BAKHTI SOFTWARE

CiviLab 2027

Manuel d'utilisation — Logiciel de laboratoire de génie civil et de géotechnique

Dr. Bakhti Rachid
Bakhti Software — www.bakhtisoftware.com

Version 7.1 — 2026-11-06

Sommaire

1. Présentation

1.1 À quoi sert CiviLab
1.2 La chaîne de travail type
1.3 Conventions de ce manuel

2. Installation et premier démarrage

2.1 Configuration requise
2.2 Activation de la licence
2.3 Choisir la langue de l’interface
2.4 Mises à jour

3. L’interface

3.1 Vue d’ensemble
3.2 Les onglets du ruban
3.3 L’explorateur de projet
3.4 La zone de dessin

4. Gestion des projets

4.1 Le projet CiviLab (.cvb)
4.2 Les données générales du projet
4.3 L’en-tête du laboratoire
4.4 Exporter et imprimer
4.5 Unités USA (système FPS)

5. Principe commun : données, localisation, feuilles, appareils

5.1 La fenêtre de données
5.2 Les informations et la localisation de l’essai
5.3 La fenêtre des feuilles
5.4 Les appareils
5.5 Afficher, lire et sortir le rapport
5.6 Importer et exporter les mesures (Excel / CSV)

6. Mise en page : calques, textes et dessin

6.1 Les calques
6.2 Les textes
7.1 Objet
7.2 Saisie du log (modèles A et B)
7.3 Log de sondage en colonnes (Temp2)
7.4 La feuille
7.5 Coupe géotechnique (profil en long)

8. Pénétromètre dynamique (DPT)

8.1 Objet et normes
8.2 Déclarer le pénétromètre (Appareils)
8.3 Saisie et calcul
8.4 La feuille

9. Essai pressiométrique Ménard

9.1 Objet et normes
9.2 La sonde

9.3 Les étalonnages
9.4 Saisie d’un essai (Courbes)
9.5 Le profil pressiométrique
9.6 Les feuilles

10. Pénétromètre statique (CPT / CPTu)

10.1 Objet et normes
10.2 Saisie et calcul
10.3 La feuille

11. Essai de pénétration standard (SPT)

11.1 Objet et normes
11.2 Saisie
11.3 Calcul
11.4 La feuille

12. Analyse granulométrique

12.1 Objet et normes
12.2 Les tamis (Appareils)
12.3 Saisie du tamisage
12.4 La sédimentométrie
12.5 Les fuseaux granulométriques
12.6 La feuille

13. Limites d’Atterberg

13.1 Objet et normes
13.2 Saisie
13.3 La feuille

14. Équivalent de sable

14.1 Objet et normes
14.2 Saisie et calcul
14.3 La feuille

15. Micro-Deval

15.1 Objet et normes
15.2 Saisie et calcul

16. Los Angeles

16.1 Objet et normes
16.2 Saisie et calcul

17. Essai Proctor

17.1 Objet et normes
17.2 Saisie
17.3 Calcul
17.4 La feuille

18. Essai CBR

18.1 Objet et normes
18.2 Saisie d’un essai
18.3 L’étude CBR sur un groupe d’essais (Groupe)
18.4 Les feuilles

19. Cisaillement direct

19.1 Objet et normes
19.2 Saisie
19.3 Calcul
19.4 La feuille

20. Essai triaxial

20.1 Objet et normes
20.2 Saisie
20.3 Calcul
20.4 La feuille

21. Essai œdométrique

21.1 Objet et normes
21.2 Saisie
21.3 Calcul
21.4 La feuille

22. Formulation du béton

22.1 Principe
22.2 Méthode de Dreux-Gorisse
22.3 Méthode de Bolomey
22.4 Méthode de Faury
22.5 Méthode ACI (ACI 211.1)
22.6 Les feuilles de formulation

23. Compression du béton

23.1 Objet et normes
23.2 Saisie
23.3 Calcul et feuille

24. Auscultation ultrasonique

24.1 Objet et normes
24.2 Saisie et calcul

25. Scléromètre

25.1 Objet et normes
25.2 Saisie et calcul

26. Méthode combinée (SonReb)

26.1 Objet
26.2 Saisie et calcul

27. Essais routiers

27.1 Extraction de bitume (Kumagawa)
27.2 Masse volumique apparente des éprouvettes bitumineuses
27.3 Compacité en place

28. Capacité portante des fondations superficielles

28.1 Principe commun
28.2 Méthode c-φ (essais de laboratoire)
28.3 Méthode pressiométrique
28.4 Méthode du pénétromètre dynamique
28.5 Méthode du pénétromètre statique (CPT)
28.6 Méthode SPT

29. Tassement des fondations superficielles

29.1 Tassement à partir de l’essai œdométrique
29.2 Tassement pressiométrique
29.3 Tassement par élasticité linéaire

30. Module de réaction

30.1 Principe
30.2 Saisie

31. Stabilité des talus

31.1 Objet et normes
31.2 Saisie
31.3 La feuille
31.4 Validation

32. Nourin

33. Messages fréquents

34. Assistance

35. Validation

35.1 Démarche et catégories
35.2 Stabilité des talus — cas publiés
35.3 Tableau de validation de tous les essais
35.4 Vérification à la main (catégorie C)
35.5 Corrections et points ouverts
35.6 Références

1. Présentation

1.1 À quoi sert CiviLab

CiviLab 2027 est un logiciel de laboratoire de génie civil et de géotechnique développé par le **Dr. Bakhti Rachid** et édité par **Bakhti Software**. Il réunit dans un seul projet la saisie, le calcul, la vérification et la mise en page de tous les essais d'une étude, du chantier au bureau :

Famille	Essais et calculs	Chapitre
Essais in situ	Log de sondage (modèles A et B), pénétromètre dynamique (DPT), essai pressiométrique Ménard (courbes, étalonