le remblai de l'ancienne voie ferrée. Il constituera l'extrême limite Ouest du projet de réserve.

La parcelle concernée par le projet de retenue est la numéro 51 de la section cadastrale W. Il est à noter que seule la partie Nord de la parcelle est concernée par le projet.

Les parcelles à proximité présentent des surfaces importantes, et non urbanisées. Elles permettront de disposer de zones de stockage temporaires ou d'éventuelles zones d'emprunt pour collecter les matériaux de constitution des digues. Cependant, il n'est pas prévu, à ce stade du projet, d'y avoir recours.

En l'état actuel, le secteur est bordé par la route départementale 4100. Les accès sont faciles, toutefois un important déboisement sera indispensable pour pénétrer librement dans la zone de la future retenue. Les modalités de cette déforestation seront fournies par l'étude environnementale du site.

En première approche, la projection ci-après présente la surface d'eau estimée à l'aide d'un outil cartographique. Ainsi, la surface sera voisine de 11.000 m². En considérant une hauteur d'eau moyenne de 4,50 mètres, cela conduit à envisager un volume utile de la retenue proche des 45.000m³, couvrant ainsi les besoins en eau souhaités par le GAEC GARABRUN.

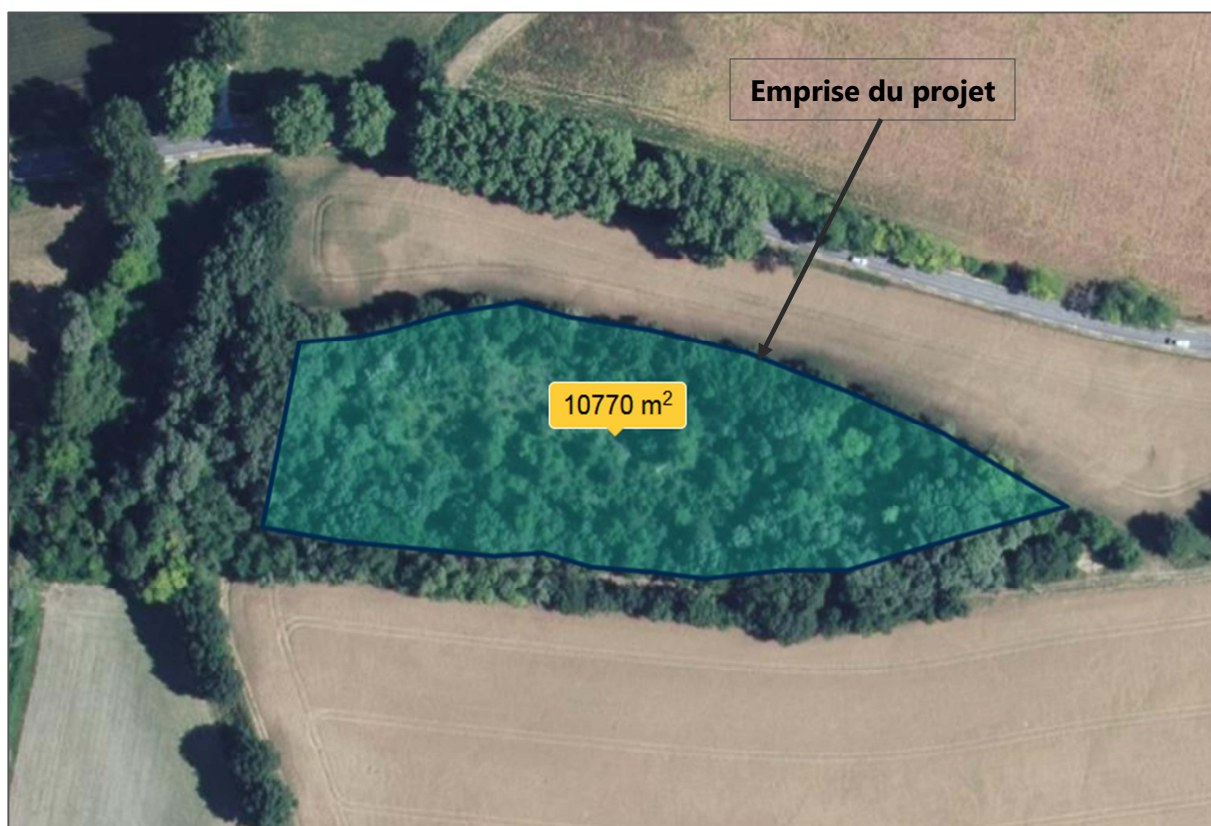


Figure 3 : Etendue surfacique projetée

2.2 CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE

Le site du projet de retenue se situe entre les communes de Céreste et Reillanne, dans une ancienne zone d'emprunt creusée lors de l'édification de la voie ferrée. Afin d'illustrer la topographie au droit du site, un profil a été réalisé à l'aide d'un outil cartographique :



Figure 4 : Données altimétriques – geoportail.fr

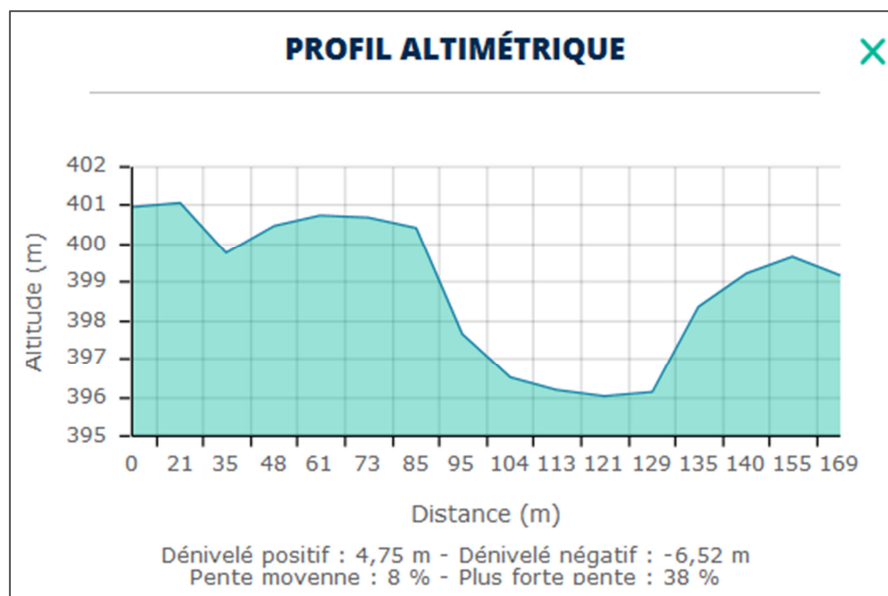


Figure 5 : Profil altimétrique – geoportail.fr

Le profil altimétrique de la zone indique que la dépression formée par l'ancienne zone d'emprunt s'étend d'environ 396 jusqu'à 400,3 m NGF. Cela représente donc, en première approche, une profondeur de stockage de 4,30 m sur les 4,50 m espérés pour atteindre l'objectif de volume stocké.

Il convient toutefois de rester vigilant vis-à-vis de ces informations issues de données cartographiques possédant de grandes imprécisions. Le levé topographique de détail réalisé pour cette étude a permis de définitivement fixer ces cotes.

Concernant l'alimentation en eau de la future retenue, elle se fera par pompage dans la ressource superficielle, en dehors des périodes d'étiage, et sera éventuellement complétée par des apports issus de forages ou de puits présents sur l'exploitation.

2.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE

La carte géologique au 1/50000ème de REILLANNE – Feuille n°968 éditée par le BRGM rapportée ci-après et consultable sur le site infoterre.brgm.fr, indique que le secteur du projet se développe sur une formation de sables plus ou moins marneux ou molassiques d'âge miocène et noté m2 (Helvétien). La puissance de cette formation est de 200 à 350 m.

La situation de l'ancienne zone d'emprunt fait apparaître le figuré des éboulis qui sont, dans la zone, fournis par la molasse miocène. Compte-tenu de l'extraction de matériaux qui a eu lieu au droit du projet, il est fort probable de retrouver le substratum helvétique rapidement.

D'un point de vue structural, la zone semble être comprise dans un vaste synclinal.

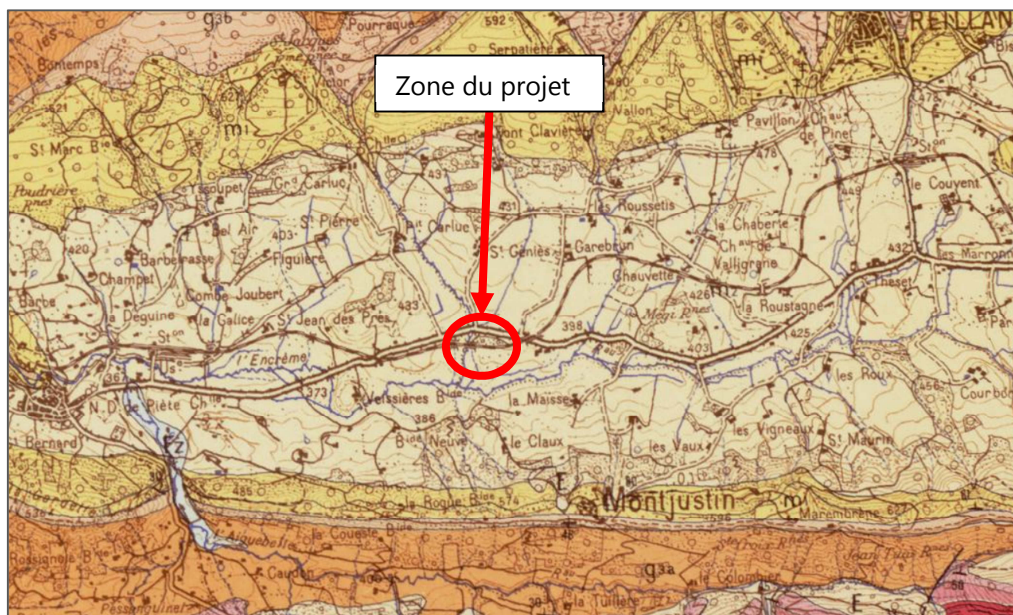


Figure 6 : Extrait de la carte géologique au 1/50000ème du BRGM

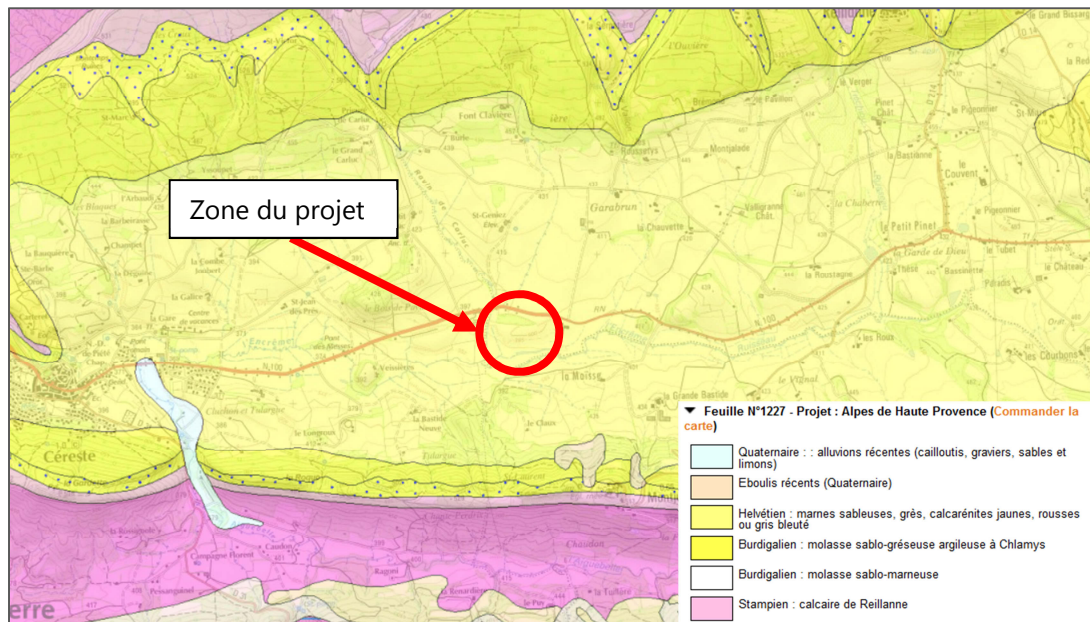


Figure 7 : Extrait de la carte géologique Vecteur harmonisée au 1/50000ème du BRGM

2.4 RISQUES IDENTIFIES

Les risques naturels recensés sur la commune de REILLANNE (04), détaillés sur www.prim.net, infoterre.brgm.fr, sont :

Désignation du risque	Remarques relatives à la parcelle suivant la classification du BRGM
Inondation	Aléa fort à très élevé, nappe affleurante
Retrait-gonflement des argiles	Aléa moyen (niveau 3 sur 4)
Mouvement de terrain	Tassements différentiels ; éboulement, chute de pierres et blocs ; glissement de terrain ; Affaissements et effondrements liés aux cavités souterraines.
Séisme : zone 4	A prendre en compte, en fonction de la réglementation, dans le dimensionnement de l'ouvrage.

D'autres aléas non naturels, n'entrant pas en compte dans le cadre de l'étude géotechnique, sont présents sur la commune. Il s'agit notamment des risques « feu de forêt » et « transport de marchandises dangereuses » qu'il conviendra, si besoin est, de considérer dans l'élaboration du projet.

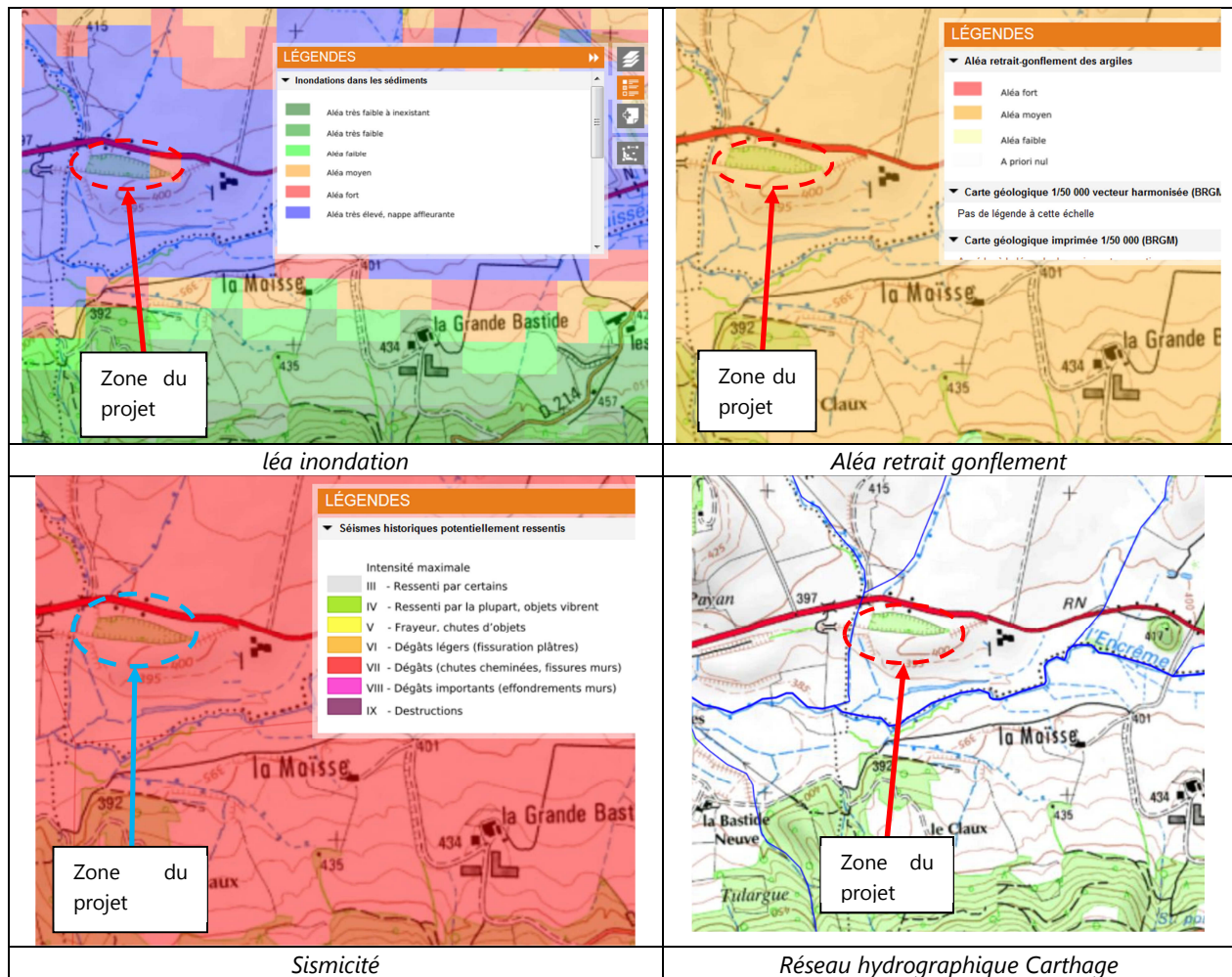


Figure 8 : Extrait des cartes aléas – BRGM sur la commune de REILLANNE (04)

Il est par ailleurs opportun de consulter le DDRM (Dossier Départemental sur les Risques Majeurs) afin d'appréhender les contraintes liées aux risques naturels ou anthropologiques identifiés, nécessitant la prise en compte pour tout projet de construction.

2.5 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET RÉGLEMENTAIRE

Le contexte environnemental et réglementaire est détaillé dans le rapport du bureau d'études *REYNIER Environnement* auquel on se réfèrera.

Il est toutefois indiqué sur le site infoterre.brgm.fr que la zone étudiée :

- est totalement incluse dans le périmètre du Parc Naturel du Lubéron,
- est bordée par un site Natura 2000 – Directive Habitats,
- est totalement incluse dans une ZNIEFF type I (secteurs de grand intérêt biologique ou écologique).

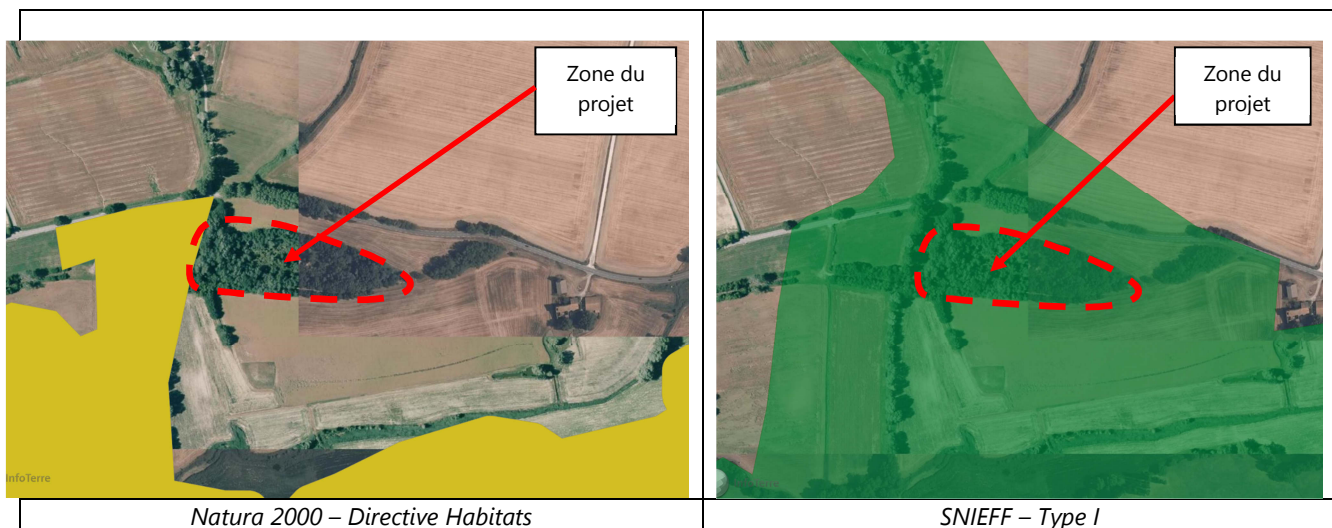


Figure 9 : Extrait des cartes "espaces protégés" du site infoterre.brgm.fr

3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS

Les reconnaissances ont consisté en la réalisation :

- D'un levé topographique fourni en annexe
- De 7 fouilles de reconnaissances à la pelle mécanique (F23 à F29) avec prélèvements d'échantillons.
- D'un programme d'essais de laboratoire sur les échantillons prélevés.

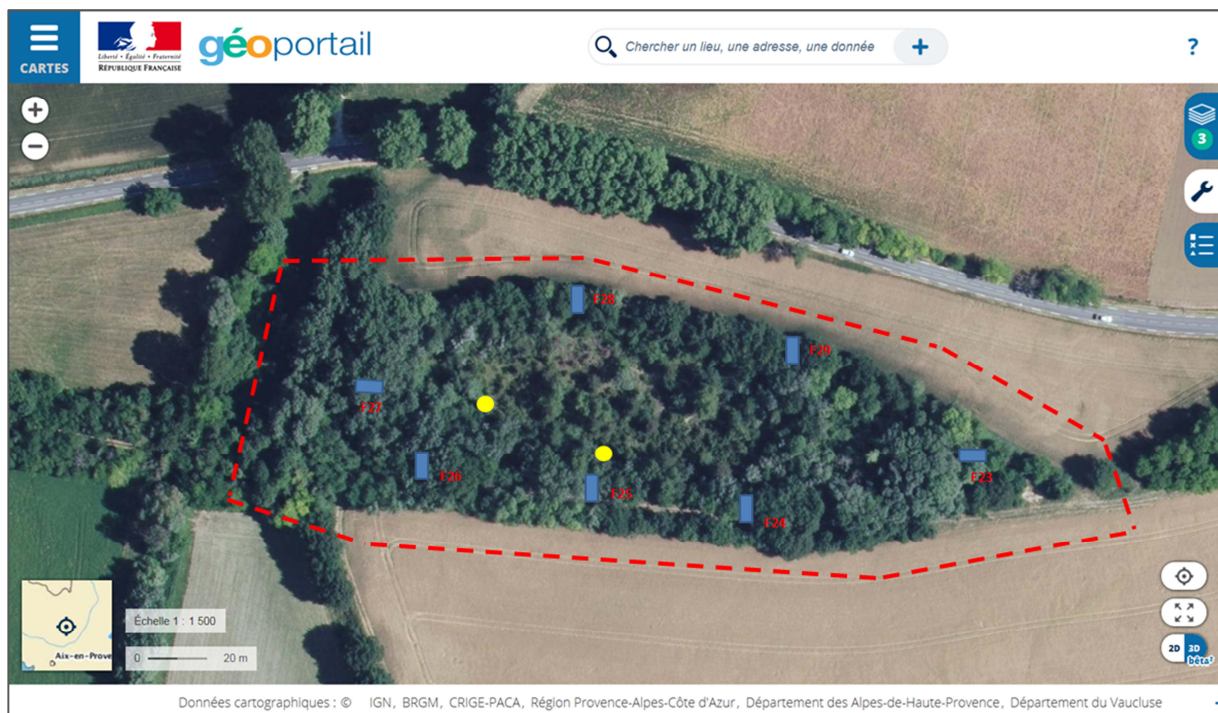


Figure 10 : Plan d'implantation des fouilles à la pelle mécanique

Compte-tenu de la végétation dense, les fouilles ont été réalisées en fonction des accès mais également des arbres gîtes potentiels à Chiroptères préalablement identifiés (points jaunes).

3.1 FOUILLES A LA PELLE MECANIQUE

Sept fouilles de reconnaissances à la pelle mécanique ont été effectuées le 23/02/2018, sur l'emprise du projet. Deux d'entre elles, F23 et F27, ont été menées au fond de la zone du projet. Les cinq autres ont été réalisées sur les talus de l'ancienne zone d'emprunt.

Elles ont donné lieu à l'établissement de coupes lithologiques détaillées fournies en annexes et à des prélèvements d'échantillons, transmis au laboratoire de géotechnique et des bétons de la SCP pour analyses et essais.

On notera la présence, pour l'ensemble des fouilles, d'un horizon de terre végétale d'une épaisseur comprise entre 10 et 30 cm non notifiée dans les descriptions ci-après.

Par ailleurs, seule une venue d'eau ponctuelle a été notée dans la fouille F23 à une profondeur d'1,00 m.

Enfin, les échantillons prélevés sont identifiés en caractères gras dans les coupes lithologiques suivantes.

Fouille F23 (dans le fond de la zone) :

- De 0,00 à 0.70 m : argile sableuse bariolée
- De 0.70 à 1.00 m : passage sablo-graveleux à matrice orangée (venue d'eau à 1,00 m)
- De 1.00 à 1.90 m : sable fin bariolé beige-rouille à gris-verdâtre (**F23 à 1,40 m**)
- A 1,90 m : refus du tractopelle sur les sables compacts.

Fouille F24 (sur talus) :

- De 0,00 à 0,45 m : sable fin gris à ocre
- A 0,45 m : refus du tractopelle sur sables compacts

Fouille F25 (sur talus) :

- De 0,00 à 0,40 m : sable fin gris à ocre
- A 0,40 m : refus du tractopelle sur sables compacts

Fouille F26 (sur talus) :

- De 0,00 à 0,45 m : limon sableux marron (**F26 à 0,40 m**)
- A 0,45 m : refus du tractopelle sur sables compacts

Fouille F27 (fond de la zone) :

- De 0,00 à 0,40 m : frange de grave sableuse orangée
- De 0,40 à 1,50 m : sable silteux gris verdâtre à beige (**F27 à 1,00 m**)
- A 1,50 m : refus du tractopelle sur sables compacts

Fouille F28 (sur talus) :

- De 0,00 à 0,45 m : sable gris-verdâtre plus ou moins compact à grès altéré (**F28 à 0,30 m**)

- A 0,45 m : refus du tractopelle sur sables compacts

Fouille F29 (sur talus) :

- De 0,00 à 0,35 m : sable gris-verdâtre plus ou moins compact
- De 0,35 à 0,50 m : sable graveleux avec petits blocs de grès
- A 0,50 m : refus du tractopelle sur sables compacts

On notera que la limite de rippabilité(*) a été atteinte sur toutes les fouilles, à une profondeur variant de 0,50 m sur les talus à 1,90 m dans le fond de l'ancienne zone d'emprunt. Les refus observés correspondent à l'augmentation progressive de la compaction des sables.

(*) : Limite de rippabilité = niveau à partir duquel la structure du terrain ne peut plus être désorganisée par les dents du godet de la pelle mécanique. Cette limite est variable en fonction de la puissance de l'engin de terrassement

3.2 ESSAIS DE LABORATOIRE

3.2.1 ESSAIS D'IDENTIFICATION

Le tableau ci-après récapitule les résultats des essais d'identification menés sur les échantillons prélevés lors de la campagne de reconnaissance à la pelle mécanique.

Echantillon	Nature	Wnat (%)	<40m m (%)	<2mm (%)	<80µm (%)	V.B.S.	GTR
F24 à 0,30m	Sable fin	11.7	100	94.6	16.7	1.26	B₅
F26 à 0,40 m	Limon sableux	15.6	100	90.0	58.4	2.50	A₁
F27 à 1,00 m	Sable limoneux	12.8	100	98.9	26.0	0.54	B₅
F28 à 0,30 m	Sable	8.9	100	100	17.1	0.49	B₅

Tableau 1 : Résultats des essais d'identification

Les essais réalisés sur les échantillons indiquent deux faciès différents :

- Les sols de classe B5 présentent des teneurs en eau naturelles proches. De même, les valeurs au bleu sont faibles (autour de 0,50) hormis pour l'échantillon prélevé dans la fouille F24 (1,26). Ces sols sont donc majoritairement sableux et faiblement sensibles à l'eau. Il est à noter que l'échantillon F27 est représentatif du futur fond de la réserve alors que les autres échantillons représentent les futurs talus.

- Un sol de type A1 a été retrouvé dans la fouille F26 effectuée sur le talus de la zone investiguée. Il présente une teneur en eau légèrement supérieure aux sols de type B5 et une valeur au bleu bien plus élevée traduisant sa sensibilité à l'eau.

Compte-tenu de ces éléments, les matériaux issus des déblais de la zone pourront être utilisés pour l'édification des digues à condition de valider la procédure précise de mise en œuvre.

3.2.2 LES ESSAIS MECANQUES ET DE PERMEABILITE

Dans le tableau ci-après sont reportés les résultats des essais relatifs à la détermination des caractéristiques mécaniques :

Echantillon	Nature	Wnaturelle (%)	Wopn (%)	γ_{dopn} (t/m ³)	Ks (m/s)	Gonflement (%)	GTR
F23 à 1,40m	Sable fin compact	16.4	/	/	$6.04.10^{-7}$	/	/
F27 à 1,00 m	Sable limoneux	12.8	19.1	1.61	$2.3.10^{-6}$	/	B₅

Tableau 2 : Résultats des essais mécaniques et de perméabilité

Les essais mécaniques ont été réalisés sur des matériaux prélevés dans les 2 fouilles implantées en fond de la future retenue. L'échantillon F23 est représenté par un « bloc » de sable compact considéré comme « en place » alors que l'échantillon relevé dans F27 correspond à un matériau remanié.

Les essais indiquent que les matériaux sableux fins constitutifs du fond de la future réserve sont caractérisés par des valeurs de perméabilité (ks) mesurées à l'œdomètre de l'ordre de $1,5.10^{-6}$ m/s, ce qui se traduit, en tenant compte du facteur d'échelle 10 propre à ce type d'essais, à des valeurs en remblais voisines de 1.10^{-5} m/s. Ces valeurs relativement importantes sont incompatibles avec l'objectif de constitution d'un masque ou d'une barrière étanche. Il apparaît donc que la création de la réserve nécessitera l'emploi d'une imperméabilisation par membrane étanche.

L'essai Proctor, effectué sur les sables silteux dénote une bonne réponse du matériau au compactage. En effet, la teneur en eau naturelle est proche de la teneur en eau OPN aboutissant à une densité OPN satisfaisante de 1,61 t/m³.

Par ailleurs, Les matériaux testés ne présentent pas les caractéristiques d'un sol gonflant.

3.3 SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES

Les sondages à la pelle mécanique couplés aux essais de laboratoire mettent en évidence une certaine homogénéité des formations géologiques rencontrées.

En effet, que l'on soit sur les talus de l'ancienne zone d'emprunt ou au fond, les formations rencontrées sont constituées de sables plus ou moins altérés et compacts reposant sur le substratum sableux compact correspondants aux sables helvétiques.

Seuls deux horizons diffèrent légèrement : les limons sableux retrouvés dans F26 et les graves sableuses retrouvées dans F23, F27 et F29.

Une seule arrivée d'eau ponctuelle a été constatée lors des fouilles. Elle a été notée dans la fouille F23 à 1,00 m de profondeur, à la faveur d'un passage sablo-graveleux. Cette position ainsi que l'absence de venue d'eau dans les autres fouilles permettent d'écarter la présence d'une nappe phréatique. Cette venue d'eau doit n'être que ponctuelle et n'aura pas d'incidence sur la structure de la future réserve.

En accord avec ces résultats, les essais réalisés en laboratoire indiquent que les sols testés appartiennent majoritairement aux sols de type B5 dont la perméabilité est trop importante pour envisager une utilisation en digue étanche. Seul l'horizon limoneux retrouvé dans la fouille F26 présente une classification de type A1.

Cependant, bien que ces matériaux ne permettent pas l'établissement d'une digue étanche, ils présentent un bon potentiel de mise en place pour l'édification d'une digue support associée à une géomembrane étanche.

Il semble donc possible de réemployer tout ou partie des matériaux issus du décaissement du fond de la future retenue et donc de limiter le recours à des matériaux d'apport.

Il sera néanmoins indispensable de suivre une méthodologie de mise en place bien précise avec réalisation d'essais de contrôle, notamment vis-à-vis de l'atteinte d'un niveau de compactage satisfaisant. Cependant, compte-tenu de la teneur en eau naturelle assez proche de la teneur en eau OPN ainsi que de la faible portion argileuse des matériaux, la maîtrise de la teneur en eau devrait être assez aisée afin de garantir un compactage optimal.

De façon générale la végétation arborescente et arbustive est fournie. Il conviendra de procéder à des opérations de déboisement, en accord avec les résultats des études environnementales, préalablement à la réalisation de la retenue.

4 ADAPTATION AU PROJET

4.1 CARACTERISTIQUES DU PROJET

Le projet, tel que détaillé dans les paragraphes suivants, a été élaboré sur la base :

- Des besoins de l'exploitation agricole (en terme de volume, de positionnement, d'équipements, ...) exprimés par l'intermédiaire de la chambre d'Agriculture des Alpes de Haute-Provence,
- Des levés topographiques et des reconnaissances géotechniques effectuées par nos soins,
- Des contraintes environnementales et réglementaires déterminées par le bureau d'études REYNIER Environnement,
- Des remarques émises par les membres du comité de pilotage (Chambre d'Agriculture 04, DDT 04, PNR du Luberon, Conseil Départemental 04, Agence de l'eau, ...).

4.1.1 CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

- Emprise du projet (digue + retenue) : 13700 m²
- Surface du plan d'eau à la cote de déversement : 10 700 m²
- Cote de la crête du barrage : 400,60 NGF
- Cote de déversement = cote normale des eaux : 400,00 NGF
- Revanche = 0,60 m
- Volume d'eau stocké à la cote de déversement : 45 000 m³ (= 0,045 million de m³)
- Hauteur maximale de la digue / TN : 7,20 m
- $H^2 \times V^{0,5} = 11$
- Classe du barrage : hors classe selon le décret 2015-526 du 12 mai 2015
- Cote du fond : variable de 393,50 à 395,90 NGF
- Volume de décapage sur 0,25 m (à évacuer) : 6880 m³
- Volume de déblais réutilisables (hors décapage) : 9250 m³
- Volume de remblais : 16700 m³
- Longueur de la digue principale : 60 m
- Largeur de la crête de digue : 5 m
- Longueur des deux diguettes latérales de fermeture : 210 m
- Pente du talus amont de la digue : 2H/1V (soit 27°/horizontale)
- Pente du talus aval de la digue : 2H/1V (soit 27°/horizontale)
- Pentes des talus de la retenue \approx 2H/1V (soit 27°/horizontale)
- Surface développée de la membrane : 13600 m² + 10% pour ancrage et recouvrement = 15 000 m²

4.1.2 CARACTERISTIQUES DE LA RESERVE

La cuvette de retenue derrière la digue est obtenue par remodelage de la topographie actuelle (dépression liée à une ancienne zone d'emprunt de matériaux pour la construction de la voie ferrée).

L'alimentation de la réserve se fera par pompage dans la ressource superficielle en dehors des périodes d'étiage. Elle sera éventuellement complétée par des apports issus de forages ou de puits présents sur l'exploitation.

L'étanchéité de la réserve, y compris celle de la digue de fermeture, sera obtenue au moyen d'un système par membrane superficielle étant donné les perméabilités et la nature sableuse des formations géologiques constituant le fond et les bords. Les caractéristiques de ce système sont présentées dans le chapitre 4.2.3 ci-après.

La hauteur de revanche dépend de la hauteur des vagues. La formule de BRETSCHNEIDER, qui est adaptée aux retenues modestes (superficie < 100 ha) tient compte de :

- F = longueur maximale du plan d'eau (ou Fetch) \approx 180 m
- D = profondeur de l'eau à proximité du talus concerné \approx 5 m
- U = vitesse du vent \approx 24 m/s (vitesse de référence dans le 04 selon l'AN de l'EC1-4)

Sur la base des valeurs retenues, la hauteur maximale des vagues est estimée à 0,35 mètre.

La revanche nécessaire pour des talus à 2H/1V avec un parement amont lisse est de 0,6m, valeur que nous retiendrons pour la retenue du GAEC GARABRUN.

La surverse sera constituée d'une buse \varnothing 500 mm au droit de la crête puis prolongée par un caniveau en béton de 600 mm de large x 500 mm de hauteur sur le talus aval. Elle sera positionnée sur la digue afin de réguler le niveau maximum d'eau dans la retenue. La génératrice inférieure de la buse ou du caniveau (cote de déversement) sera calée à la cote 400,00 NGF ce qui permettra de dégager une revanche de 0,60 m par rapport à la crête de la digue (voir dimensionnement de la surverse ci-après).

Les talus périphériques seront décapés de la terre végétale de couverture et des racines. Ils seront convenablement préparés pour recevoir le complexe d'étanchéité. Les études géotechniques ont mis en évidence des matériaux meubles qui ne peuvent pas être taillés avec une forte pente sans risque d'instabilité générale. De plus, pour que ces talus puissent supporter le complexe d'étanchéité, la pente doit ne pas être trop importante pour permettre une bonne mise en place des différents matériaux (drainage, anti-poinçonnement, étanchéité, ...). On les modèlera donc avec une pente homogène de l'ordre 2H/1V.

La vidange de fond sera calée au point bas dans un regard en béton de 2 x 2 x 1 m de profondeur permettant une évacuation gravitaire de la retenue vers le ruisseau. Pour assurer la vidange, le fond de la retenue présentera une pente minimale de 1 % dans sa longueur. Le point haut du fond, à l'Est de la réserve, sera à 395,90 NGF. La buse de vidange, en PEHD \varnothing 250 mm, qui sera calée vers 392,50 NGF, traversera la fondation de la digue pour se rejeter en aval, dans une fosse de dissipation. Cette buse en PEHD \varnothing 250 mm permettra la vidange

totale de la retenue initialement pleine en 6 jours. Le dispositif le plus adapté pour les barrages en terre consiste à mettre en place une vanne à l'amont pour éviter que la conduite soit en charge dans le corps du remblai. Pour les petits barrages ($H^2 \times V^{0.5} < 100$), il est acceptable d'avoir la conduite en charge à condition qu'elle soit enrobée de béton. On ne place alors qu'une seule vanne à l'aval. En cas d'incident sur la vanne, il est malgré tout possible d'intervenir en faisant installer par plongeur un obturateur gonflable à l'amont ou une toile qui obturera la crépine.

Le prélèvement dans la retenue pour les besoins agricoles, il se fera en pied de digue, à partir d'une conduite de prise posée dans la même tranchée, en parallèle de la conduite de vidange. Elle aussi sera enrobée de béton et munie d'une vanne à l'aval. Il pourra s'agir d'un tuyau en PVC \varnothing 100 mm dont l'extrémité amont sera équipée d'une crépine. Afin de prélever l'eau à quelques décimètres sous la surface, un dispositif composé d'une rallonge souple et d'un flotteur pourra être mis en place.

La fosse de dissipation aura pour fonction de briser la charge à l'exutoire de la vidange. Elle sera constituée soit d'une fosse en enrochements liaisonnés au béton, soit d'un regard préfabriqué. Pour limiter les installations et les coûts, cette fosse de dissipation servira aussi pour la surverse. De plus, on pourra prévoir dès la construction, l'emplacement destiné à positionner les bottes de pailles permettant de filtrer l'eau rejetée. A l'aval de la fosse, un caniveau sera creusé en pleine terre jusqu'au talweg.

Un dégrilleur sera positionné devant la surverse. Une crépine équipera la vidange de fond et la conduite de prise afin de les protéger du risque d'obstruction par des corps flottants (feuilles, branches, ...). L'entretien régulier du dégrilleur sera manuel.

Une rampe d'accès sera aménagée en queue de retenue (côté Est) pour faciliter l'entretien ultérieur de la réserve (curage, nettoyage, ...)

Des dispositifs de sécurité sous forme de grillage seront disposés en 3 ou 4 endroits sur les talus afin de permettre la remontée des animaux en cas de chute fortuite dans l'eau.



Figure 11 : Exemple de grillage de sécurité pour la remontée d'animaux

Un grillage périphérique protégera les personnes et les mammifères d'une chute accidentelle dans la retenue. Il sera équipé d'un portail au droit de la rampe d'accès et d'un portillon au droit de la surverse (pour le nettoyage du dégrilleur).

4.1.3 CARACTERISTIQUES DE LA DIGUE

La digue sera constituée d'un remblai homogène en matériaux provenant d'une zone d'emprunt à proximité. Il pourra s'agir des déblais excédentaires issus des terrassements du projet de retenue collinaire du GAEC QUEYRADE.

La fondation sera réalisée par un décaissement du terrain en place et sa substitution par un remblai compacté formant la clé d'ancrage. L'épaisseur du décaissement sera au minimum de 1,00 m par rapport au terrain naturel actuel afin de s'affranchir de la terre végétale et des principales racines d'arbres.

Les pentes des talus aval et amont de la digue seront réglées à 2H/1V pour tenir compte de la stabilité des matériaux utilisés et pour permettre l'entretien (débroussaillage).

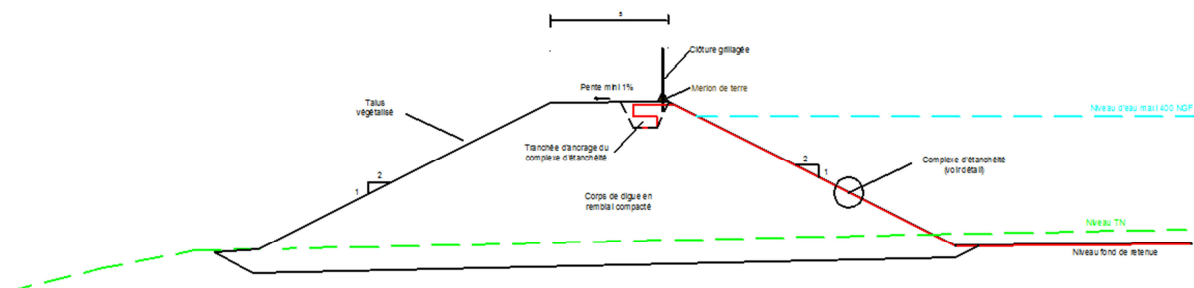
Le talus aval sera recouvert par une couche de terre végétale de 20 cm d'épaisseur et enherbé. On veillera à ce qu'aucun arbre ne s'y développe.

Le talus amont supportera le système d'étanchéité, analogue à celui utilisé pour la retenue.

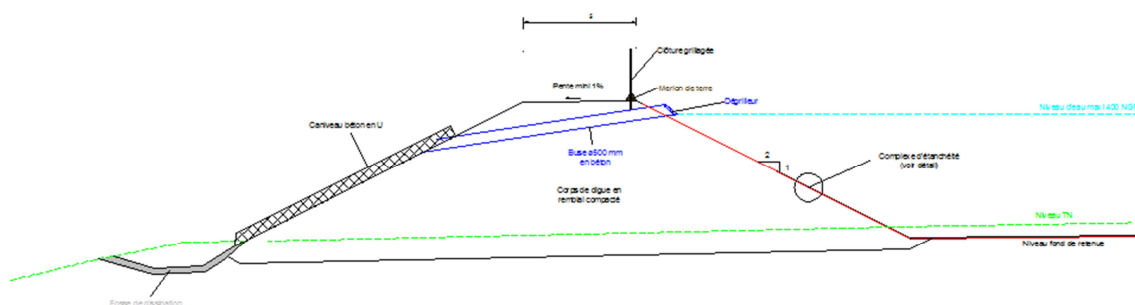
La crête de digue sera calée à 400,60 NGF, soit 0,60 m au-dessus du niveau de déversement par la surverse. Elle aura une largeur de 5 m afin de permettre le passage des engins agricoles et l'ancrage de la membrane d'étanchéité. Elle sera munie d'une bordure (merlon de terre) côté retenue et présentera une pente transversale de 1% minimum vers l'aval pour l'évacuation des eaux de ruissellement.

Les coupes de principe sont illustrées ci-dessous et jointes en annexes.

Coupe de principe en section courante de la digue



Coupe de principe au droit de la surverse



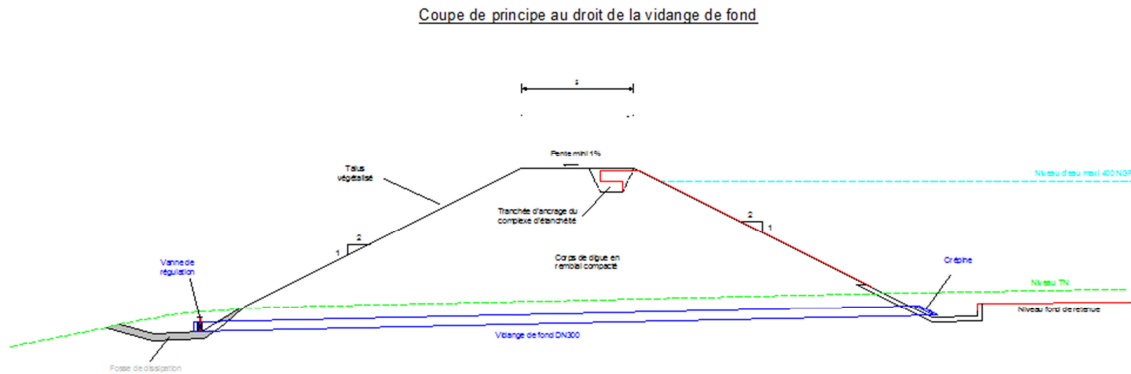


Figure 12 : Coupes types de la digue

4.2 METHODOLOGIE D'EXECUTION

4.2.1 TERRASSEMENT ET REEMPLOI DES MATERIAUX

Le déboisement et le débroussaillage préalables auront pour objet d'enlever toute la végétation sur l'emprise de la retenue, des talus et de la digue. Ils s'accompagneront d'un dessouchage soigné.

Etant donné la configuration topographique du site en forme de cuvette, les déblais concerneront les talus et le fond. Il s'agira :

- De la **terre végétale**, frange superficielle riche en racines, radicelles, débris végétaux, couvrant la quasi-totalité du fond sur une épaisseur moyenne de 30 cm. Elle sera décapée puis évacuée. Après le tri des plus grosses racines, elle pourra être déposée sur des parcelles préalablement identifiées afin de les enrichir. Une partie, déposée en stockage temporaire, pourra être épandue sur le talus aval de la digue afin de favoriser sa végétalisation.
- De quelques mètres cubes de **déchets de construction** rencontrés dans la fouille F23, qui seront évacués.
- Les **sables et limons sableux** en fond de retenue, excavés pour gagner du volume de stockage, ainsi que ceux terrassés sous la digue pour constituer l'ancrage, pourront être réemployés pour la constitution de la digue selon les prescriptions du guide GTR⁽¹⁾ ("Réalisation des remblais et des couches de forme") du LCPC-SETRA.

(1) : Le GTR (guide de "Réalisation des remblais et des couches de forme" du LCPC-SETRA) et la norme NF P 11-300 qui en découle proposent une classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme. Ils permettent de définir la classe et l'état hydrique du matériau à partir de plusieurs types d'essais (essais d'identification ou de nature, essais d'état, essais de comportement mécanique). Le guide détaille les modalités de mise en œuvre et de compactage de chaque classe de matériau.

Les matériaux extraits seront stockés sur une aire dédiée, en tas dont la surface sera serrée au godet de la pelle afin d'éviter leur imbibition excessive en cas de pluie ou leur assèchement.

La quasi-totalité de ces matériaux pourra être extraite sans difficulté particulière avec une pelle mécanique de puissance adaptée.

L'emploi d'un brise roche hydraulique (BRH), ou d'une dent de déroctage, couplé à une pelle mécanique puissante pourra s'avérer ponctuellement nécessaire pour excaver les passées gréseuses, notamment à l'Est de la retenue.

Les talus périphériques, dont les pentes actuelles varient de 24 à 45° par rapport à l'horizontale (soit d'environ 2H/1V à 1H/1V), seront décapés de la terre végétale de couverture et des racines. Les pentes seront homogénéisées aux environs de 27° (soit 2H/1V), seront lissées (les cailloux saillants seront soigneusement enlevés) puis compactées avec le godet de la pelle.

Le fond sera préparé avec le même soin et compacté au rouleau (compacteur à bille). Ainsi le complexe d'étanchéité pourra être disposé sans risque de déchirure.

4.2.2 FONDATION ET EXECUTION DE LA DIGUE

Préalablement à la mise en place du remblai et afin de limiter le tassement du sol support sous la charge de la digue, un ancrage doit être réalisé.

Il s'agira d'un décaissement d'environ -1m par rapport au TN actuel sous toute l'emprise du remblai. Ainsi, l'assise homogène sera constituée de sables silteux compacts rencontrés dans la fouille F27.

Le fond de fouille sera **impérativement** réceptionné par un géologue/géotechnicien qui jugera de l'opportunité d'approfondir l'ancrage ou de procéder à des purges ponctuelles le cas échéant.

Les matériaux constitutifs du corps de digue (environ 16700 m³) seront constitués :

- Des **déblais réutilisables** issus du terrassement de la cuvette : 9250 m³
- De **matériaux d'apport** (7450 m³) issus soit d'une zone d'emprunt à proximité préalablement identifiée et caractérisée, soit des déblais excédentaires issus des terrassements des projets de retenues collinaires du GAEC QUEYRADE ou d'Éric CHAILLOL.

Les déblais réutilisables sont des sables et des limons sableux, essentiellement de classe GTR B5, avec quelques zones en A1. Ils seront mis en place au niveau de l'ancrage et en partie basse de la digue.

Les matériaux d'apport ne sont pas connus à ce stade. Ils devront néanmoins être homogènes, avoir fait l'objet d'une classification GTR et d'une détermination de leurs

caractéristiques Proctor (teneur en eau à l'OPN, densité à l'OPN, Indice de Portance Immédiat).

Les matériaux de l'ancrage et de la digue seront mis en œuvre par couches dont l'épaisseur, l'énergie de compactage, la vitesse de passage, ... seront fonction du type de compacteur utilisé par l'entreprise. La détermination de ces paramètres de mise en œuvre se fera en référence au guide de "Réalisation des remblais et des couches de forme" du LCPC-SETRA.

Les matériaux B5 et A2 sont très sensibles à la situation météorologique, qui peut très rapidement interrompre le chantier à cause de l'excès de teneur en eau ou au contraire, conduire à un matériau sec, difficile à compacter.

Pour que leur compactage soit optimal, les matériaux devront être mis place dans un état hydrique moyen "m" proche de la teneur en eau OPN (Wopn). S'ils ne sont pas naturellement dans cet état, ils devront soit être aérés s'ils sont initialement trop humides, soit arrosés puis malaxés s'ils sont initialement trop secs.

A l'état hydrique "m", ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai, sauf par pluie forte ou moyenne.

A titre d'exemple, les consignes de compactage issues du guide GTR sont rappelées dans le tableau ci-dessous :

	Déblais réutilisables issus du terrassement de la cuvette	Matériaux d'apport issus des excédents du projet GAEC QUEYRADE
Quantité	9250 m ³	7450 m ³
Classe GTR majoritaire	B5	A2
Position dans la digue	Ancrage et partie basse	Partie haute
Etat hydrique lors de la mise en œuvre	Moyen	Moyen
Classe de compacteur	V4	V4
Energie de compactage	Moyenne	Moyenne
Epaisseur des couches	0,30 m	0,30 m
Vitesse du compacteur	4 km/h	2,5 km/h
Nombre de passes	3	5

Tableau 3 : Exemple de consignes de compactage issues du GTR



Figure 13 : Compacteur V4 à pieds de moutons

TABLEAUX DE COMPACTAGE POUR L'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

TABLEAUX DE COMPACTAGE POUR L'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

B₉, C₁, B₃ (*)

Compacteur		P1	P2	P3	V1	V2	V3	V4	V5	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4	
Energie de compactage faible	Q/S	0,090	0,130	0,200	0,060	0,095	0,145	0,195	0,235									0,065	0,100
	e	0,30	0,45	0,60	0,30	0,40	0,30	0,60	0,40	0,80	0,45	0,95						0,20	0,30
	V	5,0	5,0	5,0	2,0	2,5	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0	2,5						1,0	1,0
Code 3	N	4	4	3	5	5	3	5	3	5	2	4						3	3
	Q/L	450	650	1000	120	240	725	365	975	490	1175	580						65	100
	Q/S	0,050	0,080	0,120	0,030	0,050	0,075	0,100	0,120									0,050	
Energie de compactage moyenne	e	0,25	0,35	0,45	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,75								0,20	
	V	5,0	5,0	5,0	2,0	2,0	3,0	2,0	4,0	0	5,0	2,0						1,0	
	N	5	5	4	7	6	4	6	3	7								4	
Code 2	Q/L	250	400	600	60	100	225	150	400	0	600	240						50	
	Q/S	0,040	0,060	0,090	0,030	0,040	0,055	0,065	0,085									0,030	
	e	0	0,20	0,30	0	0,20	0,30	0,35	0,40	0,30	0,50							0	
Energie de compactage intense	V	5,0	5,0		2,0		2,0	2,5	2,0	3,5	2,0							0	
	N	5	5	7		8	7	8	5	8								0	
	Q/L	200	300		60		80	140	110	230	130							0	

A₂, C₁, A₂ (*)

Compacteur		P1	P2	P3	V1	V2	V3	V4	V5	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4	
Energie de compactage faible	Q/S	0,050	0,080	0,120	0,040	0,060	0,090	0,120	0,145	0,040	0,060	0,120	0,145	0,190	0,065	0,100			
	e	0,25	0,35	0,45	0,20	0,30	0,30	0,35	0,45	0,30	0,60	0,20	0,30	0,30	0,25	0,40			
	V	5,0	5,0	5,0	2,0	2,0	3,0	2,5	4,0	2,5	5,0	2,5	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	8,0	8,0
Code 3	N	5	5	4	5	5	4	4	3	4	3	5	5	3	3	2	4	4	
	Q/L	250	400	600	60	120	270	225	480	300	725	365	80	120	360	580	950	520	800
	Q/S	0,030	0,050	0,070	0,025	0,035	0,050	0,065	0,080	0,035	0,055	0,080	0,105	0,135	0,045	0,070			
Energie de compactage moyenne	e	0,20	0,25	0,35	0	0,20	0	0,30	0,30	0,45		0,20	0,30	0,30	0,20	0,30			
	V	5,0	5,0	5,0		2,0	2	2,5	3,0	2,0		0	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	0
	N	7	5	5		6	6	5	4	6		6	5	4	3	6	5		
Code 2	Q/L	150	250	350		70	110	165	240	160		70	130	200	315	280	480		
	Q/S	0,030	0,040			0,035	0,045	0,055				0,045	0,055	0,070		0,030			
	e	0	0,20	0,30		0,25	0,35	0,30	0,40			0	0	0,25	0,30	0,30	0,20		
Energie de compactage intense	V	5,0	5,0			2,0	2,0	2,5	2,0				2,0	2,0	2,5	8,0			
	N	7	8			8	8	6	8				6	6	5	7			
	Q/L	150	200			70	90	140	110				90	110	175	240			

Q/S (m)
e (m)
V (km/h)
N -
Q/L (m³/h.m)

(*) Impose que D_{max} < 2/3 de l'épaisseur de la couche compactée.

0 compacteur ne convenant pas

Q/S (m)
e (m)
V (km/h)
N -
Q/L (m³/h.m)

(*) Impose que D_{max} < 2/3 de l'épaisseur de la couche compactée.

(2) Prévoir une opération annexe pour effacer les empreintes lorsqu'il y a un risque de pluie en fin de journée (rotablage des centimètres supérieurs, ou emploi d'un autre type de compacteur si celui-ci apporte l'effet souhaité).

0 compacteur ne convenant pas

Figure 14 : Tableaux de compactage pour des matériaux de classe GTR B5 et A2

On préférera un compacteur à pieds de moutons plutôt qu'à bille lisse, ce premier permettant un meilleur accrochage inter-couche.

On adoptera une mise en œuvre selon la technique du remblai excédentaire, propice à un compactage optimal. Les opérations de retaille des talus ayant lieu dans un second temps.

L'objectif de compactage des matériaux constitutifs de la digue sera au minimum de 95% de la densité à l'Optimum Proctor Normal (soit l'objectif de compactage q4). Ce compactage

sera régulièrement vérifié au moyen d'essais au pénétromètre dynamique à énergie variable (type PANDA).

En fonction de la saison, les travaux de terrassement pourront intercepter des circulations d'eau temporaires et erratiques. Il sera nécessaire d'en assurer l'évacuation vers un point bas situé à l'aval de l'emprise du projet, afin de ne pas interférer avec les travaux.

En outre, vu l'argilosité des sols, il est conseillé d'effectuer les travaux de terrassement de masse lors d'une période non pluvieuse afin de suivre les préconisations techniques liées à la maîtrise du paramètre « teneur en eau ». En effet, l'obtention de teneurs en eau optimales est la garantie d'une traficabilité correcte et facilite une bonne mise en œuvre.

Une fois l'ouvrage terminé, il sera nécessaire de connaître et suivre la piézométrie dans le corps de digue, afin notamment de détecter une éventuelle fuite de la membrane. A cet effet, un forage d'une profondeur équivalente à la hauteur de la digue sera foré depuis la crête et équipé en piézomètre.

4.2.3 ETANCHEITE DE LA RETENUE

La surface totale de la retenue (fond, talus périphériques et talus amont de la digue) doit recevoir un système d'étanchéité.

Le dispositif retenu permet d'assurer l'étanchéité mais aussi de protéger la membrane contre le poinçonnement. En raison de l'absence de nappe phréatique proche de la surface et de la perméabilité des terrains, il n'a pas été jugé utile de mettre en place un dispositif drainant sous la membrane. Néanmoins, pour limiter le risque de sous-pression en cas de remontée temporaire de la nappe, la retenue sera maintenue en eau lors des périodes de fortes pluies (à l'automne et au printemps).

Le complexe d'étanchéité sera mis en œuvre sur un sol et des talus correctement préparés :

- Décapage de la terre végétale et retrait des racines,
- Homogénéisation des pentes aux environs de 2H/1V (27° par rapport à l'horizontale),
- Enlèvement des cailloux saillants,
- Lissage et compactage au godet des talus,
- Compactage du fond au rouleau.

Il se composera :

- D'un géotextile non tissé, de densité supérieur ou égale à 500 g/m², destiné à protéger la membrane vis-à-vis du poinçonnement.
- D'une membrane en PEHD (PolyEthylène Haute Densité) ou en PVC (polychlorure de vinyle) d'épaisseur minimale 1,5 mm garantissant une imperméabilité parfaite ainsi qu'une haute résistance aux UV et aux déchirures sous contraintes.

Détail du complexe d'étanchéité

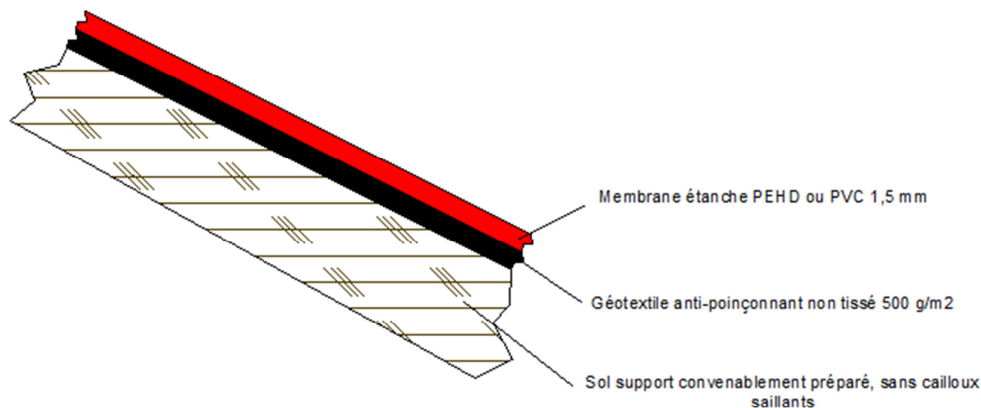


Figure 15 : Détail du complexe d'étanchéité

L'étanchéité par géomembrane est un système fiable et robuste une fois achevé. La membrane reste toutefois un élément très fragile tant qu'elle n'est pas protégée.

Ceci implique :

- Une protection de sa face inférieure par un géotextile conforme aux exigences,
- Une vigilance particulière durant les phases de pose de la géomembrane et de la protection,
- Un strict respect de la notice de la pose définie par le fabricant,
- Une vérification de l'étanchéité de la géomembrane une fois posée,
- Un lestage temporaire soigné de la géomembrane.

Le personnel spécialisé (soudeur) devra obligatoirement justifier de participation à des travaux analogues. De plus, il devra être certifié ASQUAL pour le type de géomembrane posé, tout comme l'entreprise ou le sous-traitant qui réalisera effectivement la pose.

Le déroulement de la membrane sera soigné conformément aux préconisations du fabricant. En cas d'apparition de plis après déroulement du rouleau, ceux-ci seront supprimés sans mise en tension de la membrane. Sur les talus, le déroulement se fera du haut vers le bas. Chaque lé sera posé d'un seul tenant depuis la fixation en crête jusqu'au pied de talus, et il devra conserver une sur-longueur d'au moins 5 m à partir du pied du talus. Les soudures horizontales sur les talus ne seront pas autorisées.

Les soudures et leur contrôle seront exécutés, suivant les procédures recommandées par le fournisseur de la membrane, par un personnel qualifié individuellement. On veillera à ce que toutes les conditions permettant d'obtenir le meilleur résultat soient réunies.

Les soudures seront obligatoirement doubles pour permettre un contrôle pneumatique de la soudure par mise en pression du canal central, le recouvrement minimum au niveau de la soudure sera précisé par le fabricant.

Les soudures ne seront exécutées que sur des surfaces parfaitement propres exemptes de poussières, de trace d'humidité ou de graisse, dans les conditions climatiques (pluie, vitesse du vent, températures minimales et maximales) agréées par le fournisseur.

Les conditions de raccordement de la géomembrane aux ouvrages feront l'objet de propositions de l'entreprise qui prendront en compte les spécifications du fabricant de la géomembrane. La fixation de la membrane au béton devra justifier d'une résistance à la traction conforme aux recommandations du fabricant.

Quelle que soit la solution retenue, une émulsion bitumineuse compatible avec la membrane sera appliquée au béton de la zone de fixation de la membrane. Cette émulsion est destinée à colmater les microfissures du béton.

La géomembrane sera ancrée en tête dans une tranchée remplie de matériaux limoneux correctement compactés par couches sur la géomembrane protégée par des géotextiles. Cette opération, essentielle pour la pérennité de la géomembrane, fera l'objet d'une attention particulière. Le dimensionnement et la réalisation de l'ancrage devront être validés à la fois par le fournisseur et le maître d'œuvre.

4.2.4 DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Le **débroussaillage** sur l'emprise nécessaire aux terrassements se fera conformément aux prescriptions préfectorales correspondantes. Le dépôt des produits du débroussaillage doit être fait en tas, en cordon de forme régulière, sur des aires aussi réduites que possible. Les broussailles doivent être détruites au gyrobroyeur ou évacuées.

Les **eaux de ruissellement** seront collectées et évacuées de façon à éviter que le fond de la cuvette et les talus ne soient dégradés ou détrempés pendant l'exécution des terrassements.

Les **deux vannes** qui équiperont la vidange de fond \varnothing 250 mm et la prise \varnothing 100 mm seront de type vanne à opercule. Les vannes seront dimensionnées pour fonctionner avec une pression statique susceptible de varier de 0 à 7,5 m, des suppressions dynamiques à définir par le fournisseur et une pression aval nulle. Elles seront parfaitement étanches et équipées d'un système de verrouillage de sécurité (cadenas) pour éviter les manipulations intempestives.

La **conduite de vidange** et la **conduite de prise** traverseront la digue et constitueront donc une interface propice aux phénomènes d'érosion interne (érosion de conduit). Pour limiter ce risque, il conviendra de respecter un mode de pose rigoureux et soigné :

- Mise en place des matériaux constitutifs du corps de digue par couches compactées jusqu'au niveau de la génératrice supérieure de conduite + 30 cm.
- Ouverture de la tranchée destinée à recevoir les conduites (largeur 1 m).
- Pose et calage des conduites.
- Enrobage des conduites avec du béton coulé à pleines fouilles, avec remplissage simultané de chaque côté de la conduite, puis vibré.

- Après séchage du béton (au moins 7 jours, correspondant environ à 75% de sa résistance finale), poursuite du montage de la digue par couches compactées.
- Coulage de l'extrémité amont des conduites dans le regard en béton.
- Emulsion béton à l'interface regard conduite.
- Raccordement parfaitement étanche de la membrane au regard.



Figure 16 : Phase de la pose des ouvrages traversants

4.2.5 PHASAGE DES TRAVAUX

Il conviendra de préalablement définir une « zone logistique » à proximité qui accueillera les installations de chantier, les livraisons de matériaux (membrane, géotextile, ...) et les stocks temporaires. Cette zone logistique pourra être positionnée dans le champ entre la retenue et la départementale D4100.

Les principales étapes des travaux seront les suivantes :

- Abattage des arbres et débroussaillage
- Enlèvement des souches et évacuation
- Décapage et évacuation de la terre végétale sur 30 cm d'épaisseur sous l'emprise de la retenue et de la digue
- Dépose et nivellement de la terre végétale sur une zone préalablement définie
- Terrassement à la pelle mécanique ou au bull de la cuvette et de la fondation de la digue
- Stockage des matériaux extraits en tas à proximité de la zone
- Profilage des talus périphériques à 2H/1V
- Mise en œuvre et compactage par couches de 30 cm du remblai de la fondation
- Pose de la conduite de vidange et de prise avec enrobage en béton
- Creusement de la fosse de dissipation et du caniveau de vidange entre le rejet de la conduite et le talweg

- Pose d'enrochements liaisonnés dans la fosse de dissipation
- Mise en œuvre par couches de 30 cm du remblai de l'élévation de la digue jusqu'à épuisement du stock de matériaux extraits lors du terrassement de la cuvette.
- Apport de matériaux extérieurs puis mise en œuvre et compactage par couches de 30 cm du remblai de l'élévation de la digue jusqu'au niveau de la crête
- Pose de la buse de surverse en crête et du caniveau sur le parement aval de la digue
- Pose du regard de fond et raccordement de la vidange
- Pose du géotextile dans la cuvette
- Pose de la géomembrane étanche
- Pose de la clôture périphérique
- Réalisation de 2 piézomètres dans le corps de digue
- Mise en eau progressive de la réserve et contrôle (étanchéité, mouvements, ...)

La mise en œuvre des matériaux en remblai (fondation ou élévation) nécessite le contrôle continu de la teneur en eau. On rappellera que les variations de cette dernière modifient les préconisations de compactage.

5 CALCULS JUSTIFICATIFS

5.1 SITUATIONS DE CALCULS

Les justifications géotechniques de la digue ont été menées suivant les « Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblais » – CFBR – version approuvée en commission exécutive du CFBR le 09/10/2015.

Les coefficients partiels pour l'étude de la stabilité d'ensemble sont ceux préconisés par ces mêmes recommandations du CFBR (voir tableau ci-après).

Coefficient partiel sur :	CFBR - exploitation normale	CFBR – Situation rare ou transitoire	CFBR – Situation exceptionnelle	CFBR – Situation extrême	CFBR – extrême sismique
- Le poids volumique des terres (déstabilisateur ou stabilisateur)	1	1	1	1	1
- L'angle de frottement ($\tan \phi'$)	1.25	1.1	1.1	1	1
- La cohésion effective C'	1.25	1.1	1.1	1	1
- Les surcharges variables	1.3	1.3	1.2	1	1
- La méthode de calcul	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1
COEFF MINI ASSURANT LA STABILITE	1	1	1	1	1

Tableau 4 : Coefficients partiels pour l'étude de la stabilité d'ensemble

Les modélisations de la stabilité d'ensemble ont été réalisées avec la méthode de Bishop.

Pour la digue et les talus, les situations vérifiées sont notamment :

- La situation d'exploitation normale avec une retenue pleine (400,00 NGF) et une charge courante sur la crête.
- La situation d'exploitation normale avec une retenue vide et une charge courante sur la crête.
- La situation transitoire avec un pied de talus aval saturé et une charge courante sur la crête.
- La situation exceptionnelle avec un niveau de retenue à 400,40 NGF correspondant à un déversement de 40 cm par le déversoir de sécurité (pluie de retour 100 ans) et une charge courante sur la digue.
- La situation extrême avec un remblai entièrement saturé en raison d'un arrachement non détecté de la membrane et une charge courante sur la digue.
- Le séisme « pesant ».
- Le séisme « allégeant ».

5.2 PARAMETRES DE MODELISATION DE LA STABILITE

5.2.1 PARAMETRES SISMIQUES

Le séisme a été pris en compte suivant l'approche forfaitaire SES (Séisme d'Evaluation de Sécurité) conformément aux recommandations du rapport "risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques" du MEDDTL-DPGPR.

- Zone sismique : 4 (aléa moyen suivant la classification de 2010)
- Classe du barrage : hors classe selon le décret 2015-526 du 12 mai 2015 (mais assimilé à un barrage de classe D selon le décret 2007-1735 du 11 décembre 2007)
- Classe de sol : B suivant la norme NF EN 1998-1 de septembre 2005 (Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur).
- Paramètre de sol : $S = 1,35$ (sol B pour une zone de sismicité 4)
- Accélération horizontale SES sur sol rocheux : $agr_h = 1,6 \text{ m/s}^2$
- Accélération verticale SES sur sol rocheux : $agr_v = 1,4 \text{ m/s}^2$
- Coefficient d'accélération horizontale : $kh = agr_h \times S / g = 1,6 \times 1,35 / 9,81 = 0,22$
- Coefficient d'accélération verticale : $kv = 2/3 \times agr_v \times S / g = 1,4 \times 1,35 / 9,81 = 0,19$

Considérant la probabilité extrêmement faible de la concomitance de l'aléa séisme avec une crue extrême, ce scénario ne sera pas traité. Toutefois, le responsable de l'ouvrage devra prendre en compte la survenue d'un séisme comme un élément déclencheur d'une visite de surveillance particulière.

5.2.2 CARACTERISTIQUES DES SOLS

Les modélisations du barrage et des talus font intervenir les caractéristiques intrinsèques des différents faciès que sont :

- la masse volumique apparente (γ)
- la cohésion effective (C')
- l'angle de frottement (φ')

Les caractéristiques retenues (voir tableau ci-dessous), sont soit celles mesurées lors des études géotechniques, soit celles déterminées par "avis expert", en référence à des réalisations similaires.

Ces paramètres, volontairement "prudents", devraient permettre de couvrir la gamme de matériaux potentiellement disponibles pour la conception de la digue. Toutefois, s'il s'avère

que les caractéristiques des matériaux réellement mis en oeuvre sont inférieures à celles retenues, les calculs justificatifs devront être repris.

Faciès	γ (kN/m ³)	C' kPa	ϕ'	K (m/s)
Sables limoneux B5 ou limons argileux A2 compactés constituant la digue	19	10	25°	1.10 ⁻⁶
Sables silteux compacts de fondation	18	10	30°	1.10 ⁻⁵

Tableau 5 : Paramètres géotechniques des matériaux

5.2.3 SURCHARGES

Le dimensionnement de l'ouvrage est mené en considérant une surcharge courante sur la piste de crête de 10 kPa, correspondant aux engins agricoles d'entretien.

5.3 RESULTATS DES MODELISATIONS DE LA STABILITE

Les modélisations de la stabilité des talus ont été réalisées à l'aide du logiciel TALREN V5.0.5 développé et commercialisé par la société TERRASOL.

Pour chaque profil, le coefficient de sécurité vis-à-vis de la stabilité générale a été calculé par la méthode de Bishop en intégrant les coefficients partiels préconisés par le CFBR.

Le coefficient de sécurité à atteindre pour justifier la stabilité est **de 1,00**.

Pour le profil le plus défavorable (le plus haut) du barrage, les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous et les calculs détaillés sont fournis en annexe.

Situation	Jeux de coefficients	Barrage talus amont	Barrage talus aval
Retenue pleine (400,00 NGF)	CFBR Exploitation normale	1.19	1.11
Retenue vide	CFBR Exploitation normale	1.19	1.11
Pied aval saturé	CFBR rare	1.24	1.11
Remblai entièrement saturé + retenue pleine	CFBR exceptionnel	1.67	1.01
Remblai entièrement saturé + retenue vide (vidange rapide)	CFBR extrême	1.12	1.30

Extrême séisme "pesant" + retenue pleine	CFBR extrême sismique	1.09	1.00
Extrême séisme "allégeant" + retenue pleine		1.07	0.98
Extrême séisme "pesant" + retenue vide		1.09	1.00
Extrême séisme "allégeant" + retenue vide		1.07	0.98

Conclusions :

La stabilité générale des deux talus de la digue (amont et aval) est justifiée pour quasiment toutes les situations. Seul le séisme allégeant est très légèrement inférieur à 1,00 sur ce profil le plus défavorable.

5.4 DIMENSIONNEMENT DE LA SURVERSE

Les dimensions de la surverse (buse ou caniveau) ont été pré-dimensionnées avec un outil dédié (DZ Logic) en considérant un bassin versant équivalent à la surface de la retenue majorée de 1,5 par mesure de sécurité (soit 18 500 m²).

Les calculs ont été menés sur la base d'une période de retour de 100 ans. Le détail est joint en annexes.

Pour garantir le parfait écoulement des eaux en cas de retenue pleine subissant une pluie de récurrence 100 ans, il est nécessaire de mettre en place une buse circulaire en béton de diamètre nominal 500 mm avec une pente de 15%.

Après avoir traversé la crête du barrage, soit la buse :

- Sera prolongée sur le talus aval jusqu'en pied de digue,
- Se déversera dans un caniveau rectangulaire en béton de 600 mm de large par 500 mm de hauteur posé sur le talus aval jusqu'en pied de digue.

Cette seconde solution (buse + caniveau) est préférable car elle permet un meilleur entretien et limite le risque de colmatage.

Comme pour la buse de vidange, l'entrée de la surverse sera équipée d'un dégrilleur.

La surverse se rejettera dans la fosse de dissipation en enrochements liaisonnés.

6 ESTIMATION DU COUT DES TRAVAUX

Le programme des travaux comprend quatre postes principaux :

- Les terrassements et la construction de la digue,
- La fourniture et pose du complexe d'étanchéité/drainage,
- La fourniture et la pose des ouvrages annexes (vidange, surverse, vannes, grillage périphérique, ...),
- La maîtrise d'œuvre, les études et les forfaits.

A ce stade des études, une des principales incertitudes réside dans la disponibilité des matériaux nécessaires à l'élaboration de la digue. En effet, l'équilibre Déblais/Remblais est déficitaire d'environ 4900 m³. Une zone d'emprunt, qu'il conviendra de caractériser par des reconnaissances adaptées, doit être recherchée à proximité immédiate du projet.

S'il s'agit de matériaux issus des projets voisins (GAEC QUEYRADE, GAEC PARADIS ou autre), le coût sera conditionné par la distance de transport.

Le coût des travaux a été estimé suivant une approche détaillée avec des prix d'ordre usuels de la SCP pour ce type de travaux.

A ce stade du projet, les aléas travaux sont estimés à 5% du prix global. De même, les frais d'études techniques, de maîtrise d'œuvre et de contrôle (notamment du compactage et de l'étanchéité de la membrane) ont été estimés autour de 7,5% du montant des travaux.

Ces taux ne couvrent pas les éventuels frais liés aux aléas environnementaux tels que les mesures de protections spécifiques en cours de travaux, les mesures compensatoires, ...

Cette estimation ne comprend pas les opérations de débroussaillage, d'abatage, de débitage et d'évacuation des arbres qui seront réalisés par le propriétaire.

Au stade APD, le montant total des travaux de création de la retenue du GAEC GARABRUN est estimé à : **590 300 € Hors Taxes**. Il se décompose ainsi :

- Terrassements / Digue : 245 150 € HT
- Etanchéité / Drainage : 225 000 € HT
- Ouvrages annexes : 35 900 € HT
- MOE, études, forfaits et aléas : 84 250 € HT

Le prix au mètre cube stocké (45 000 m³) est de **13,12 € HT**.

ANNEXE 1 CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

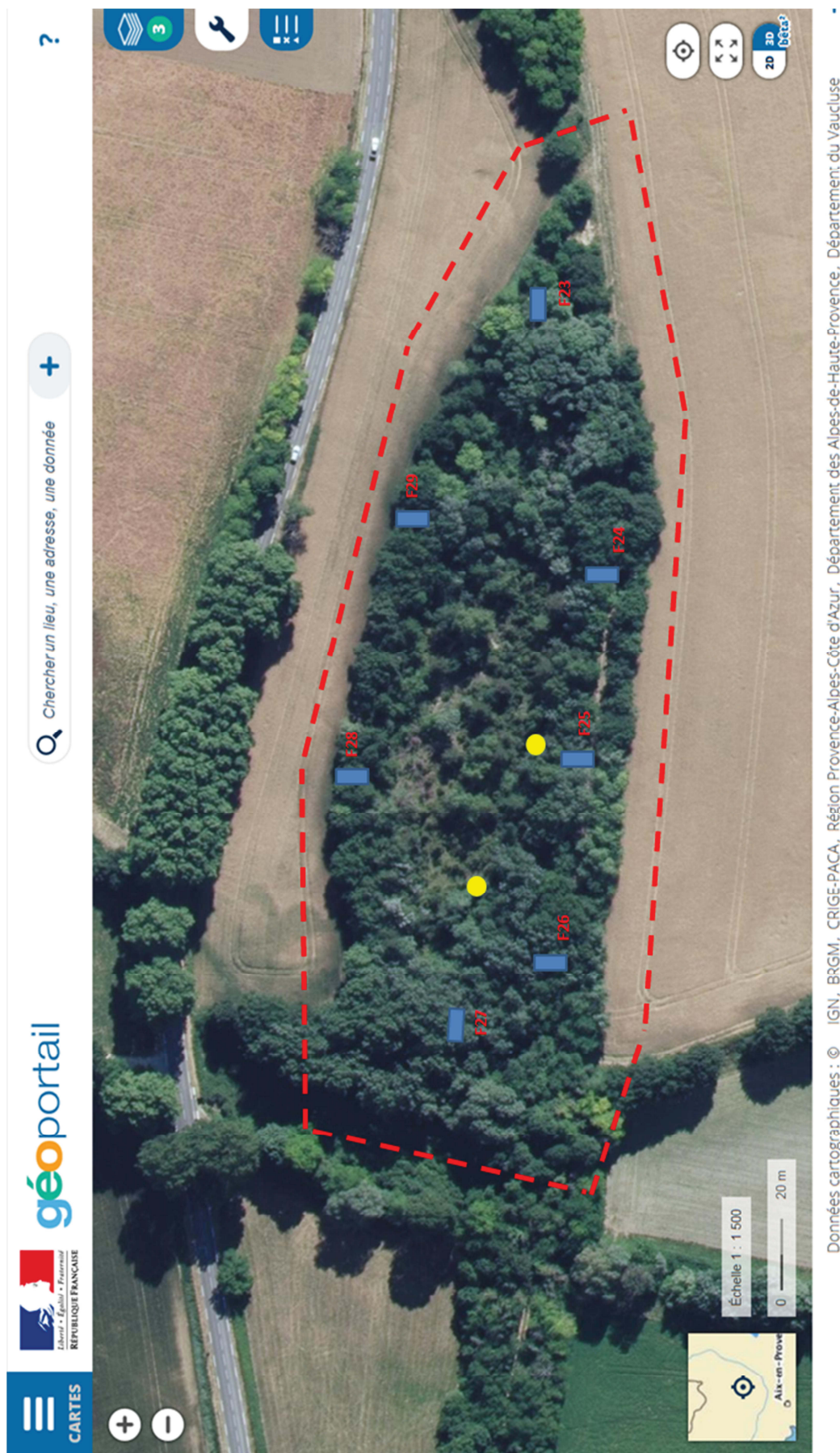
Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. • Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notes techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). • Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique




<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.• Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).• Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.• Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).• Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO) <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).• donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO. <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.</p> <ul style="list-style-type: none">• Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.• Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.• Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).
--

ANNEXE 2 COMPTE-RENDU DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE





Données cartographiques : © IGN, BRGM, CRIGE-PACA, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, Département des Alpes-de-Haute-Provence, Département du Vaucluse

G.A.E.C Garabrun Barruol - Reconnaissances géotechniques

Fouille F23		Coordonnées GPS :		
		43°51,563'N		
		5°37,701'E		
Profondeur	Observations	Description	Prélèvement d'échantillon	Essais de laboratoire
0,0				
0,2		Terre Végétale		
0,4		Argile sableuse bariolée marron verdâtre		
0,6				
0,8	Venue d'eau à 1,00m	Passage sablo-graveleux à matrice orangée		
1,0				
1,2		Sable fin bariolé beige-rouille à gris-verdâtre	F23 à 1,40m	1 - Teneur en eau
1,4				2 - Perméabilité sur bloc
1,6				
1,8				
2,0	à 1,90 m	Refus à la pelle		
2,2		Remarque : Présence de débris de construction en surface, à proximité de la fouille		
2,4				
2,6				

Légende :

Venue d'eau : 

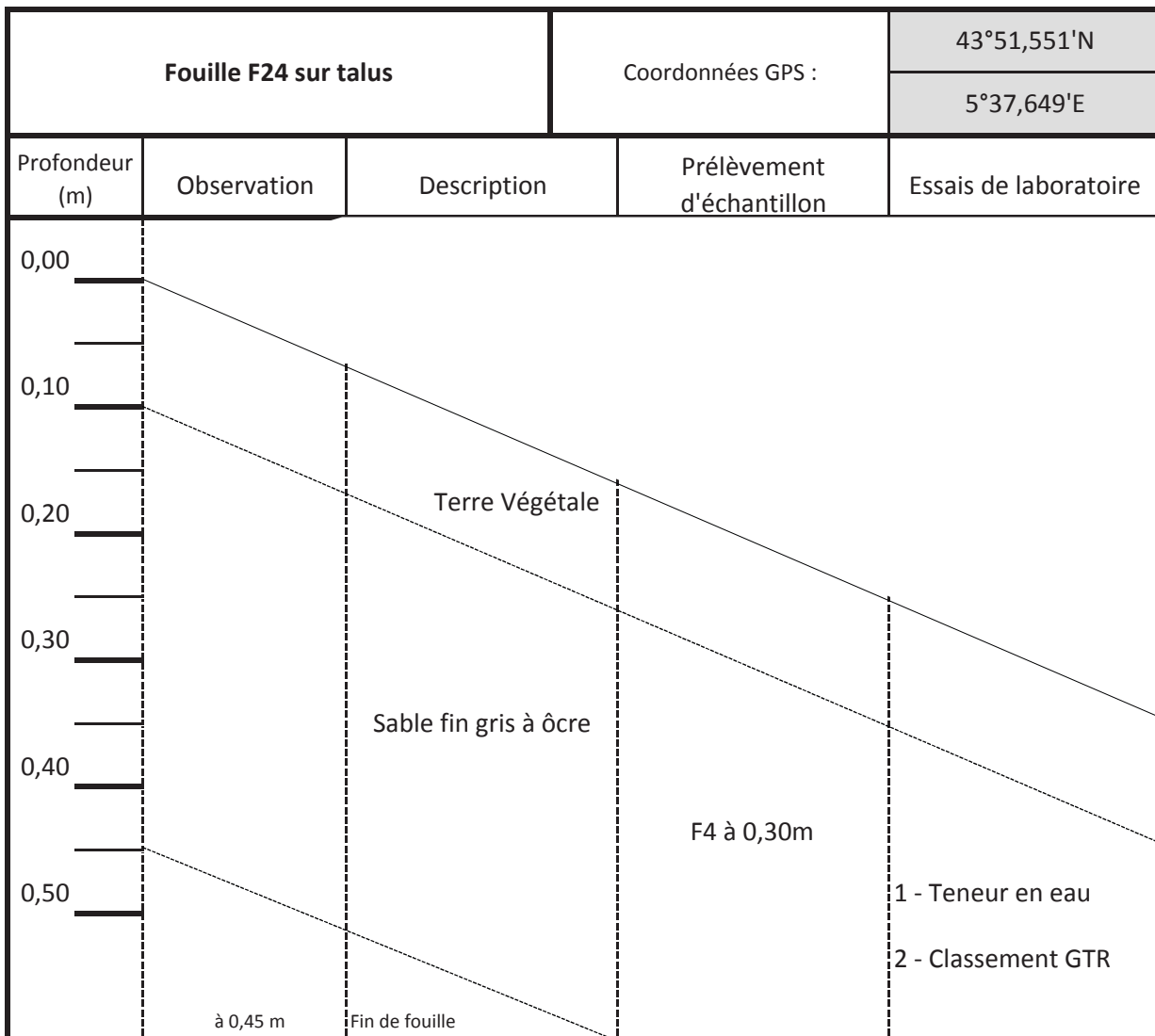
Effondrement des parois : 

Déchet poubellien : 

Débris de construction : 



G.A.E.C Garabrun Barruol - Reconnaissances géotechniques








Légende :

- Venue d'eau :
- Déchet poubellien :
- Effondrement des parois :
- Débris de construction :



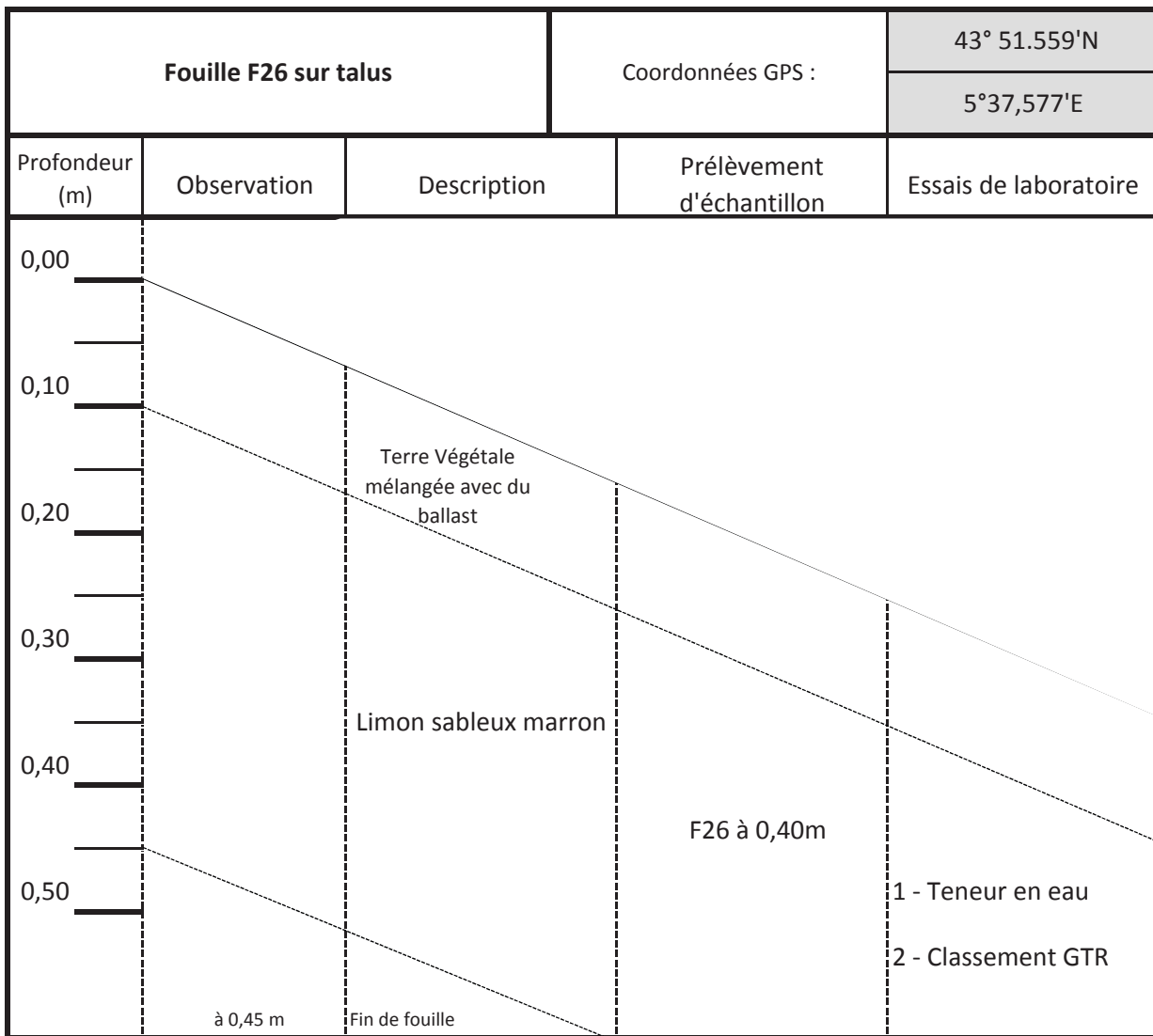
G.A.E.C Garabrun Barruol - Reconnaissances géotechniques

Fouille F25 sur talus		Coordonnées GPS :	
		43° 51.554'N	
		5° 37.608'E	
Profondeur (m)	Observation	Description	Prélèvement d'échantillon
0,00			
0,10		Terre Végétale	
0,20			
0,30		Sable fin gris à ôcre	
0,40			
0,50	à 0,40 m	Fin de fouille	

Légende :	Venue d'eau : 	Déchet poubellien : 
	Effondrement des parois : 	Débris de construction : 



G.A.E.C Garabrun Barruol - Reconnaissances géotechniques



Légende :

Venue d'eau :

Déchet poubellien :


Effondrement des parois :

Débris de construction :





G.A.E.C Garabrun Barruol - Reconnaissances géotechniques

Fouille F27		Coordonnées GPS :	
		43°51,572'N	
		5°37,561'E	
Profondeur	Observations	Description	Prélèvement d'échantillon / Essais de laboratoire
0,0			
0,2		Terre Végétale	
0,4		frange de grave sableuse orangée	
0,6			1 - Teneur en eau
0,8			2 - Classement GTR
1,0		Sable silteux gris verdâtre à beige, de plus en plus compact	3 - Essai Proctor
1,2			4 - Perméabilité à 95% opn
1,4			
1,6	à 1,50 m	Refus à la pelle	
1,8			
2,0			
2,2			
2,4			
2,6			
2,8			



Légende :

Venue d'eau : 

Effondrement des parois : 

Déchet poubellien : 


Débris de construction : 





G.A.E.C Garabrun Barruol - Reconnaissances géotechniques


Fouille F28 sur talus		Coordonnées GPS :	
		43° 51.587'N	
		5° 37.622'E	
Profondeur (m)	Observation	Description	Essais de laboratoire
0,00			
0,10			
0,20		Terre Végétale avec quelques cailloux	
0,30			
0,40		Sable gris-verdâtre +/- compact à grès altéré	
0,50			
	à 0,45 m	Fin de fouille	1 - Teneur en eau 2 - Classement GTR
		F28 à 0,30m	

Légende :

Venue d'eau : 


Déchet poubellien : 





Effondrement des parois : 

Débris de construction : 



G.A.E.C Garabrun Barruol - Reconnaissances géotechniques

Fouille F29 sur talus		Coordonnées GPS :	
		43° 51.578'N	
		5° 37.671'E	
Profondeur (m)	Observation	Description	Prélèvement d'échantillon
0,00			
0,10			
0,20		Terre Végétale avec quelques cailloux	
0,30			
0,40		Sable gris-verdâtre +/- compact	
0,50		Sable graveleux, avec petits blocs de grès	
	à 0,50 m Fin de fouille		

Légende :	Venue d'eau : 	Déchet poubellien : 
	Effondrement des parois : 	Débris de construction : 



ANNEXE 3 PROCES-VERBAUX DES ESSAIS DE LABORATOIRE

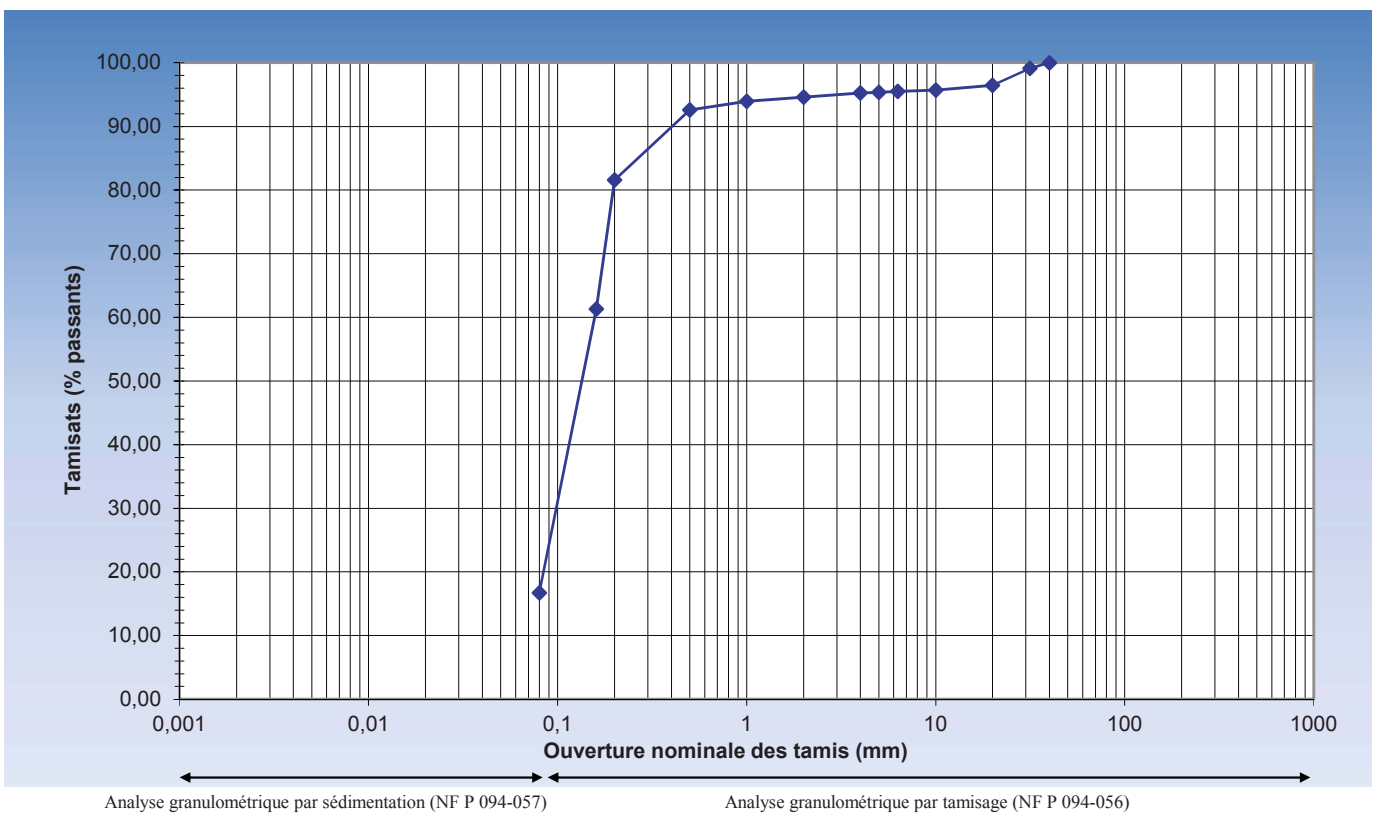
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE

Effectuée conformément à la norme NF P 94-056

Le Tholonet, le 15/03/2018

Référence : **2018.038-01**
 Client : **SCP**
 Affaire : **GAEC GARABRUN - BARRUOL**

Sondage : **F24 à 0,30m**
 Prélèvement effectué par : **SCP** Le : **N.C.**
 Essai effectué le : **Semaines 09 - 10**
 Nature du matériau : **Sable fin compact gris-verdâtre**




Tamis (mm)	40	31,5	20	10	6,3	5	4
Passant %	'100,0	'99,1	'96,4	'95,7	'95,5	'95,3	'95,3
Tamis (mm)	2	1	0,5	0,2	0,16	0,08	
Passant %	'94,6	'94,0	'92,6	'81,6	'61,3	'16,7	

Teneur en eau naturelle : **W (%) = 11,7**
 Valeur au bleu : **V.B.S. = 1,26**
 Valeur au bleu sur la matrice <2mm: **V.B.S. = 1,34**

Classement G.T.R. : **B₅**

Le technicien,

 R.BADINIER

Le responsable des essais,

 J.BAZILLON

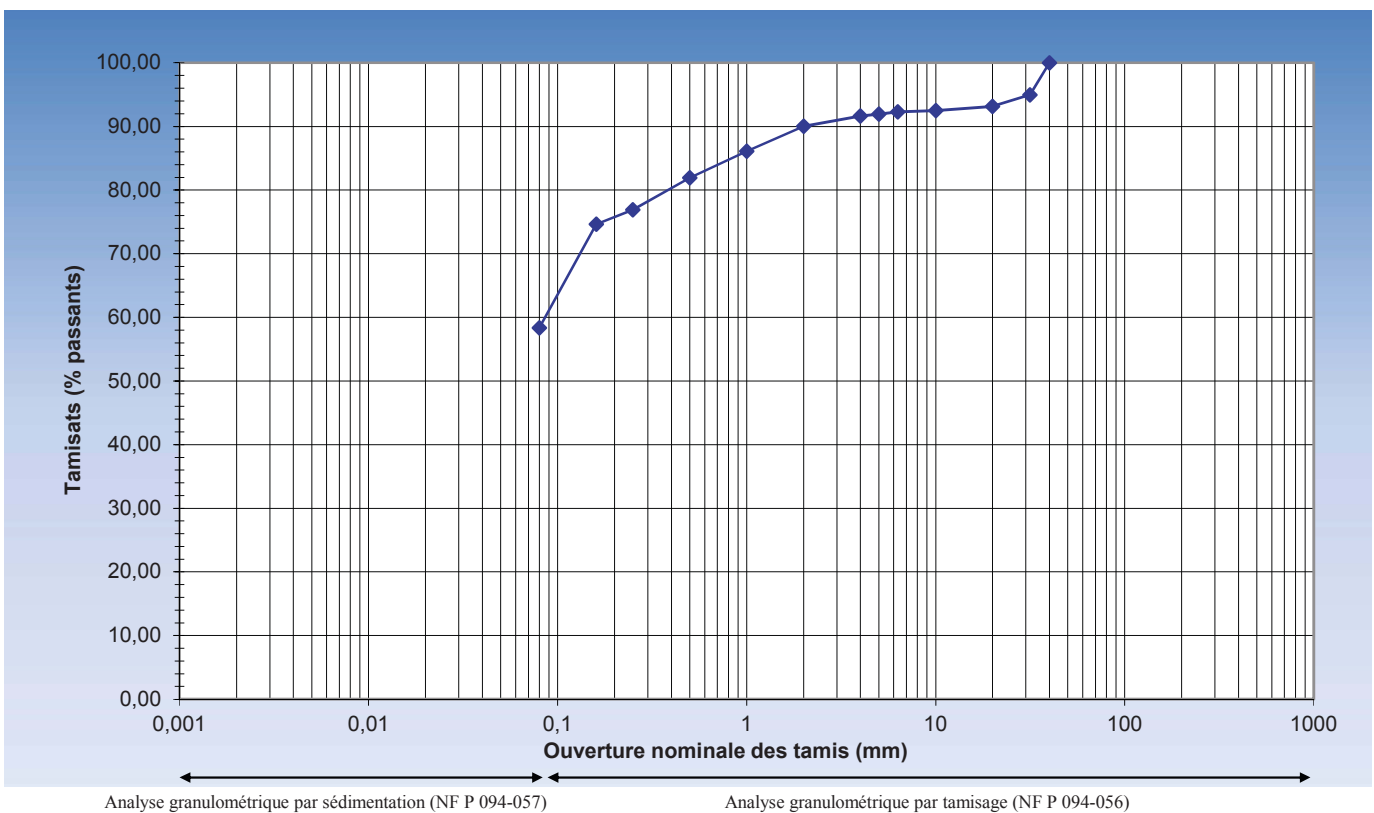
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE

Effectuée conformément à la norme NF P 94-056

Le Tholonet, le 15/03/2018

Référence : **2018.038-02**
 Client : **SCP**
 Affaire : **GAEC GARABRUN - BARRUOL**

Sondage : **F26 à 040m**
 Prélèvement effectué par : **SCP** Le : **N.C.**
 Essai effectué le : **Semaines 09 - 10**
 Nature du matériau : **Limon sableux marron.**




Tamis (mm)	40	31,5	20	10	6,3	5	4
Passant %	'100,0	'95,0	'93,2	'92,5	'92,3	'91,9	'91,6
Tamis (mm)	2	1	0,5	0,25	0,16	0,08	
Passant %	'90,0	'86,1	'81,9	'76,9	'74,6	'58,4	

Teneur en eau naturelle : **W (%) = 15,6**
 Valeur au bleu : **V.B.S. = 2,50**
 Valeur au bleu sur la matrice <2mm: **V.B.S. = 2,78**

Classement G.T.R. : **A₁**

Le technicien,

 R.BADINIER

Le responsable des essais,

 J.BAZILLON

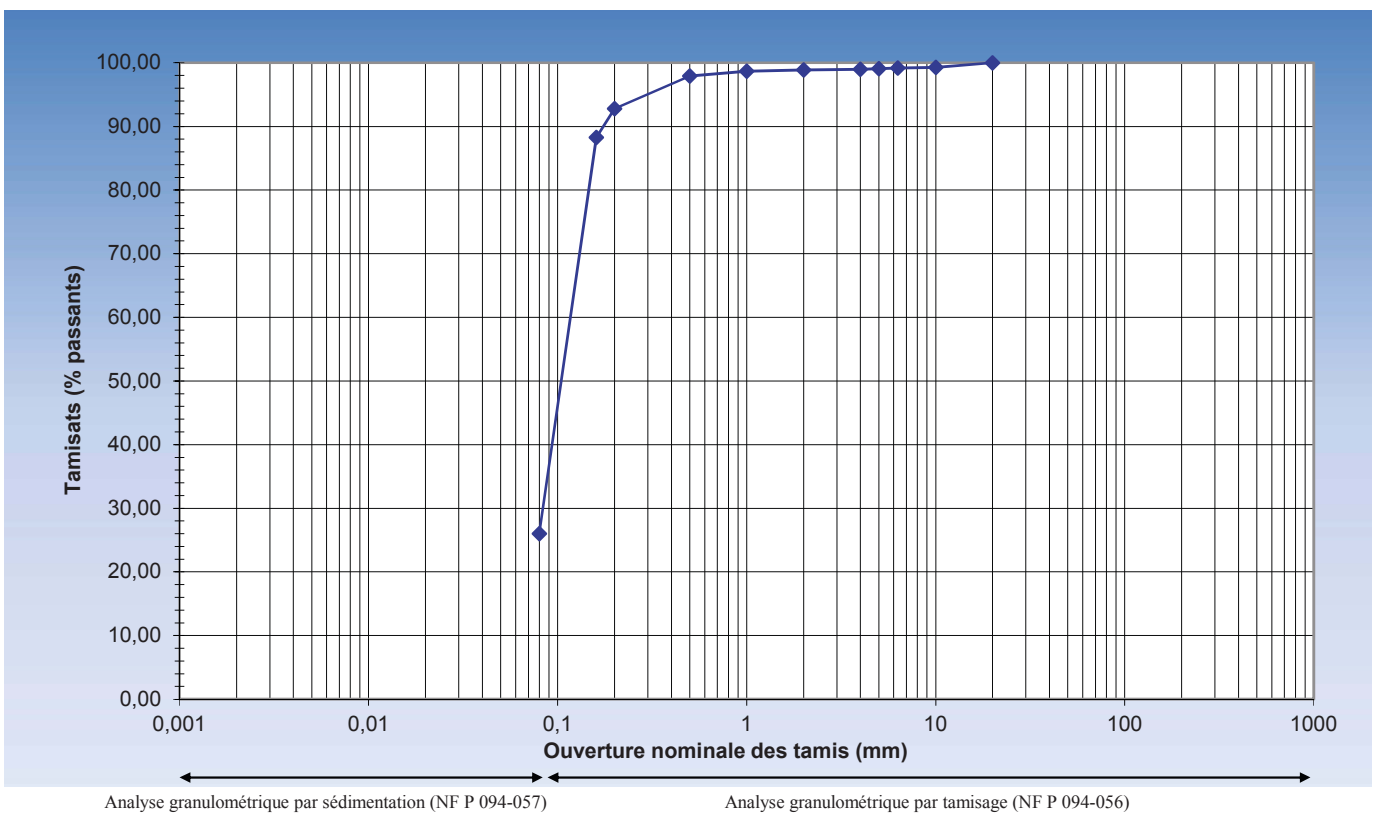
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE

Effectuée conformément à la norme NF P 94-056

Le Tholonet, le 15/03/2018

Référence : **2018.038-03**
 Client : **SCP**
 Affaire : **GAEC GARABRUN - BARRUOL**

Sondage : **F27 à 1,00m**
 Prélèvement effectué par : **SCP** Le : **N.C.**
 Essai effectué le : **Semaines 09 - 10**
 Nature du matériau : **Sable silteux gris-verdatre à beige.**




Tamis (mm)	20	10	6,3	5	4	2	1
Passant %	'100,0	'99,3	'99,2	'99,1	'99,0	'98,9	'98,7
Tamis (mm)	0,5	0,2	0,16	0,08			
Passant %	'97,9	'92,8	'88,3	'26,0			

Teneur en eau naturelle : **W (%) = 12,8**
 Valeur au bleu : **V.B.S. = 0,54**
 Valeur au bleu sur la matrice <2mm: **V.B.S. = 0,55**

Classement G.T.R. : **B₅**

Le technicien,

 R.BADINIER

Le responsable des essais,

 J.BAZILLON

ESSAI PROCTOR

Effectué conformément à la norme NF P 94-093

Référence : **2018.038-04**

Le Tholonet, le 15/03/2018

Client : **SCP**

Affaire : **GAEC GARABRUN - BARRUOL**

Sondage : **F27 à 1,00m**

Prélèvement effectué par : **SCP**

Le : **N.C.**

Essai effectué le : **Semaines 09 - 10**

Nature du matériau : **Sable silteux gris-verdatre à beige.**

Résultats d'essai Proctor

$\rho d(\text{opn}) = 1,61 \text{ t/m}^3$

$W(\text{opn}) = 19,1 \%$

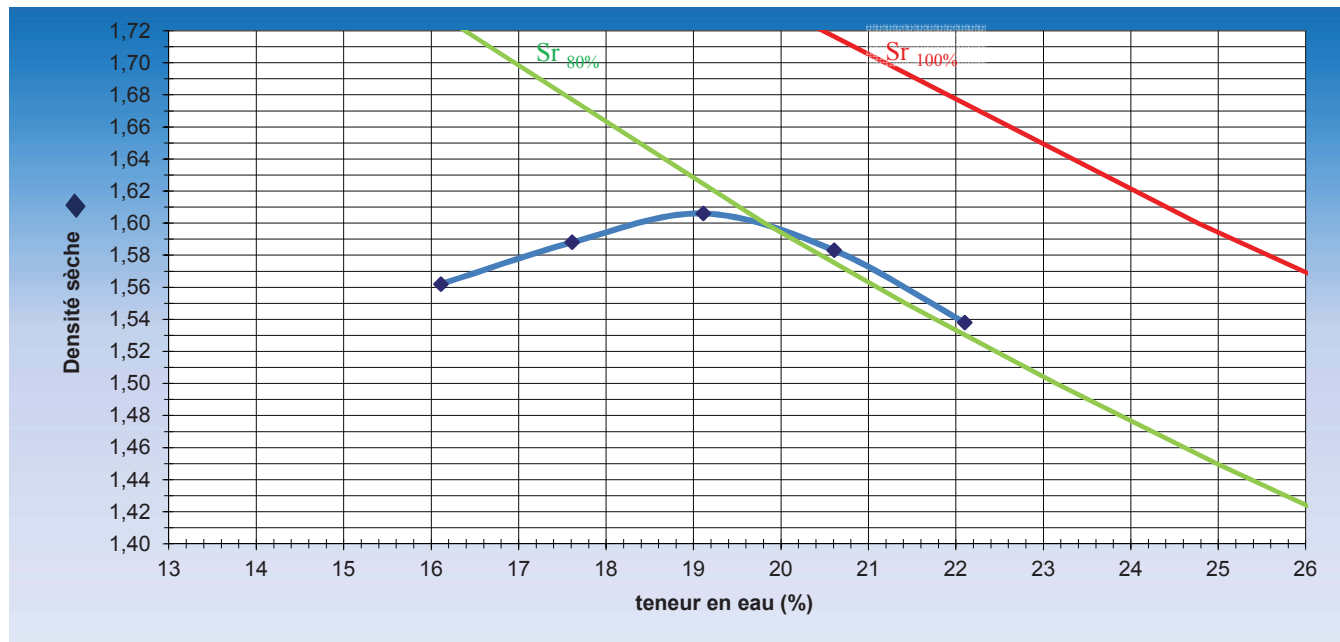
$W(\text{nat.}) = 12,8 \%$

Valeurs tenant compte de la fraction 20/D :

$\rho d(\text{opn})^* = 1,61 \text{ t/m}^3$

$W(\text{opn})^* = 19,1 \%$

	Type d'essai : normal			Moule : C.B.R.	
Teneur en eau (%)	16,1	17,6	19,1	20,6	22,1
Densité sèche (t/m^3)	1,562	1,588	1,606	1,583	1,538



Observation : R.A.S.

La technicienne


G. DUPIAT

Le responsable des essais,


J. BAZILLON

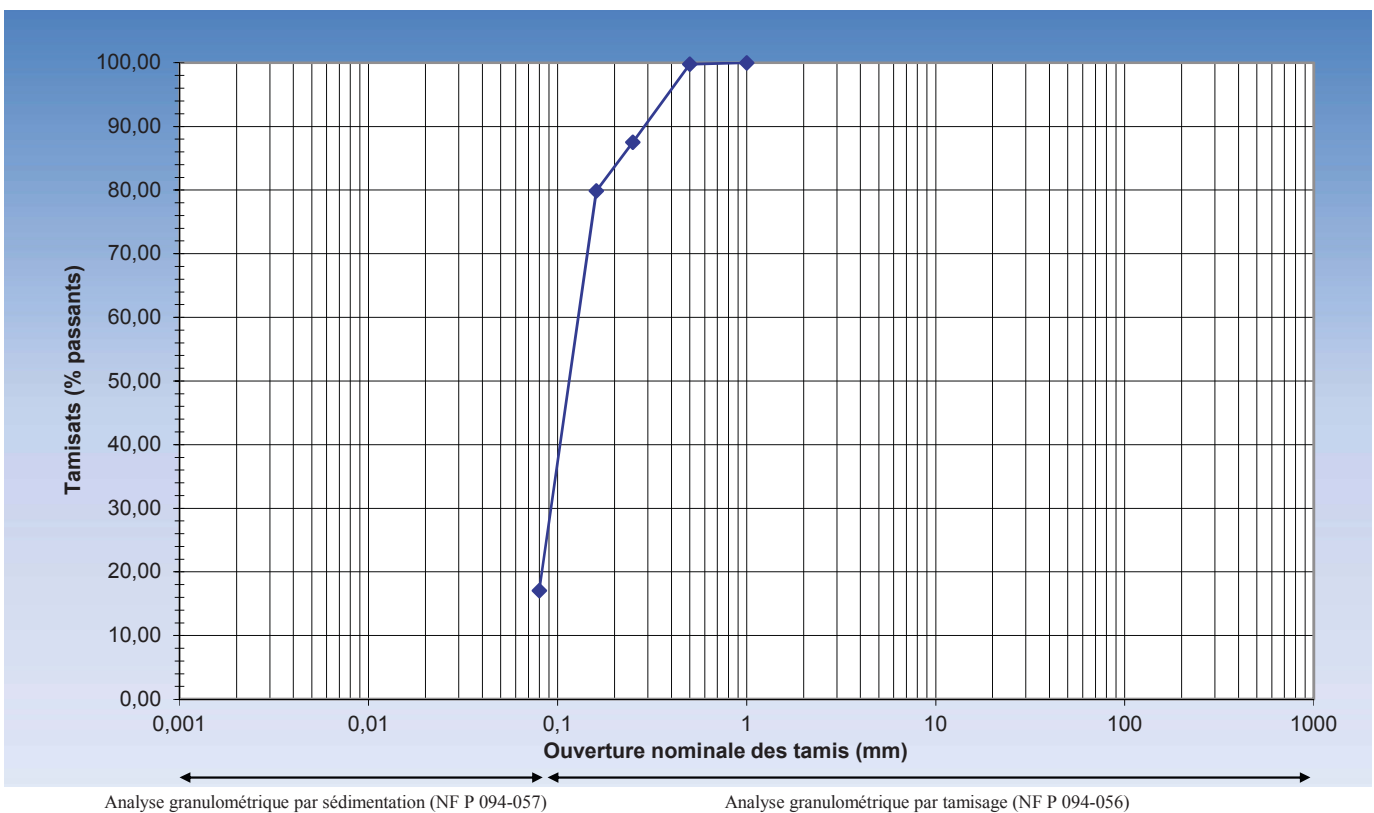
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE

Effectuée conformément à la norme NF P 94-056

Le Tholonet, le 15/03/2018

Référence : **2018.038-05**
 Client : **SCP**
 Affaire : **GAEC GARABRUN - BARRUOL**

Sondage : **F28 à 0,30m**
 Prélèvement effectué par : **SCP** Le : **N.C.**
 Essai effectué le : **Semaines 09 - 10**
 Nature du matériau : **Sable gris-verdatre.**




Tamis (mm)	1	0,5	0,25	0,16	0,08		
Passant %	'100,0	'99,8	'87,5	'79,9	'17,1		

Teneur en eau naturelle : **W (%) = 8,9** Classement G.T.R. : **B₅**
 Valeur au bleu : **V.B.S. = 0,49**
 Valeur au bleu sur la matrice <2mm: **V.B.S. = 0,49**

Le technicien,

 R.BADINIER

Le responsable des essais,

 J.BAZILLON

RESULTATS D'ESSAIS DE PERMEABILITE A L'OEDOMETRE

Le Tholonet, le 22/03/2018

Référence : 2017.032-06

Client : SCP

Affaire : GAEC GARABRUN - BARRUOL

Prélèvement effectué par : SCP

Le : N.C.

Echantillon	Profondeur (m)	Nature du matériau	Caractéristiques naturelles de l'éprouvette					Caractéristiques de l'éprouvette soumise à la charge effective σ'_{vo}			Valeur de perméabilité de l'éprouvette
			W nat. (%)	γ_n nat. (t/m ³)	γ_d nat. (t/m ³)	γ_s estimé (t/m ³)	Sr initial (%)	Charge effective σ'_{vo} (MPa)	γ_d (t/m ³)	Gonflement (%)	K (m/s)
F23	1,40	Sable fin compact gris-verdatre	16,4	1,895	1,628	2,700	67	0,3	1,625	0,183	6,04.E-07
F27	1,00	Sable silteux gris-verdatre à beige.	19,4	1,839	1,540	2,700	70	0,3	1,538	0,085	2,30.E-06
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Observation :

Le technicien



J.BAZILLON

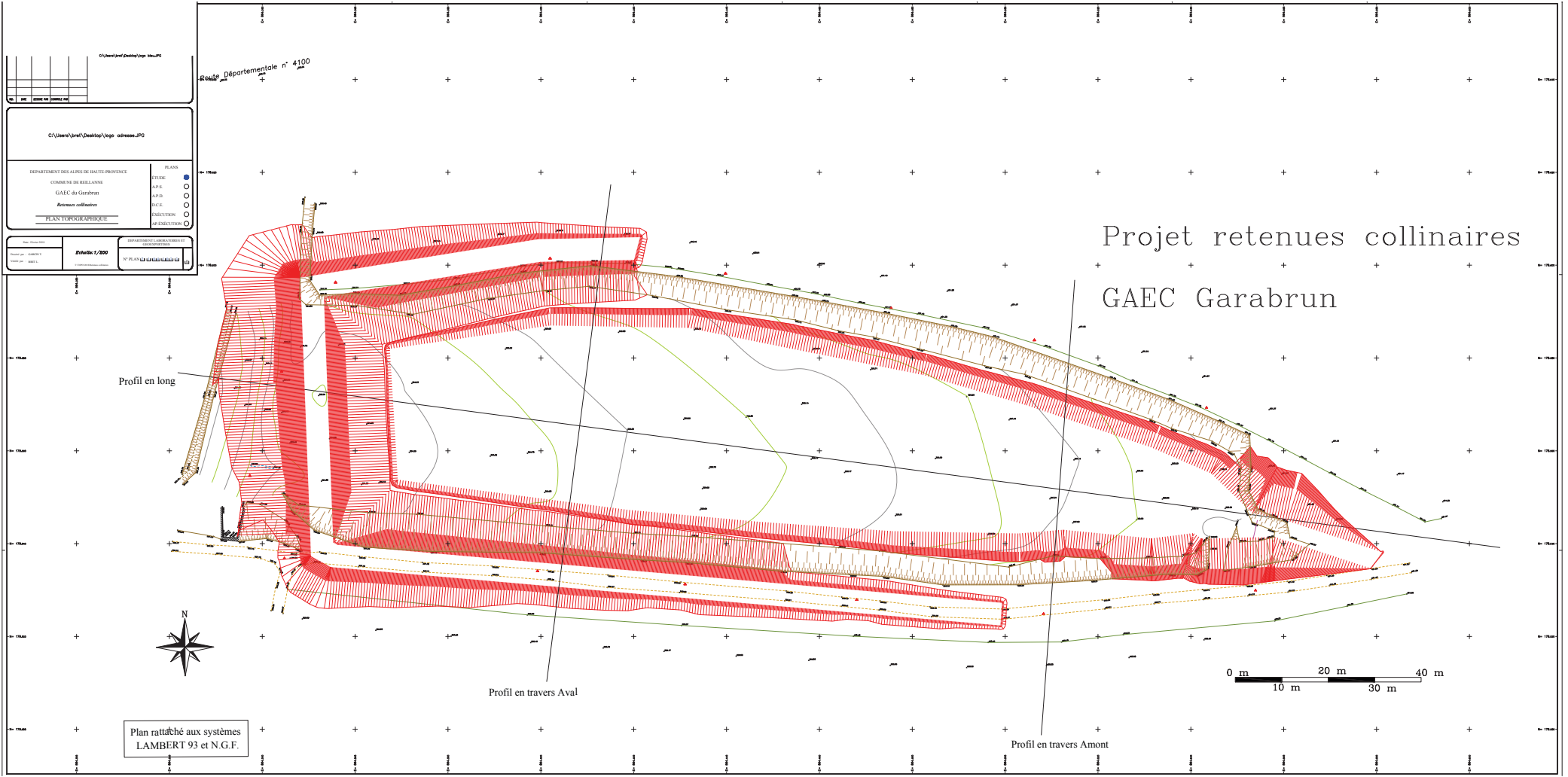
Le responsable des essais,



P. DUBOUILH

ANNEXE 4 PLAN TOPOGRAPHIQUE

ANNEXE 5 PLANS ET COUPES DU PROJET



Projet retenues collinaires
GAEC Garabrun

Route Départementale n° 4100

Profil en long

Profil en travers Aval

Profil en travers Amont

Plan rattaché aux systèmes
LAMBERT 93 et N.G.F.

0 m 10 m 20 m 30 m 40 m

C:\Users\user\Desktop\topo\topo_4100.JPG	
C:\Users\user\Desktop\topo\adresses.JPG	
DEPARTEMENT DES ALPES DE HAUTE-PROVENCE	PLANS
COMMUNE DE BELLANNE	ETUDE
GAEC du Garabrun	S.P.S.
Association collective	A.P.D.
	D.C.E.
	EXÉCUTION
	M. EXÉCUTION
PLAN TOPOGRAPHIQUE	
Échelle: 1/200	DEPARTEMENT DES ALPES DE HAUTE-PROVENCE
	ST PLAN DE LA COMMUNE DE BELLANNE

Projet retenues collinaires

GAEC Garabrun

Plan de situation
Profil en long
Profil en travers

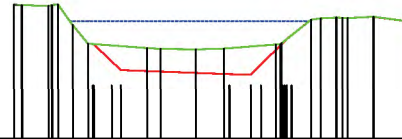
Société du Canal de Provence
et d'aménagement de la région provençale
Département Laboratoires et Géotechniques

DESS GARCIN, Tony VERIF BRET, Laurent
DATE 28/05/2018 ECH
N° 1 IND

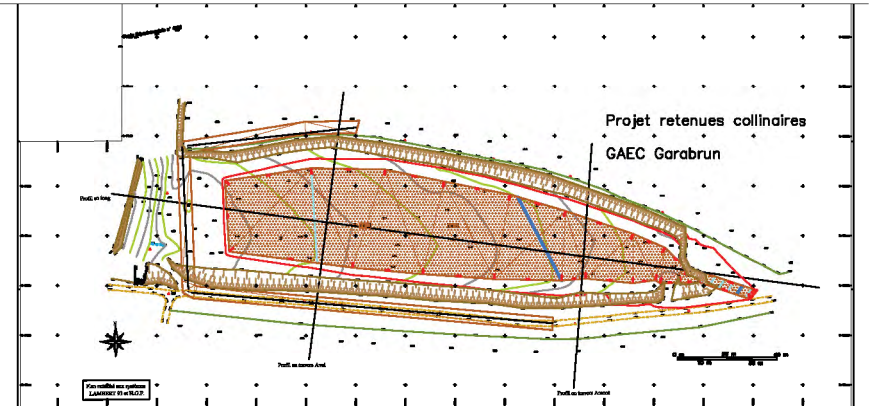
Retenues collinaires GAEC Garabrun

Profil en travers Amont

Echelle des altitudes : 1/500
Echelle des longueurs : 1/1000
Profil en Travers
PC : 388,00 m



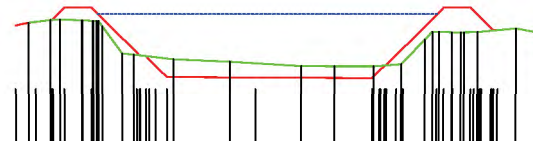
Altitudes TN	401.52	398.84	397.16	397.43	397.83	400.31	400.00
Altitudes Projet	401.52	398.84		395.03	398.11	400.30	400.00
Différence d'altitudes	0.00	0.00	2.16	2.39	0.10	0.00	0.00
Distances cumulées	8.788	20.720	34.853	48.828	59.830	70.856	83.279
Distance partielles		10.982	13.943	14.435	10.532	10.465	13.194



Retenues collinaires GAEC Garabrun

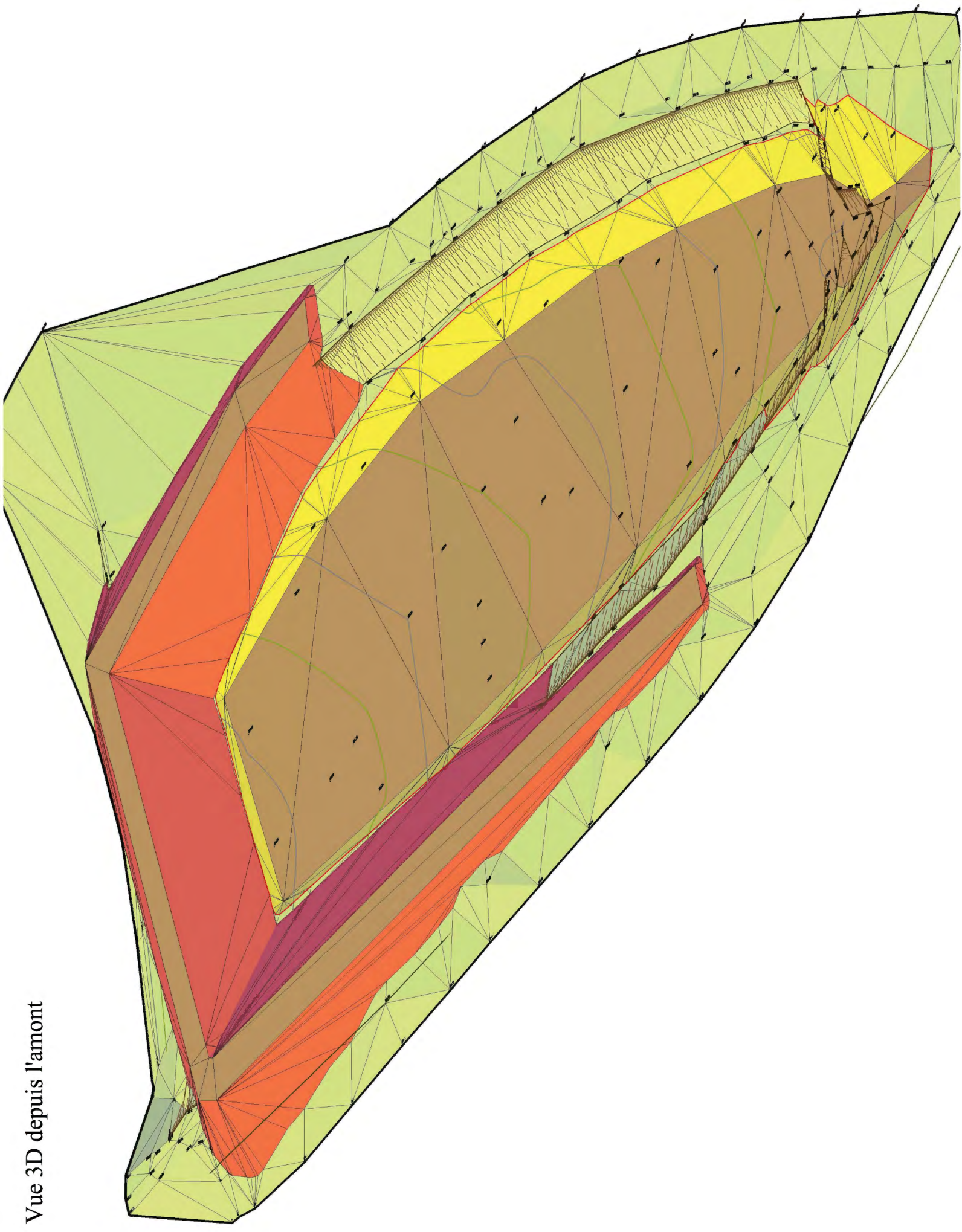
Profil en travers Aval

Echelle des altitudes : 1/500
Echelle des longueurs : 1/1000
Profil en Travers
PC : 388,00 m

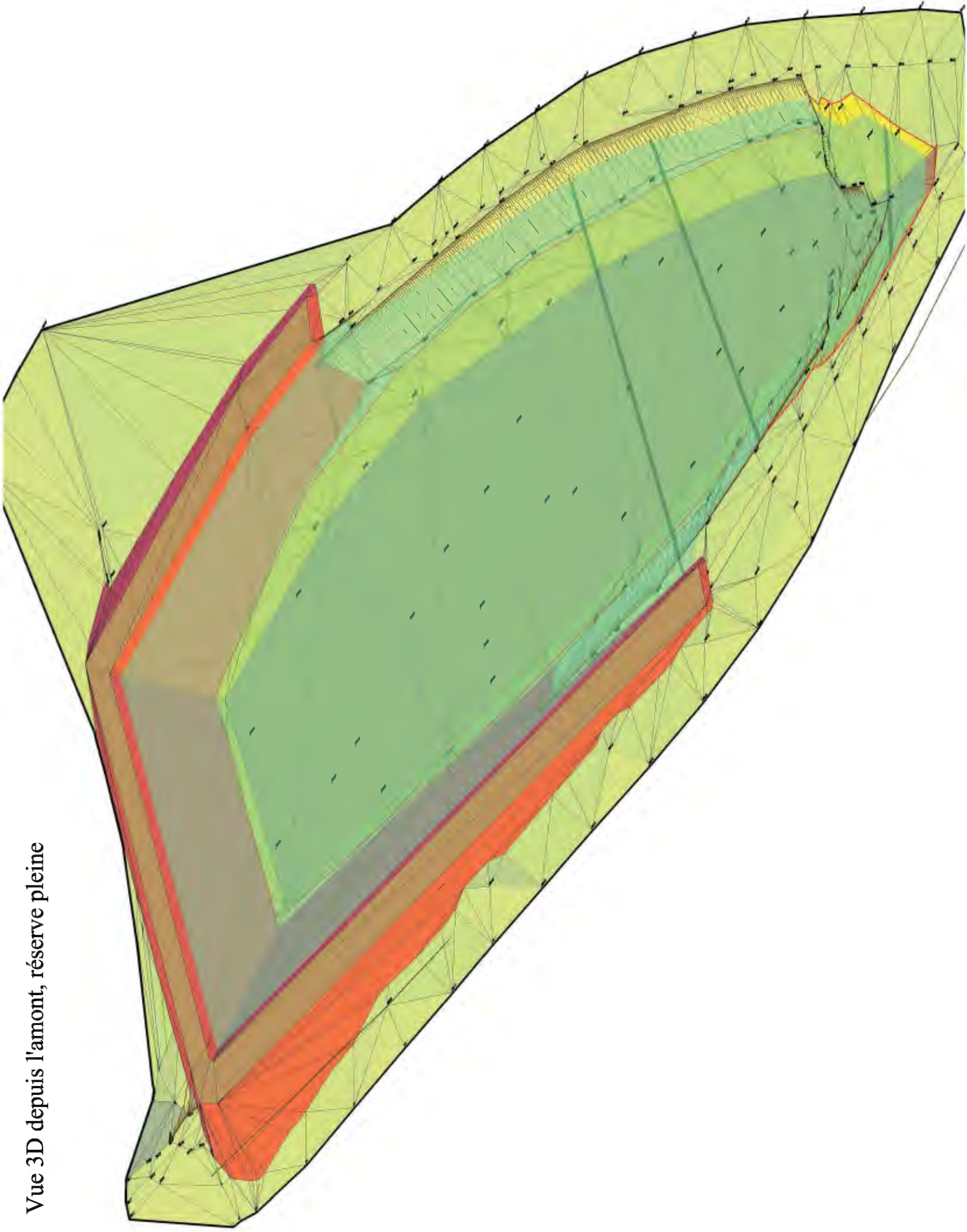


Altitudes TN	398.19	398.42	395.79	395.57	395.14	395.13	398.34	395.30
Altitudes Projet	398.94	400.00	398.41	394.05		394.02	398.05	398.30
Différence d'altitudes	0.00	-1.18	1.67	1.47	1.05	0.95	-1.20	0.00
Distances cumulées	4.752	14.327	31.595	42.414	55.819	66.347	80.328	86.818
Distance partielles		10.078	17.057	10.629	13.408	13.527	10.980	19.480

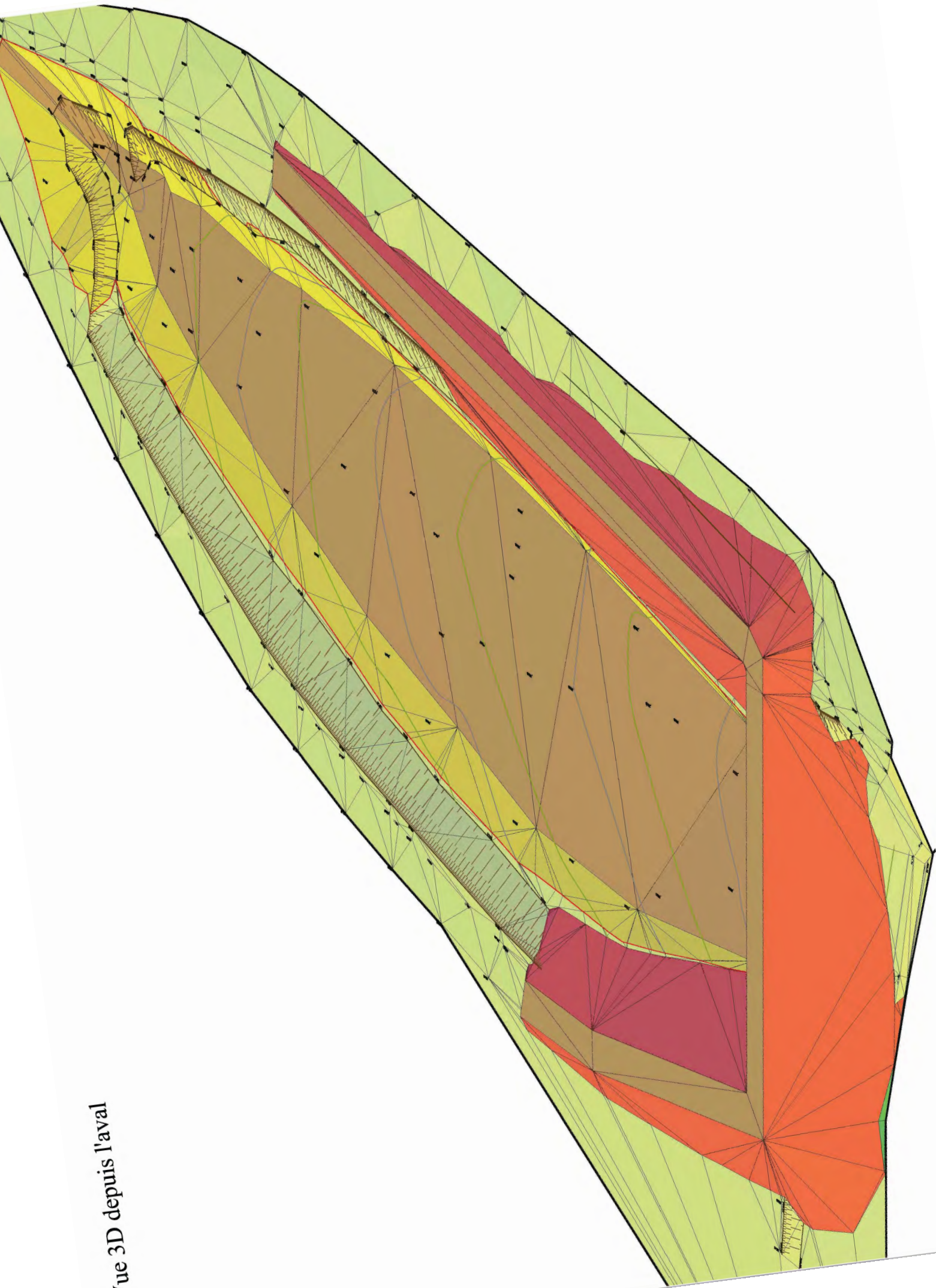
Vue 3D depuis l'amont



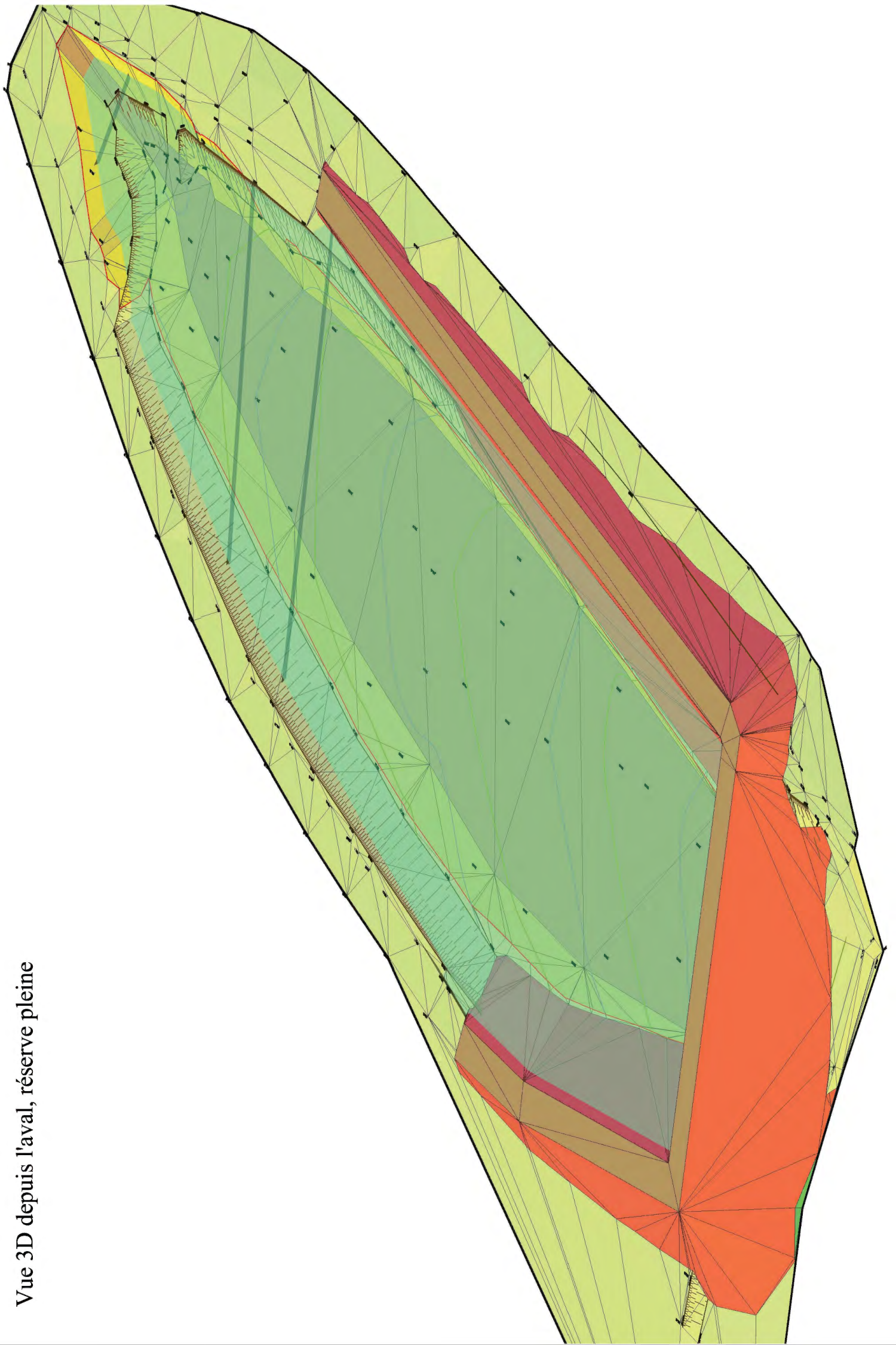
Vue 3D depuis l'amont, réserve pleine



Vue 3D depuis l'aval

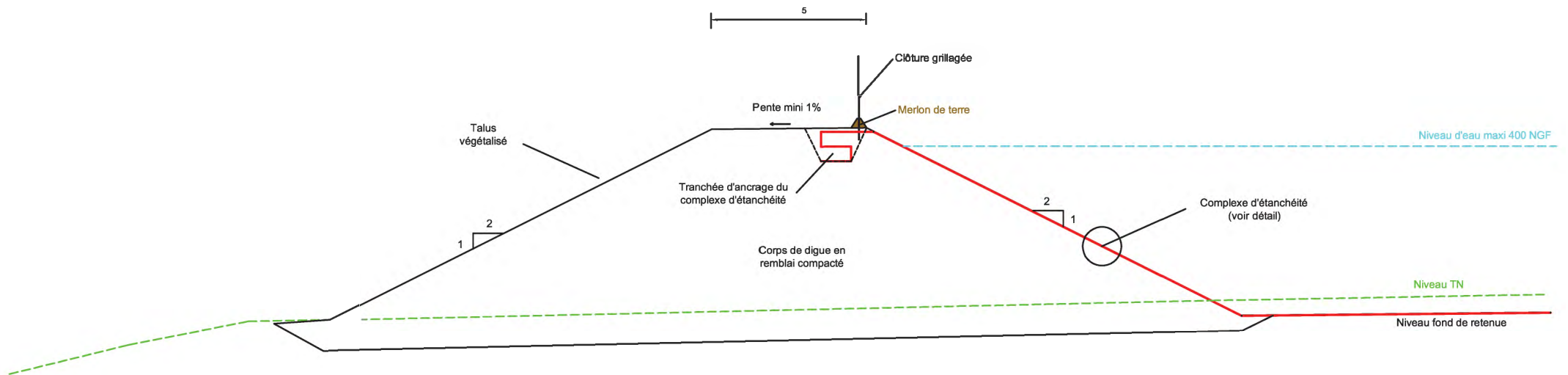


Vue 3D depuis l'aval, réserve pleine





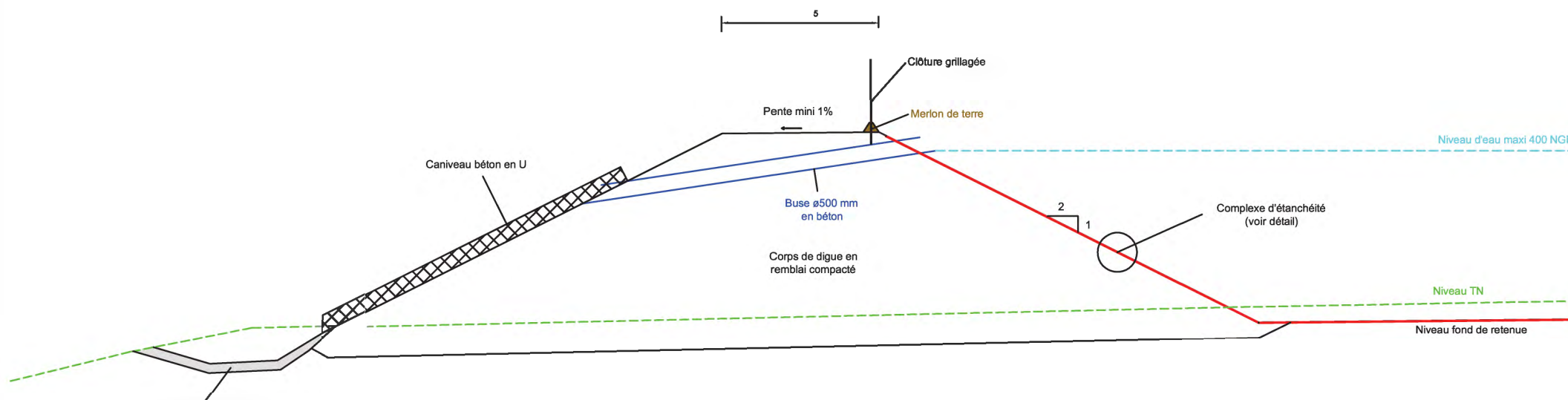
Coupe de principe en section courante de la digue



JUIN 2018



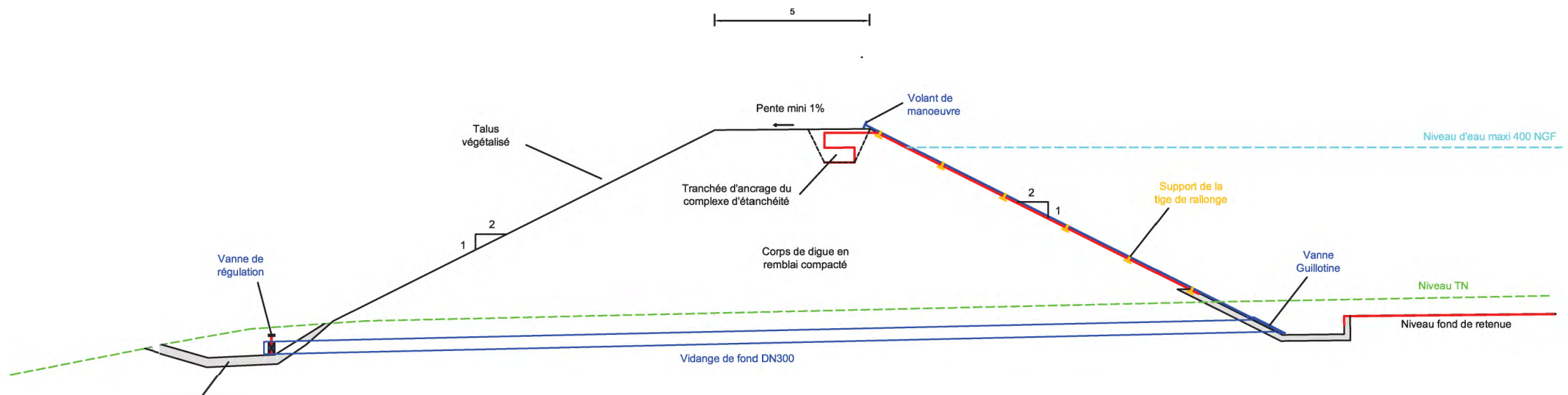
Coupe de principe au droit de la surverse



JUIN 2018



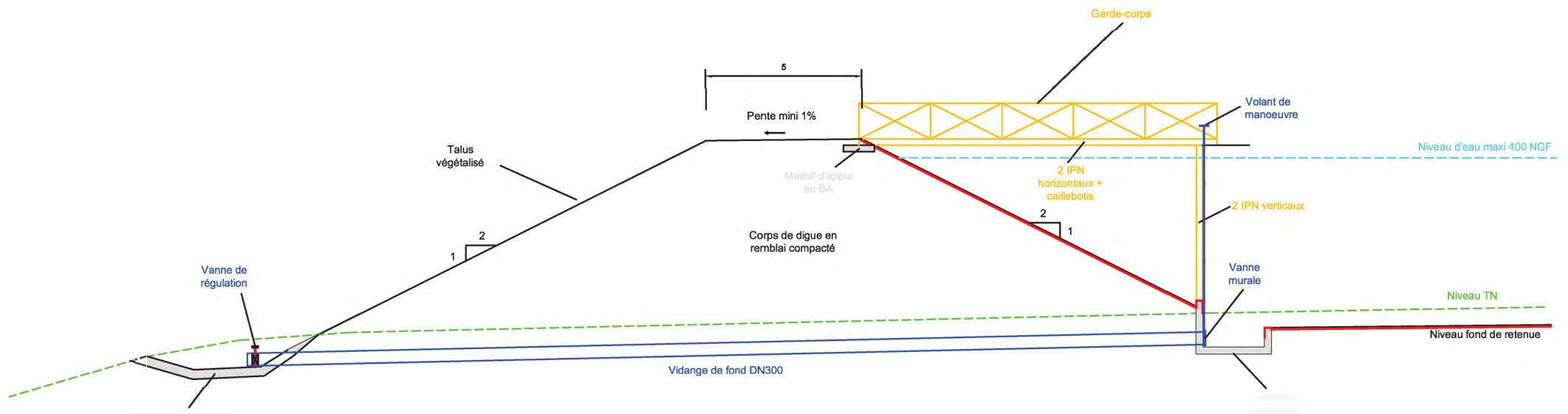
Coupe de principe au droit de la vidange de fond
(option sans ponton)



JUIN 2018



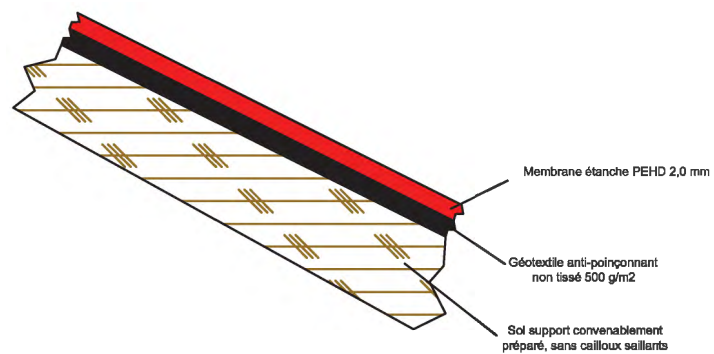
Coupe de principe au droit de la vidange de fond
(option avec ponton)



JUIN 2018



Détail du complexe d'étanchéité



JUIN 2018

ANNEXE 6 CALCULS DE STABILITE TALREN

Données du projet

Numéro d'affaire : PRJ3934

Titre du calcul : Digue GAEC GARABRUN - Côté Amont

Lieu : REILLANNE (04)

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

yw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Sable silteux de fondation		18,0	30,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Remblais de la digue		19,0	25,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	$\Gamma\gamma$	Γc	$\Gamma \tan(\phi)$	Type de cohésion	Courbe
1	Sable silteux de fondation		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Remblais de la digue		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	391,000	2	20,000	391,500	3	38,200	400,600	4	43,200	400,600	5	57,500	393,500
7	100,000	394,000	8	57,000	392,500	9	20,500	390,500	10	32,000	393,000			

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2	
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7
9	9	2	10	8	10	11	10	9										

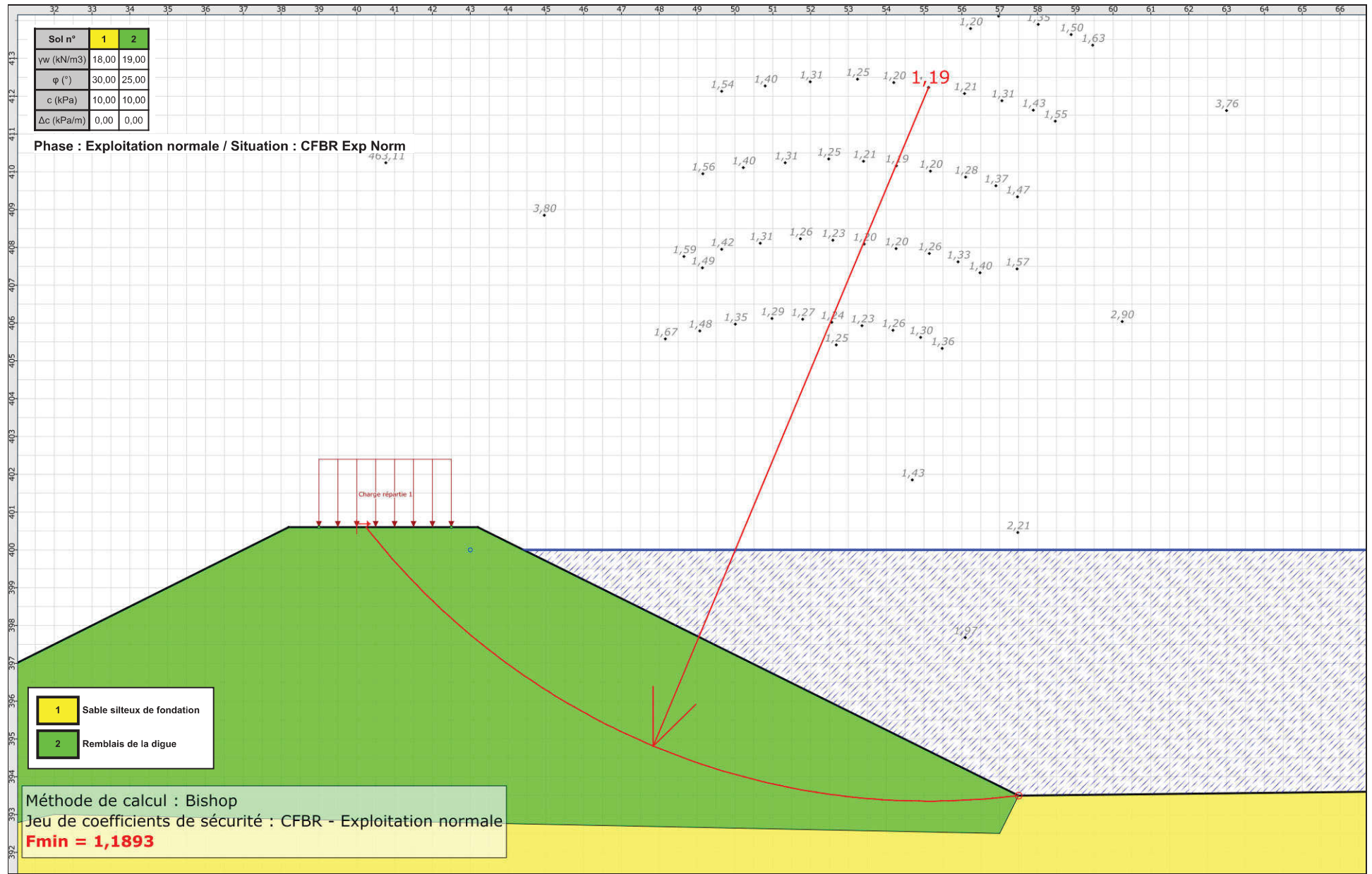
Surcharges réparties

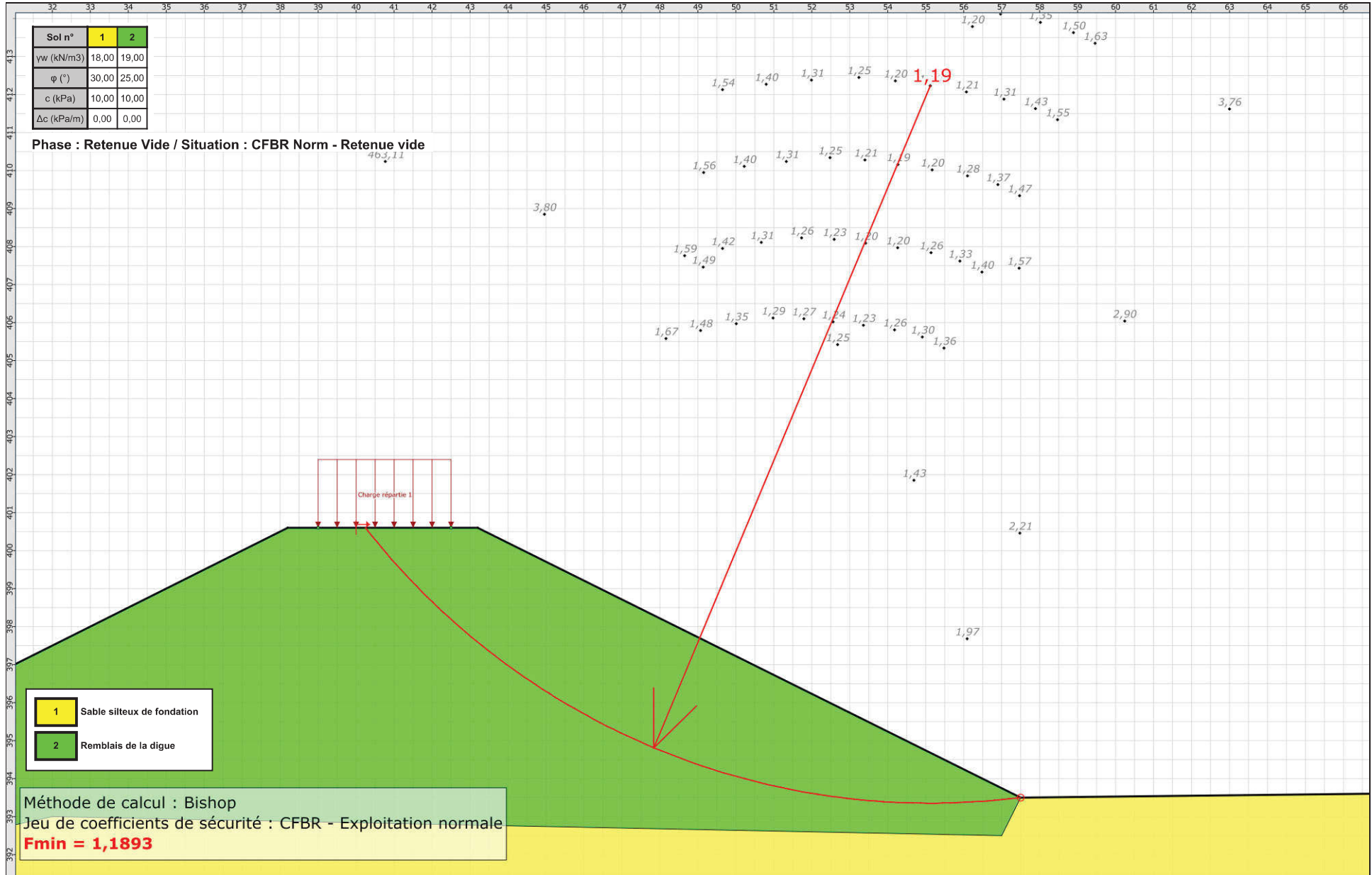
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	39,000	400,600	10,0	42,500	400,600	10,0	90,00

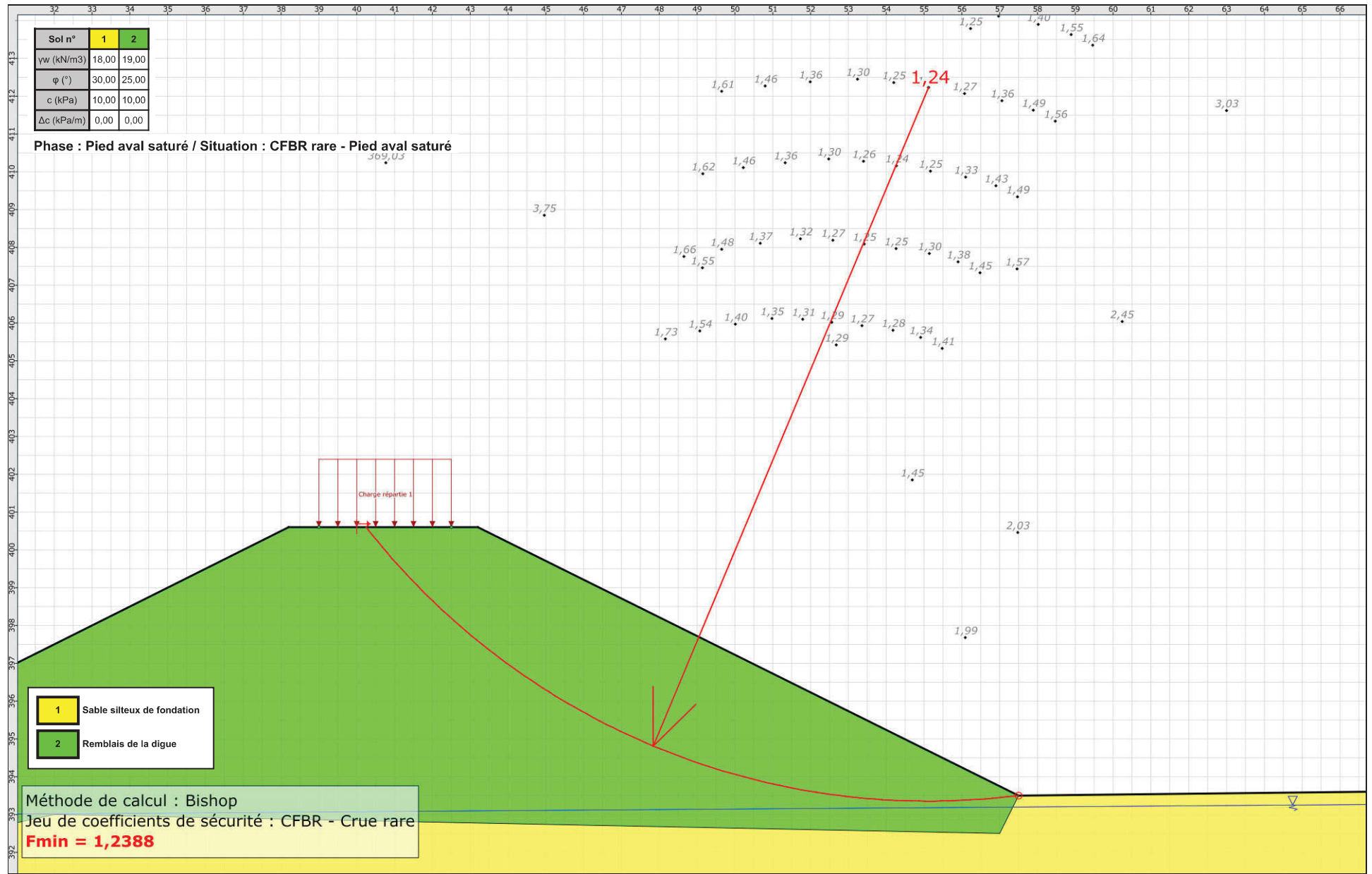


Talren v5
v5.2.5

Imprimé le : 4 juin 2018 15:36:52
Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Amont



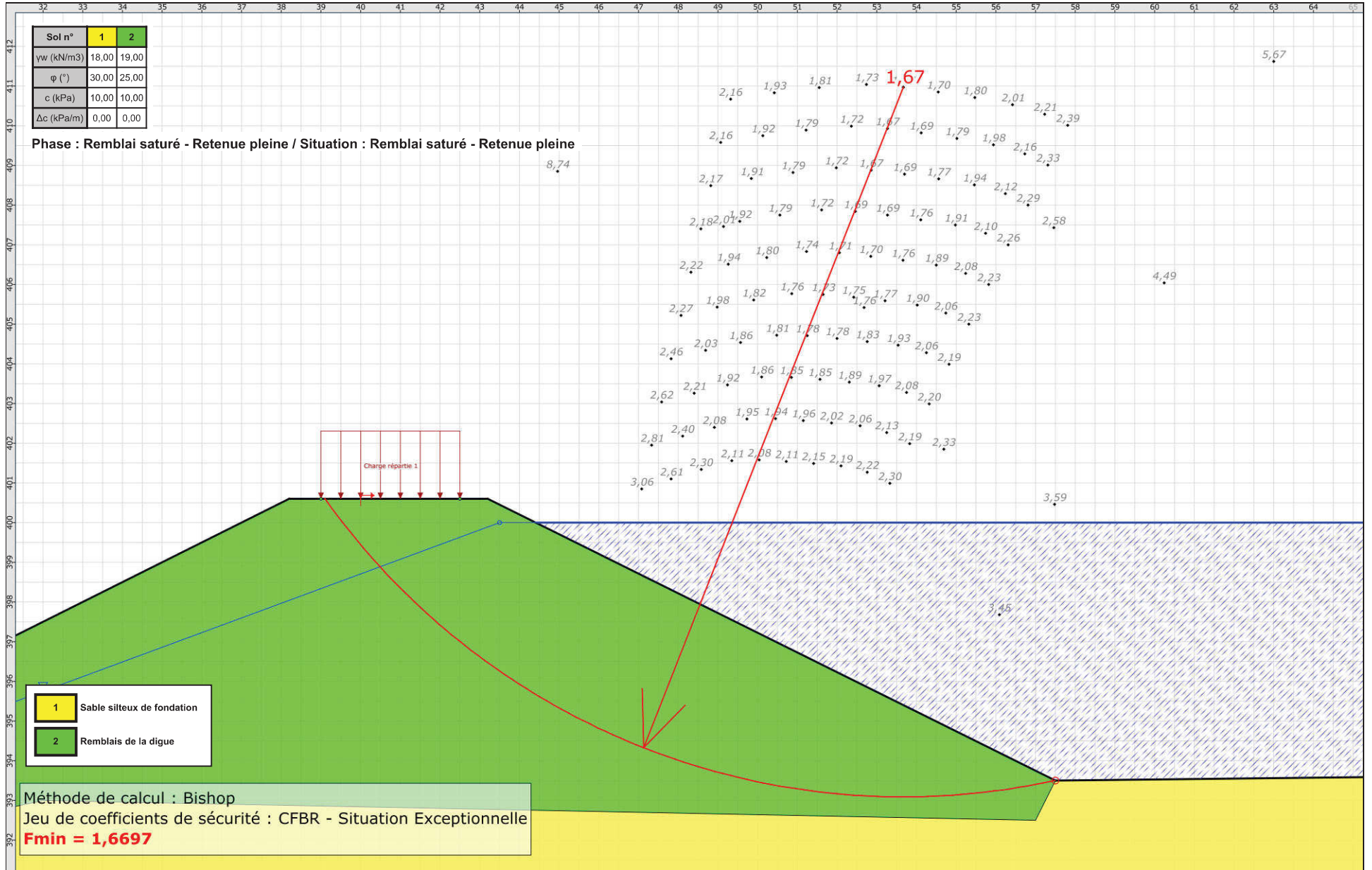


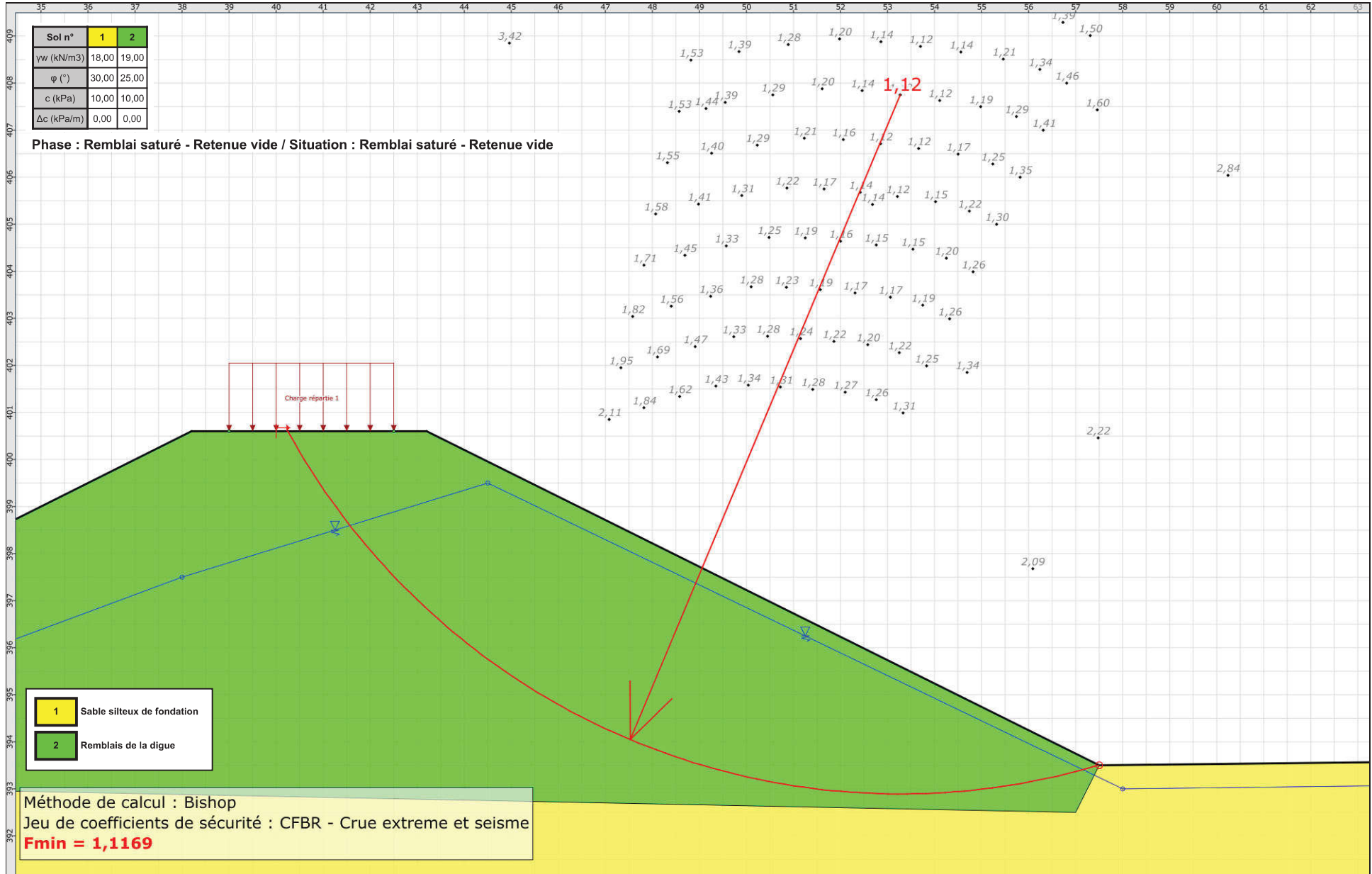


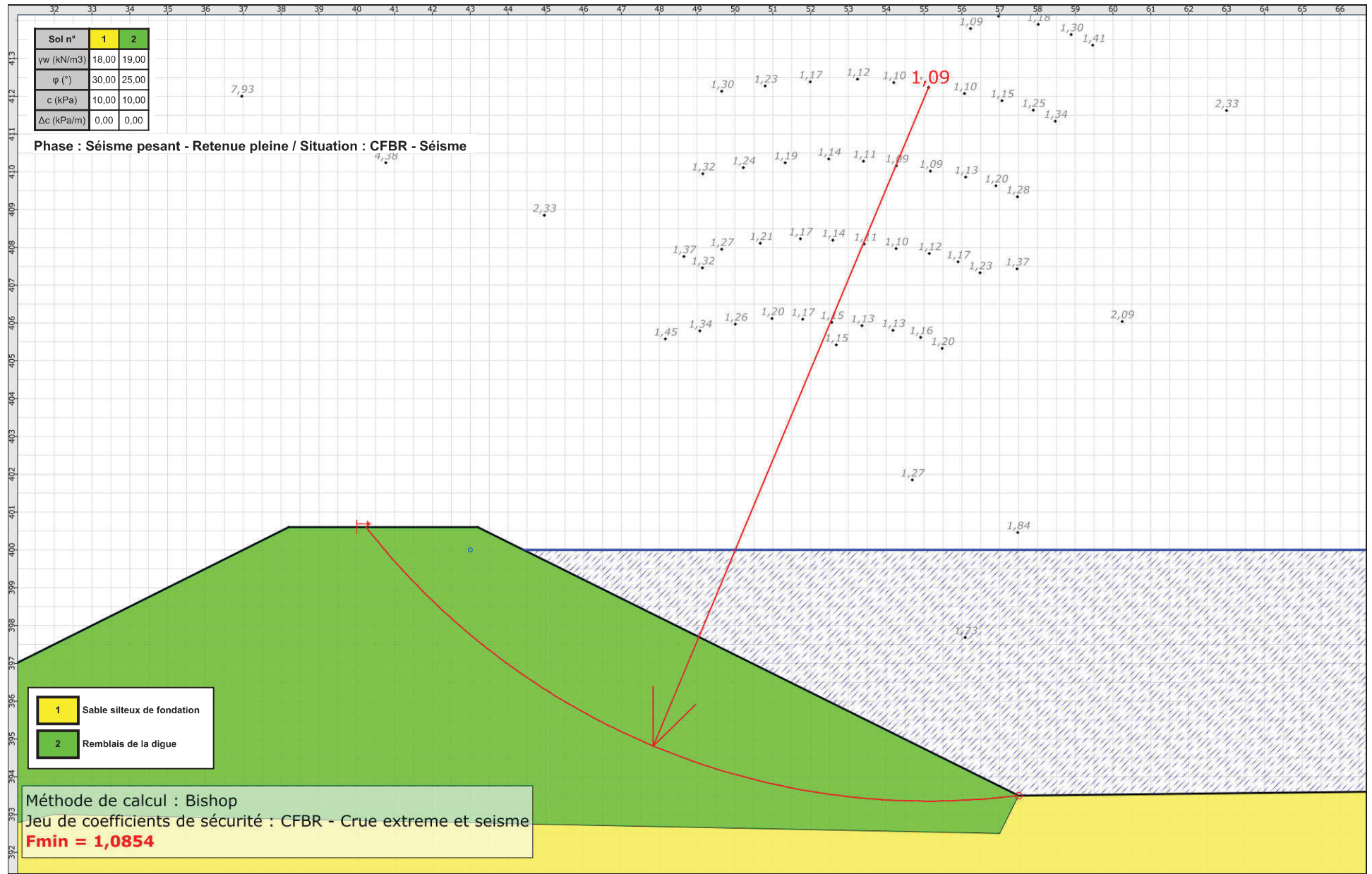
Talren v5
v5.2.5

Imprimé le : 4 juin 2018 15:36:52
Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE

Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Amont







Sol n°	1	2
γw (kN/m ³)	18,00	19,00
φ (°)	30,00	25,00
c (kPa)	10,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00

Phase : Séisme pesant - Retenue pleine / Situation : CFBR - Séisme

- 1 Sable silteux de fondation
- 2 Remblais de la digue

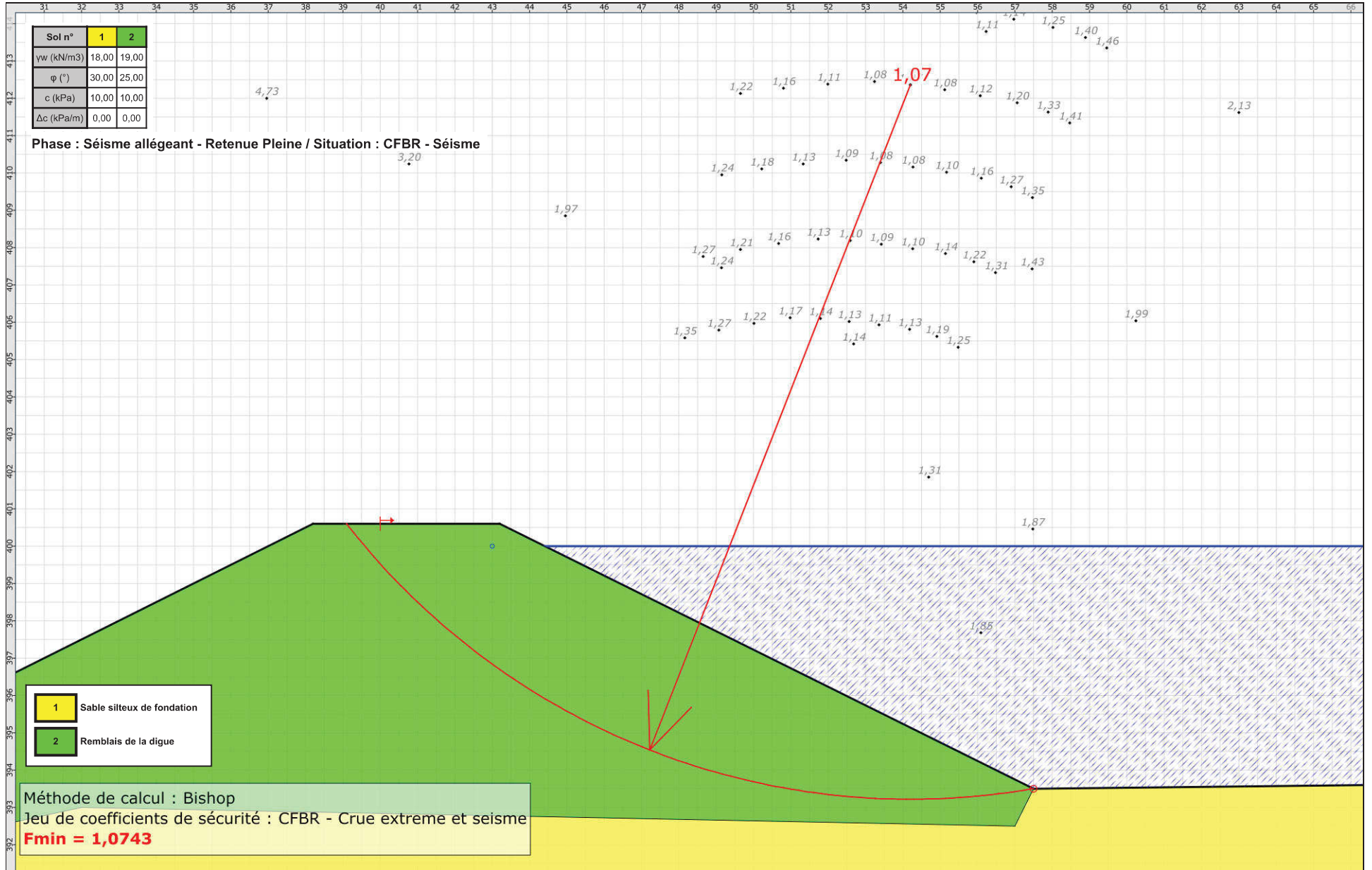
Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : CFBR - Crue extreme et seisme
Fmin = 1,0854

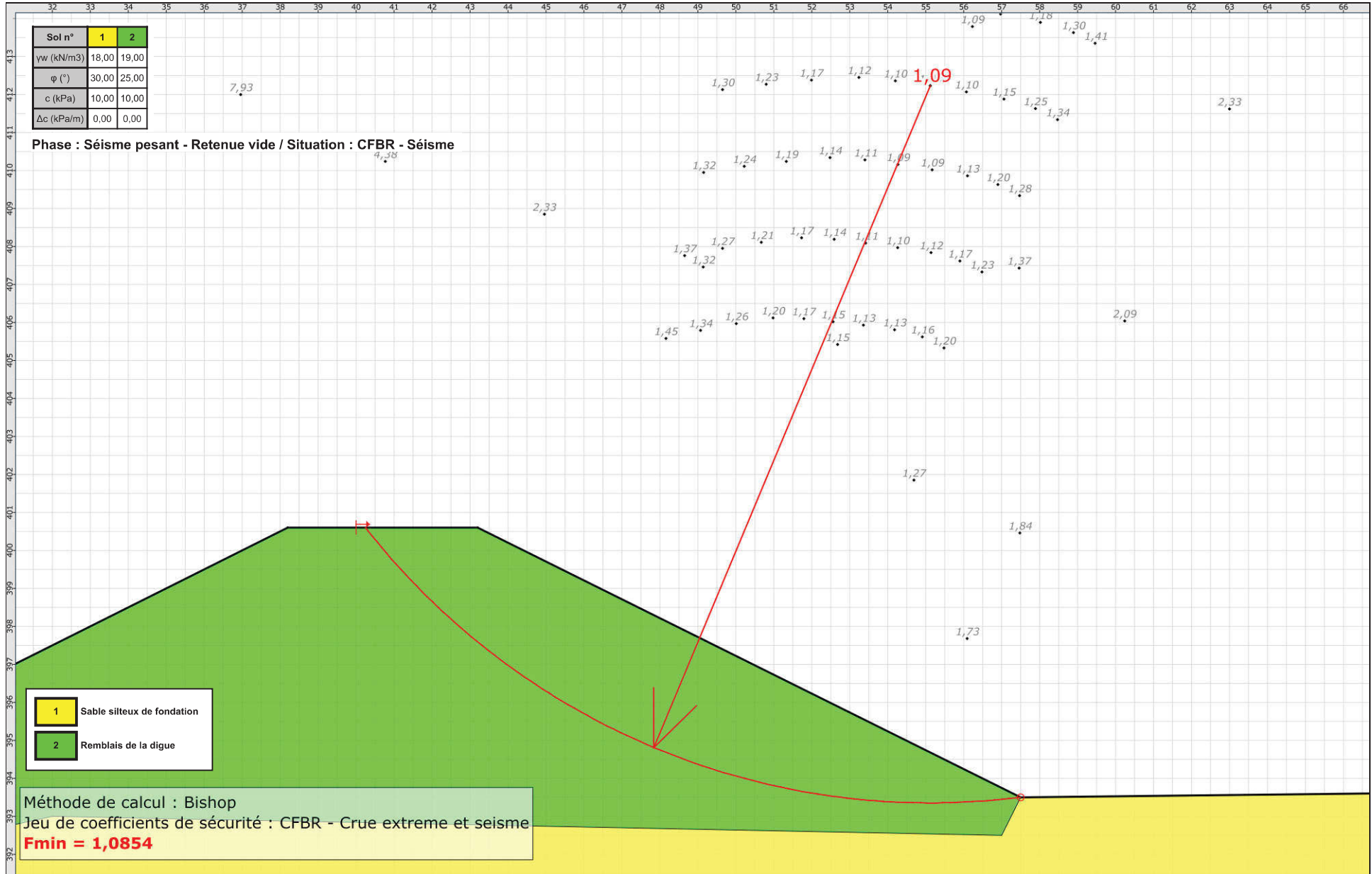


Talren v5
v5.2.5

Imprimé le : 4 juin 2018 15:36:53
 Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE

Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Amont

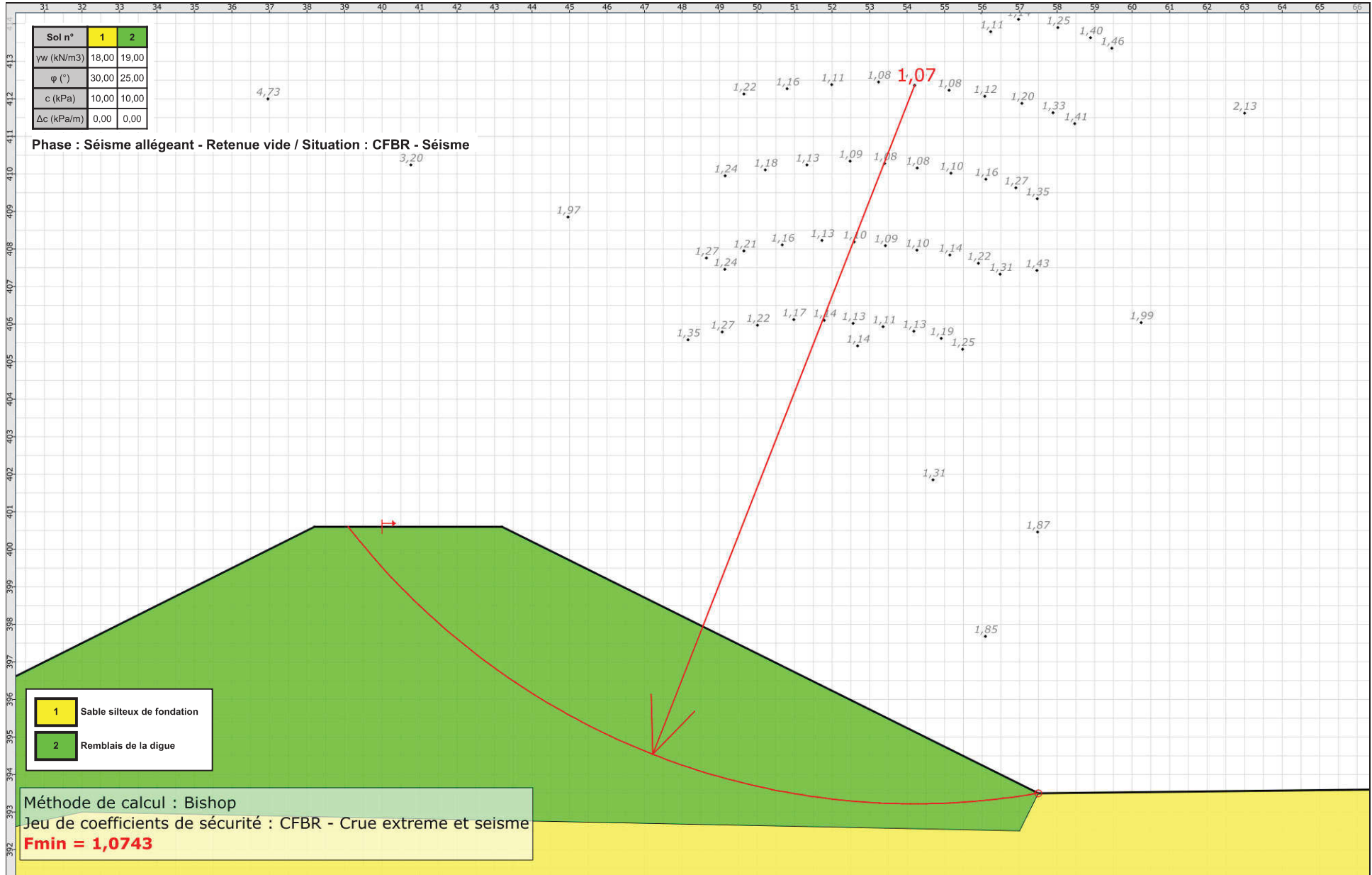




Talren v5
v5.2.5

Imprimé le : 4 juin 2018 15:36:53
Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE

Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Amont



Talren v5
v5.2.5

Imprimé le : 4 juin 2018 15:36:53
Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE

Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Amont

Données du projet

Numéro d'affaire : PRJ3934

Titre du calcul : Digue GAEC GARABRUN - Côté Aval

Lieu : REILLANNE (04)

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

yw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Sable silteux de fondation		18,0	30,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Remblais de la digue		19,0	25,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	$\Gamma\gamma$	Γc	$\Gamma \tan(\phi)$	Type de cohésion	Courbe
1	Sable silteux de fondation		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Remblais de la digue		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	-0,000	391,000	2	-20,000	391,500	3	-38,200	400,600	4	-43,200	400,600	5	-57,500	393,500
7	-100,000	394,000	8	-57,000	392,500	9	-20,500	390,500	10	-32,000	393,000			

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2	
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7
9	9	2	10	8	10	11	10	9										

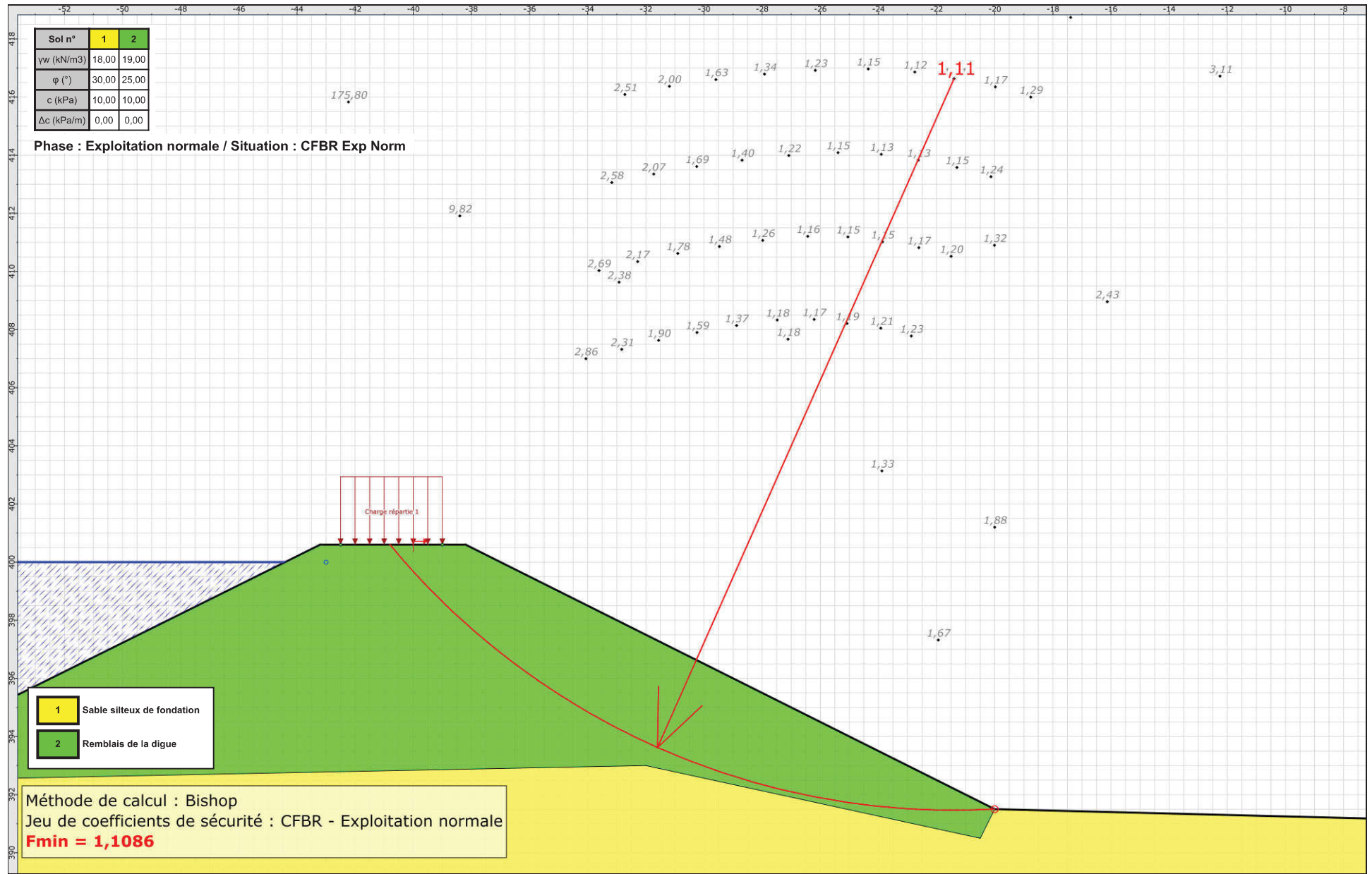
Surcharges réparties

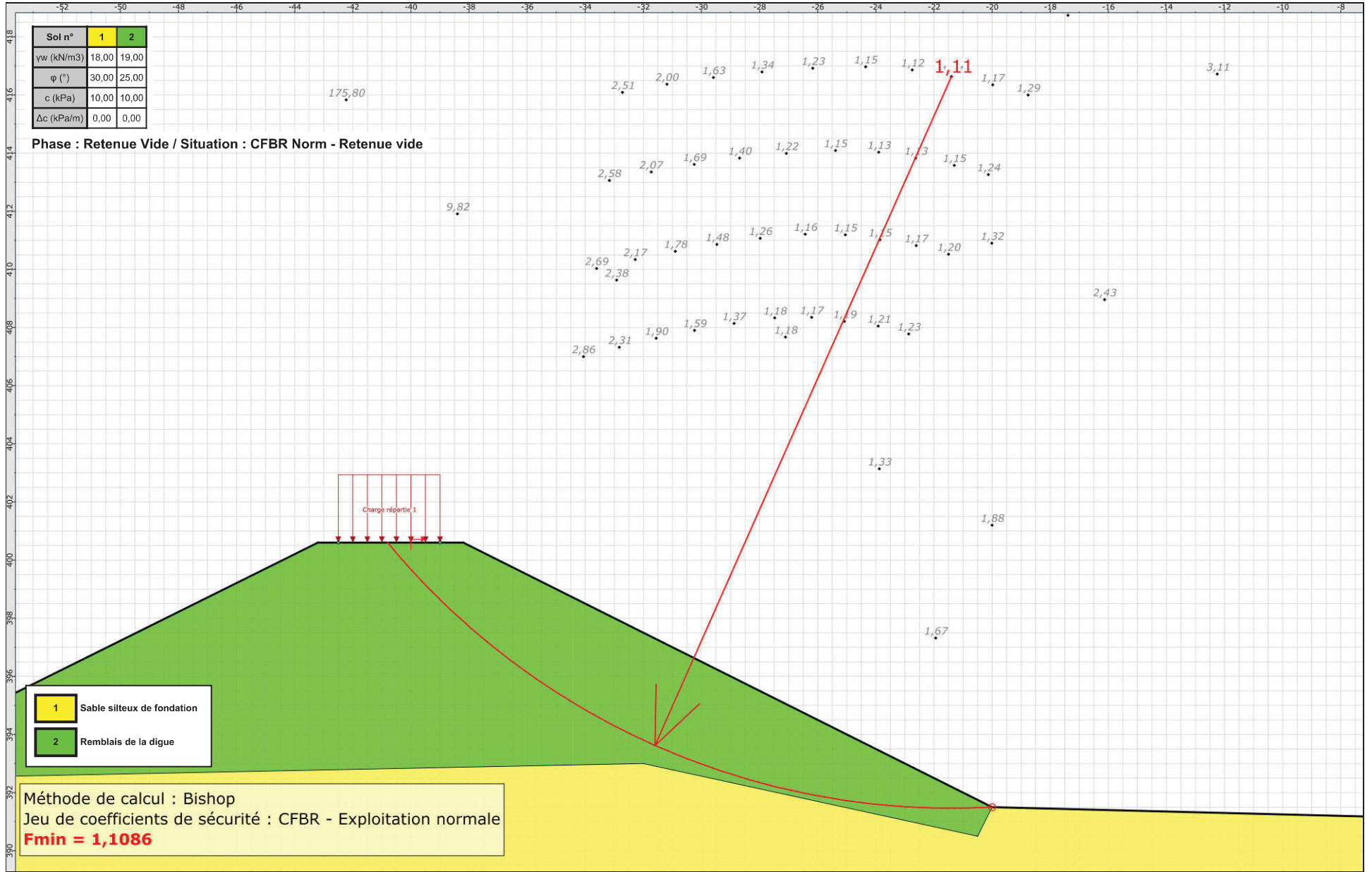
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	-42,500	400,600	10,0	-39,000	400,600	10,0	90,00



Talren v5
v5.2.5

Imprimé le : 4 juin 2018 15:38:20
Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Aval

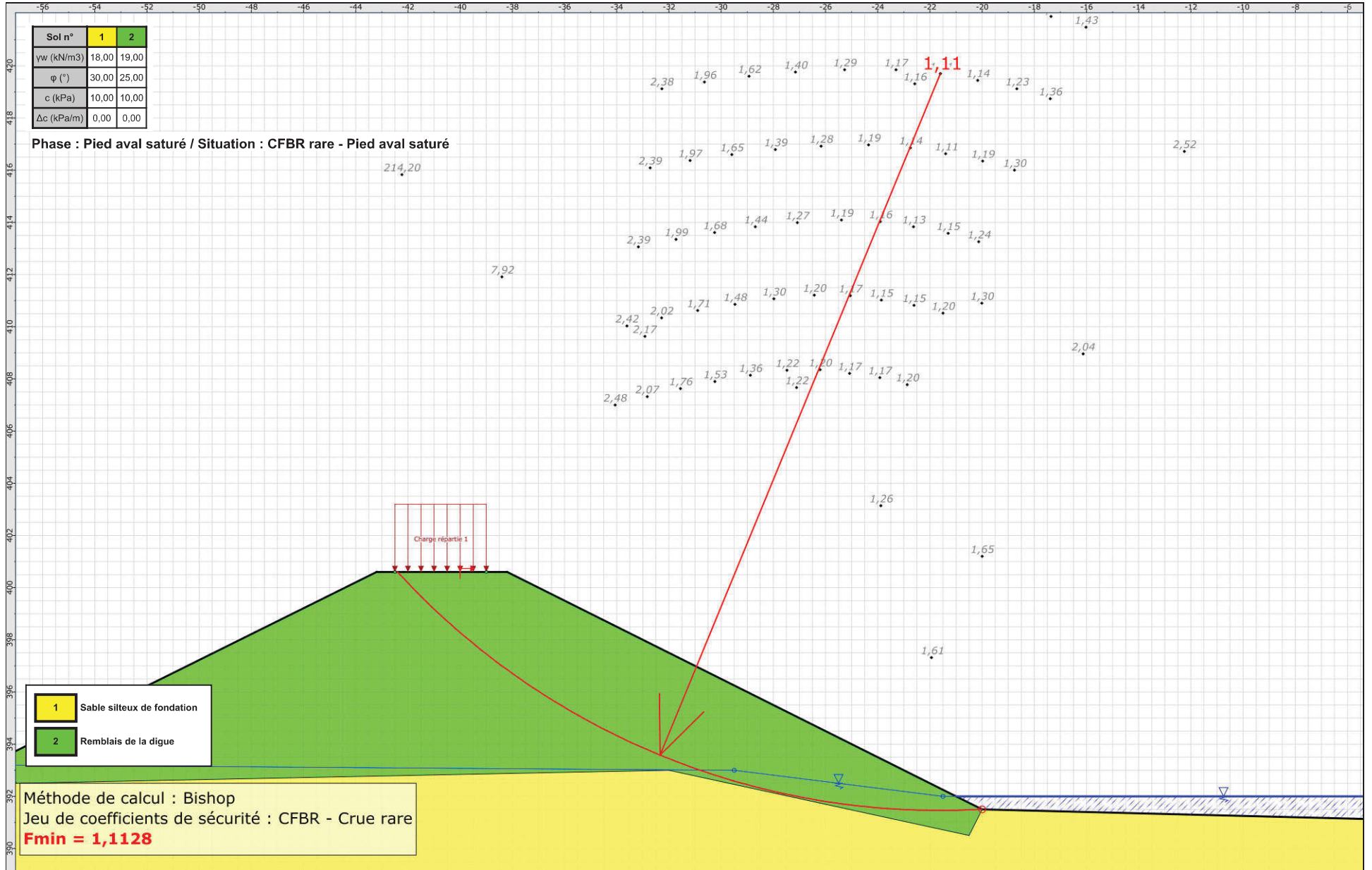




Talren v5
v5.2.5

Imprimé le : 4 juin 2018 15:38:20
 Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE

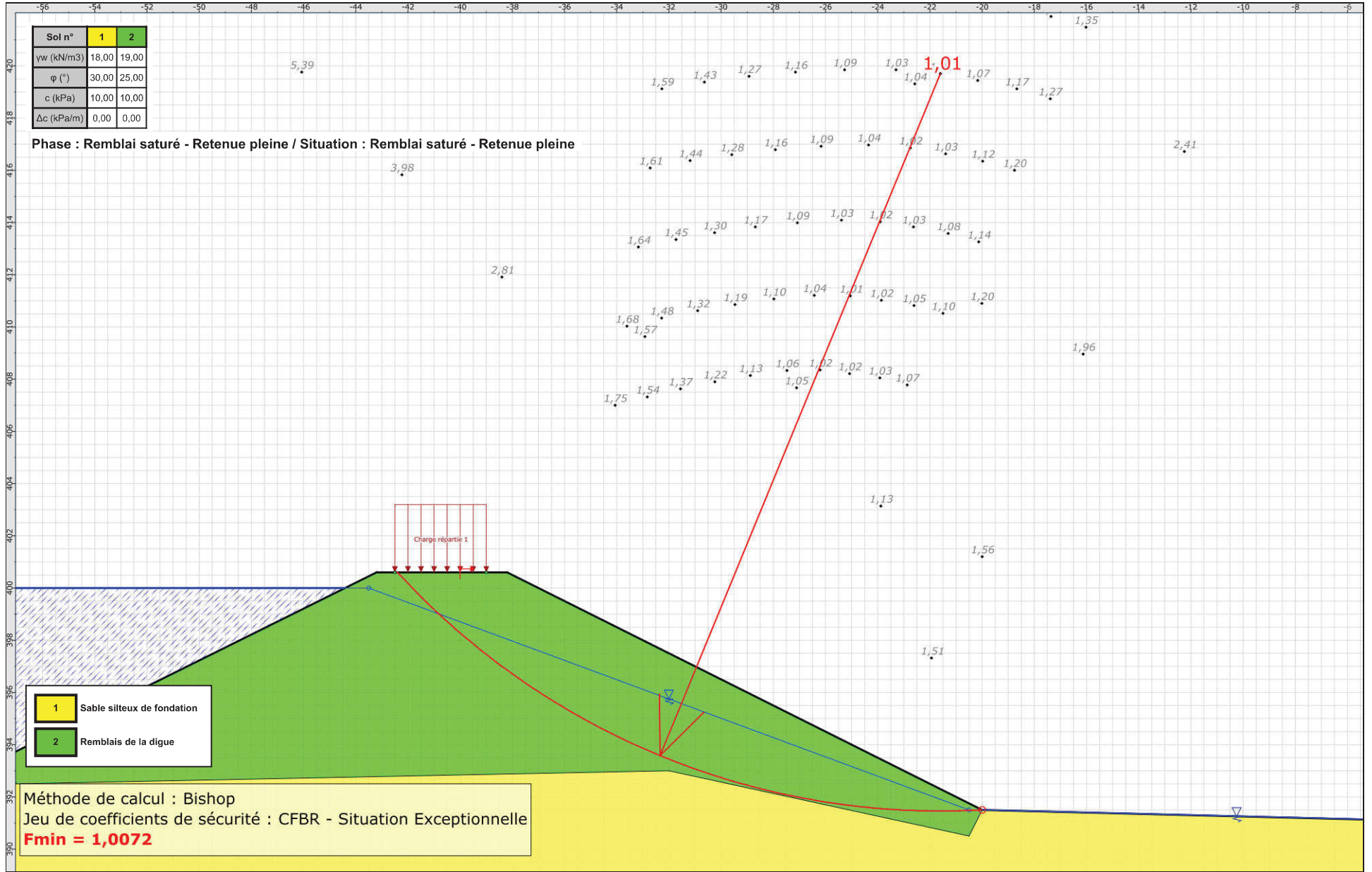
Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Aval

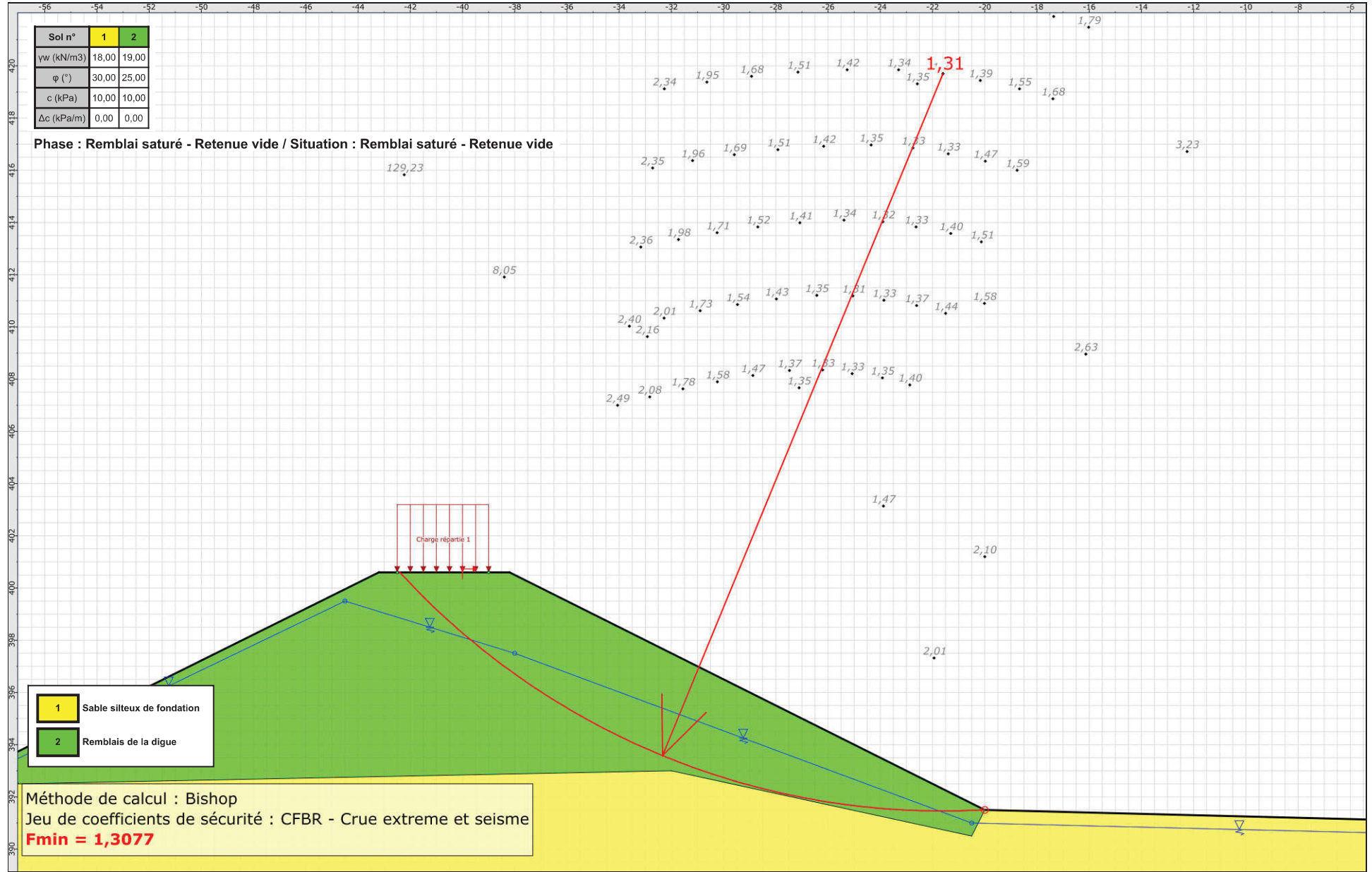


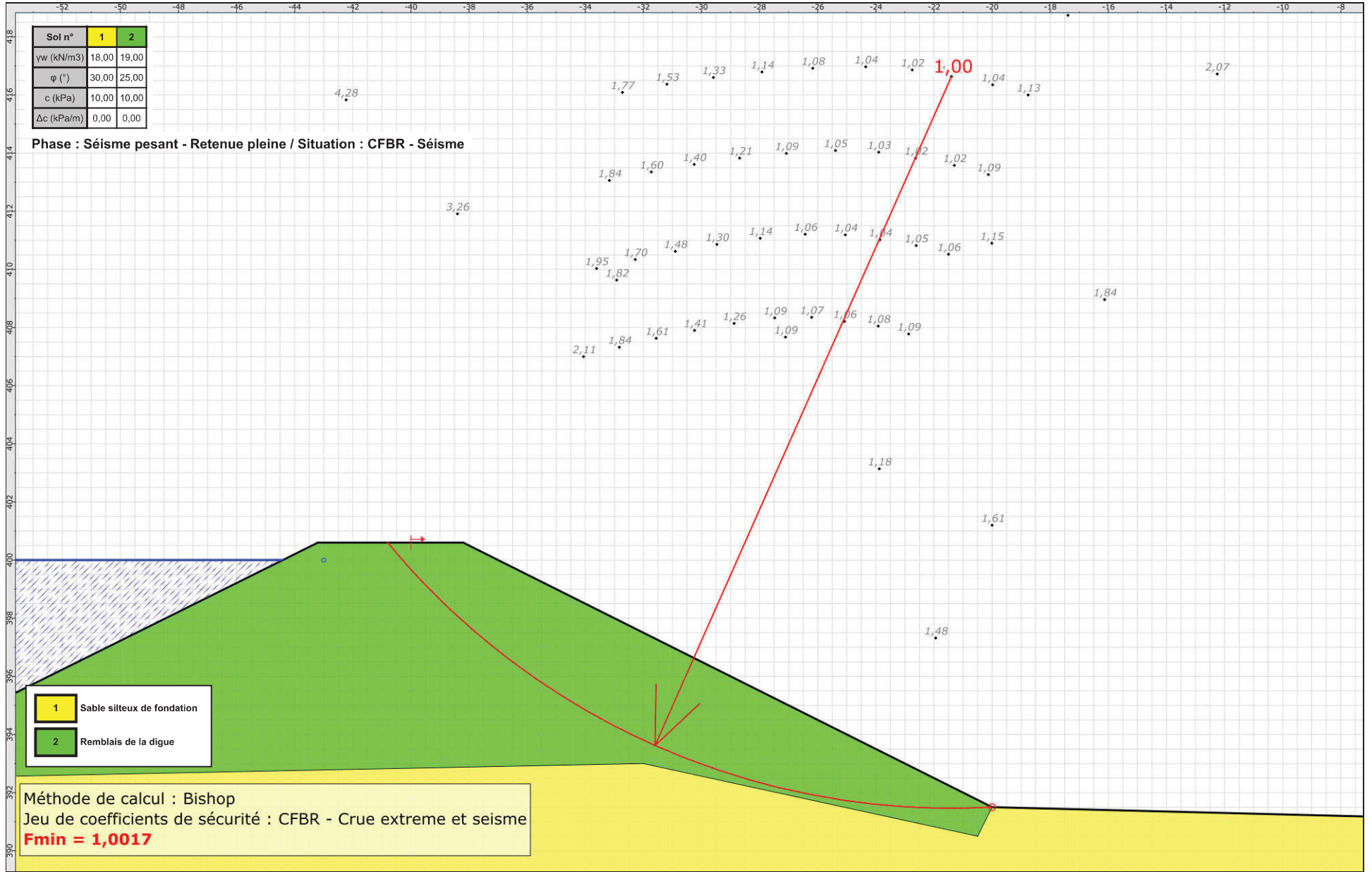
Talren v5
v5.2.5

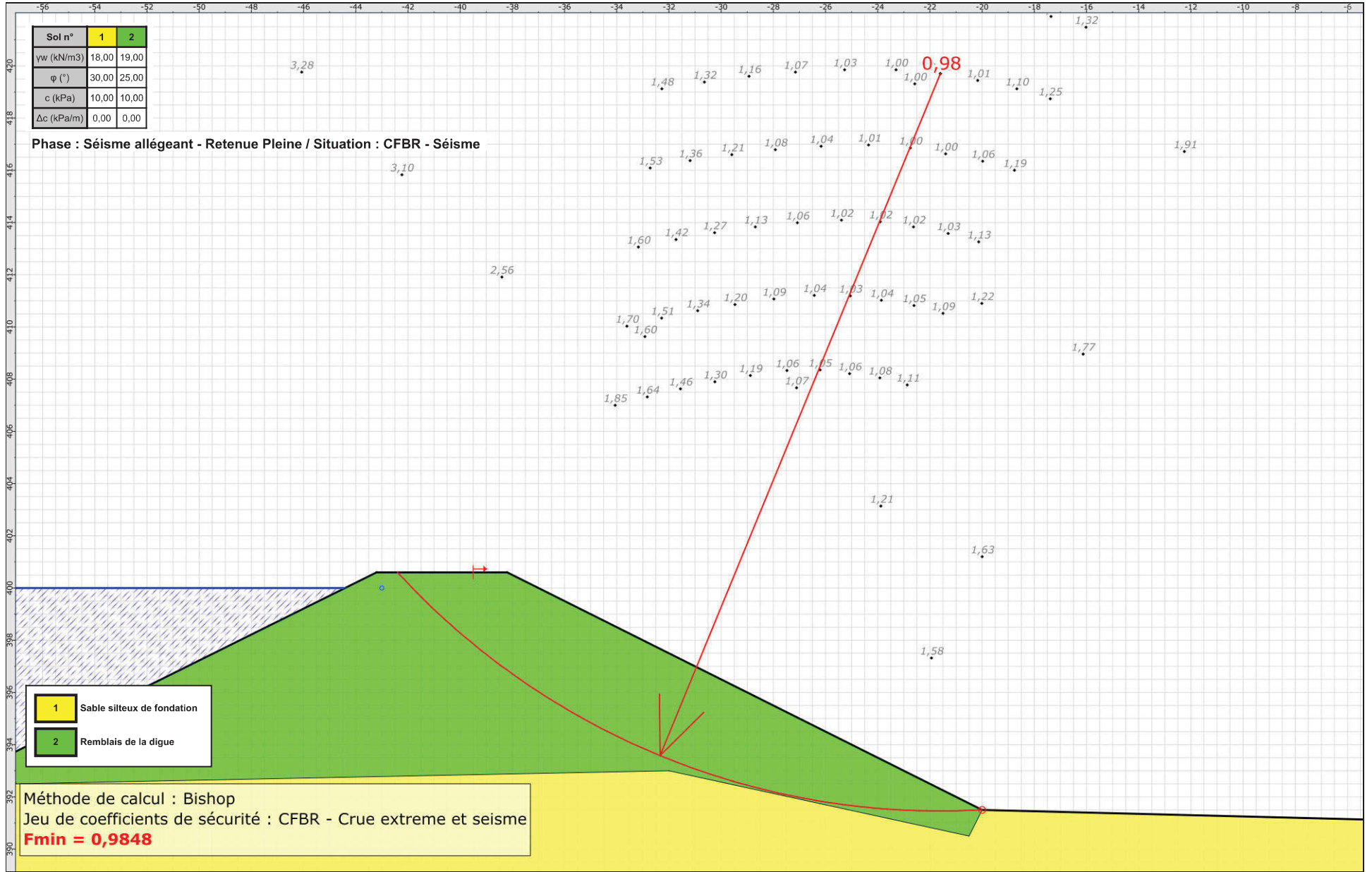
Imprimé le : 4 juin 2018 15:38:20
Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE

Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Aval





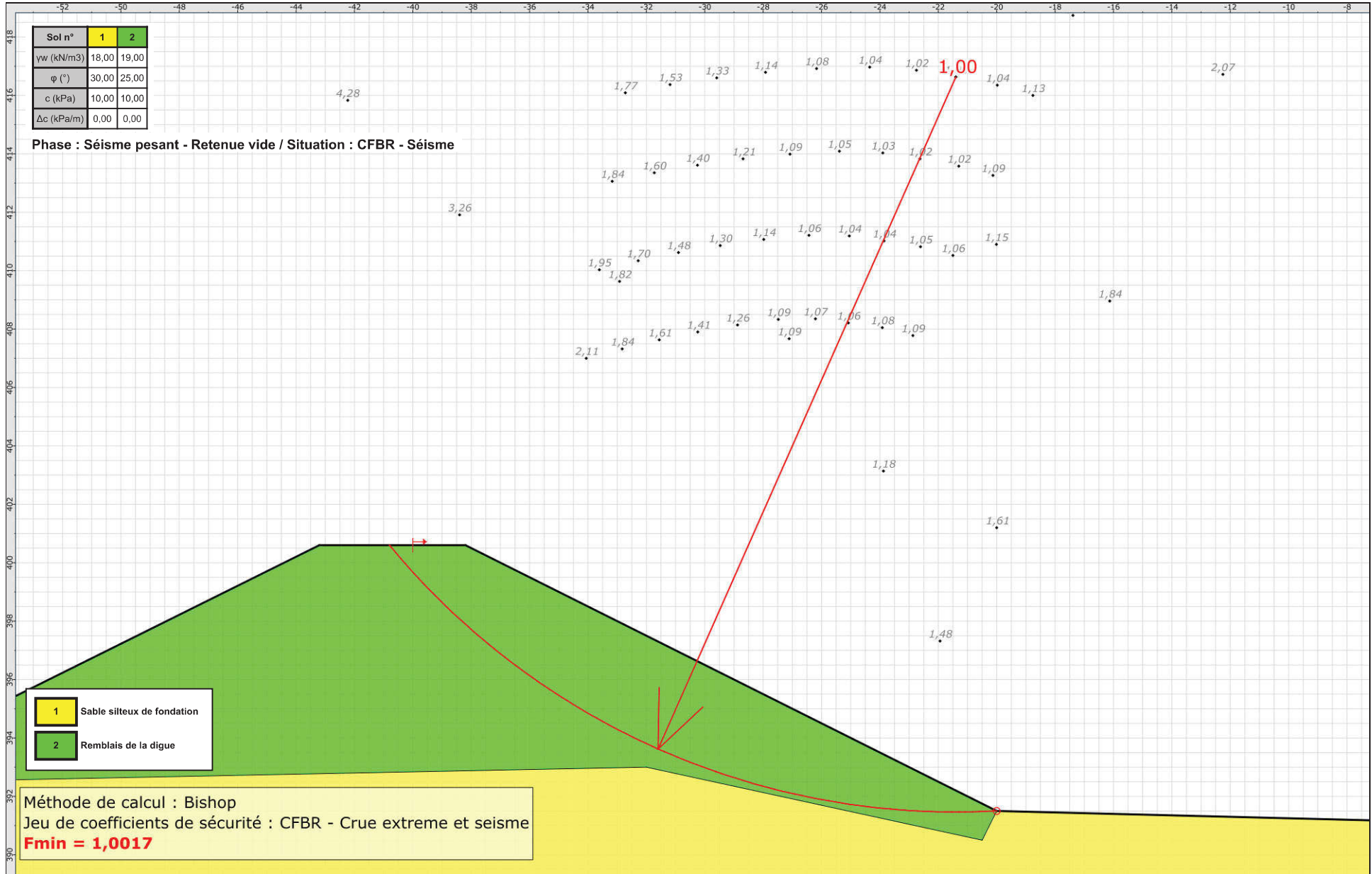




Talren v5
v5.2.5

Imprimé le : 4 juin 2018 15:38:21
 Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE

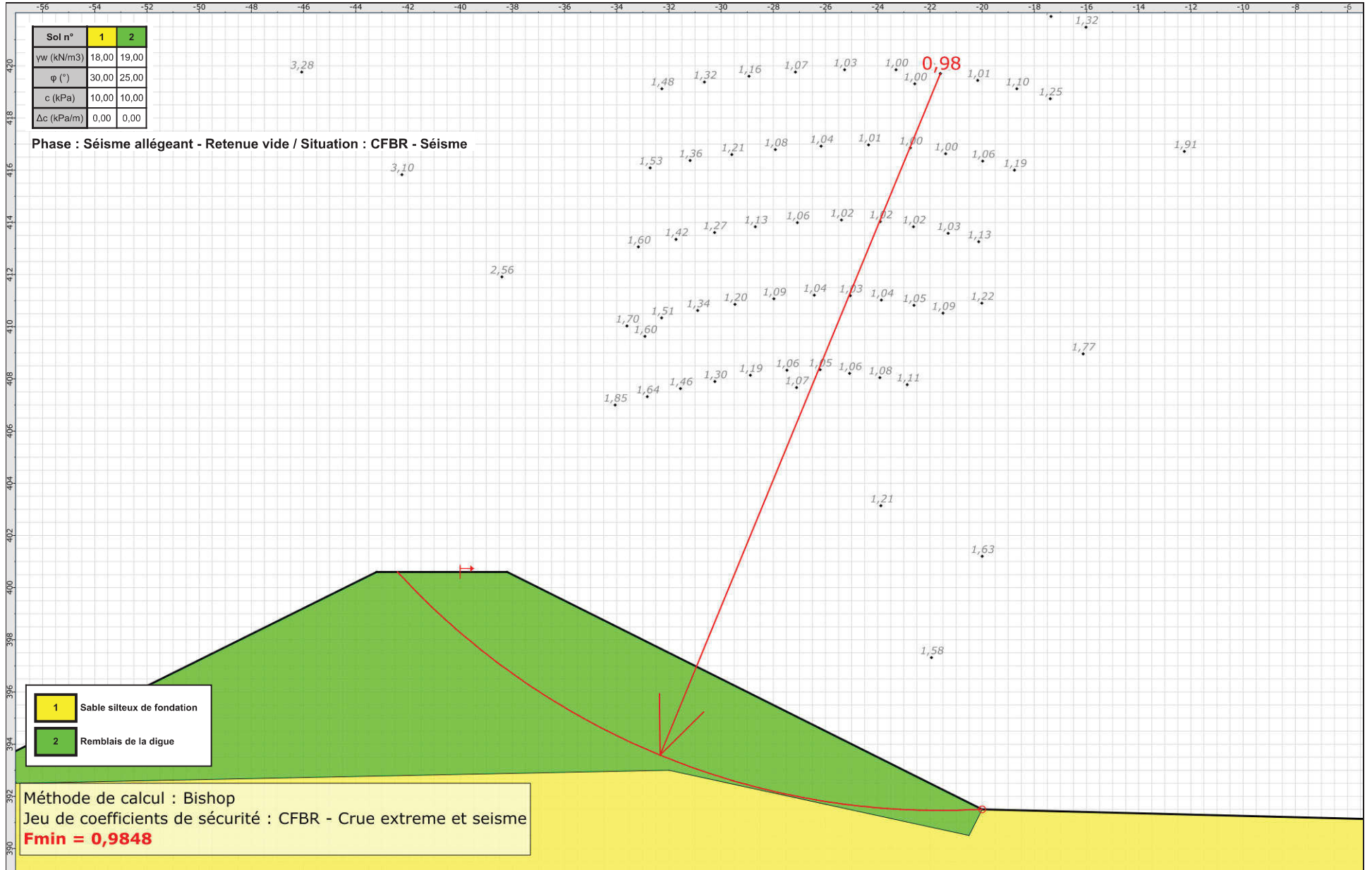
Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Aval



Talren v5
v5.2.5

Imprimé le : 4 juin 2018 15:38:21
 Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE

Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Aval



Talren v5
v5.2.5

Imprimé le : 4 juin 2018 15:38:21
 Calcul réalisé par : SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE

Projet : Digue GAEC GARABRUN - Côté Aval

ANNEXE 7 CALCULS DE LA SURVERSE

Opération : **Retenue GAEC GARABRUN**

22-05-2018

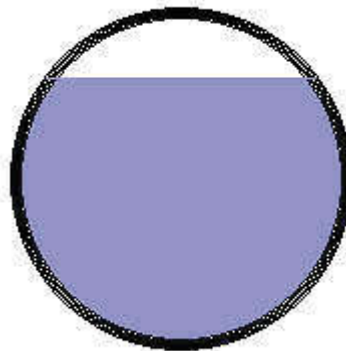
Région Sud III

Période de retour d'insuffisance : **100 ans****BASSIN VERSANT**

Superficie totale	18500 m²
Superficie imperméabilisée	12400 m²
Coefficient d'imperméabilisation	0.67
Pente du bassin	1.00 %
Longueur du bassin	180 m.
Débit brut	1.057 m³/s
Coefficient d'allongement	1.19
Débit corrigé	1.258 m³/s

TUYAU

Type	Béton
Coefficient de Bazin	0.30
Diamètre	500 mm.
Débit à évacuer	1.258 m³/s
Pente du tuyau	15.00 %
Pente motrice	15.00 %
Débit maximum	1.265 m³/s
Vitesse maximum	7.95 m/s
Vitesse à 10%	3.54 m/s
Hauteur d'eau	0.40 m.



Retour

Opération : **Retenue GAEC GARABRUN**

17-05-2018

Région Sud III

Période de retour d'insuffisance : **100 ans****BASSIN VERSANT**

Superficie totale	18500 m²
Superficie imperméabilisée	12400 m²
Coefficient d'imperméabilisation	0.67
Pente du bassin	1.00 %
Longueur du bassin	180 m.
Débit brut	1.057 m³/s
Coefficient d'allongement	1.19
Débit corrigé	1.258 m³/s

CANIVEAU

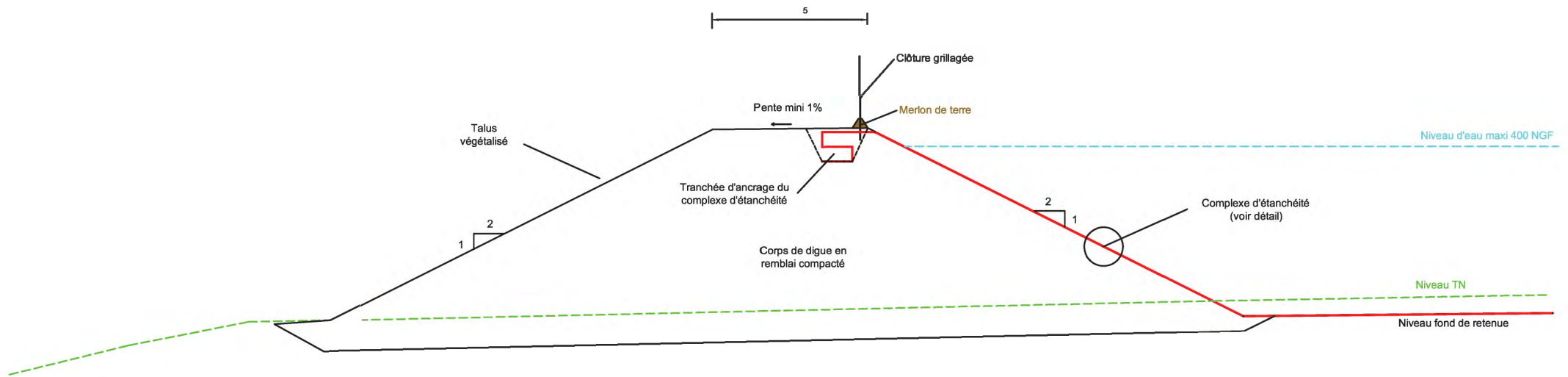
Type	Béton rectangulaire
Coefficient de Bazin	0.30
Largeur en haut	600 mm.
Largeur en bas	600 mm.
Hauteur	500 mm.
Débit à évacuer	1.258 m³/s
Pente du caniveau	20.00 %
Débit maximum	2.986 m³/s
Vitesse maximum	8.05 m/s
Vitesse à 10%	5.47 m/s
Hauteur d'eau	0.26 m.


[Retour](#)

ANNEXE 8 COUPES DE PRINCIPE DE LA DIGUE



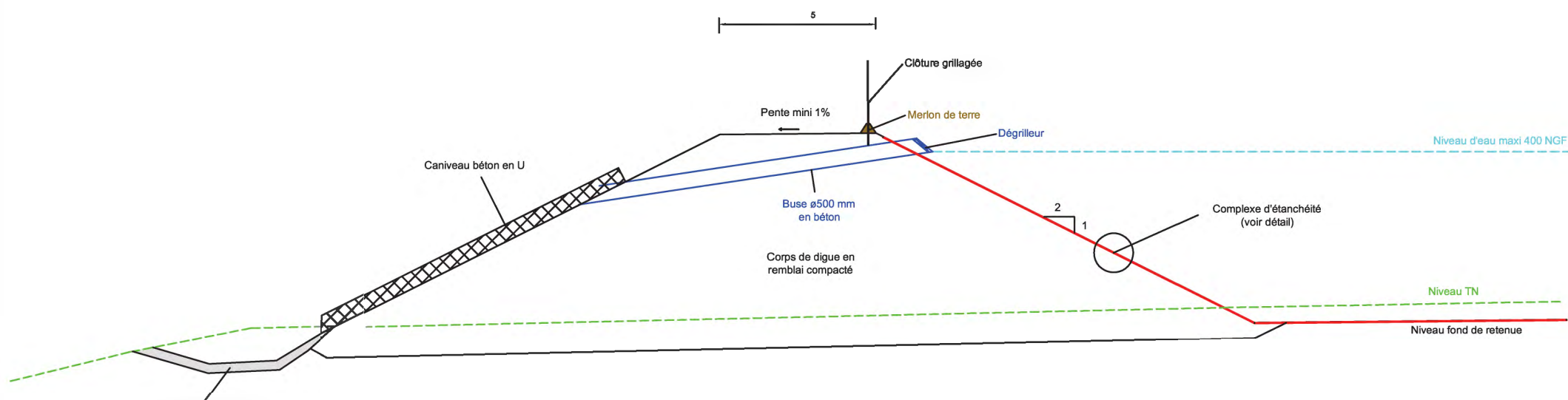
Coupe de principe en section courante de la digue



JUIN 2018



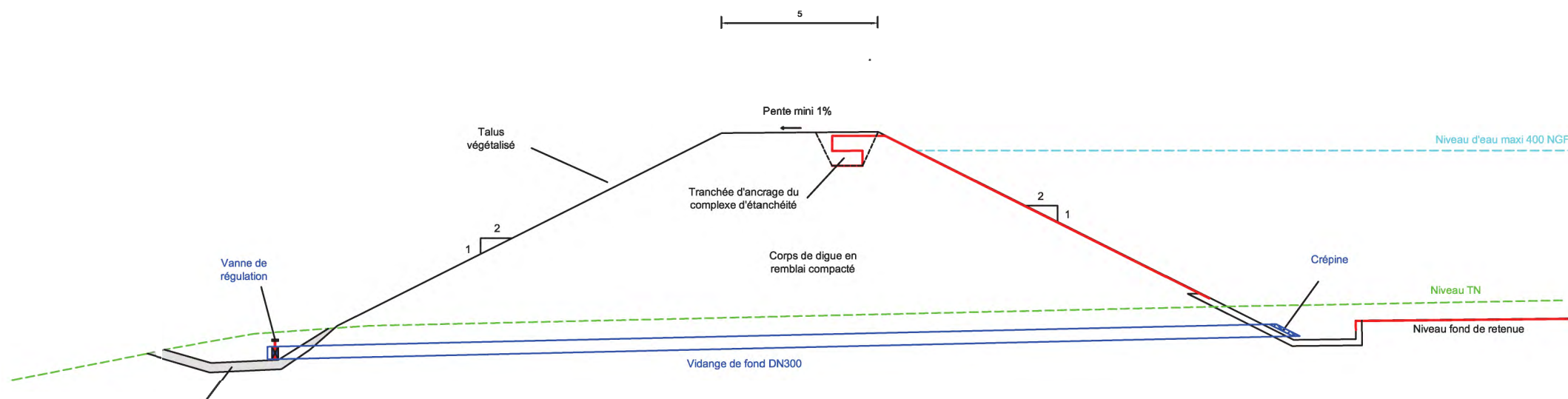
Coupe de principe au droit de la surverse



JUIN 2018



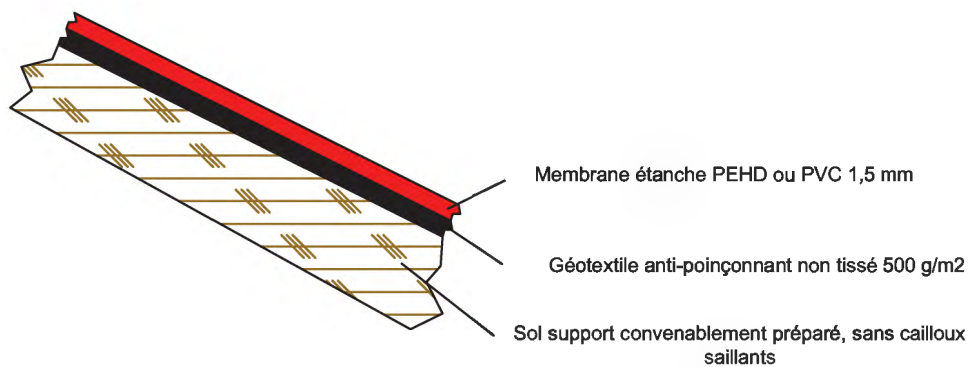
Coupe de principe au droit de la vidange de fond



JUIN 2018



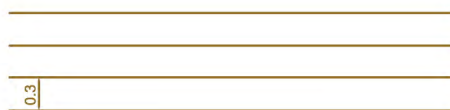
Détail du complexe d'étanchéité



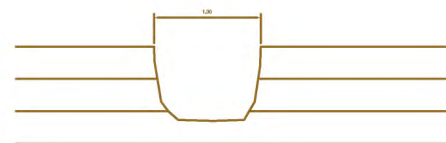
JUIN 2018



1 - Montage des couches de remblai



2 - Ouverture de la tranchée



3 - Pose et calage des conduites



4 - Enrobage au béton coulé à pleines fouilles et vibré

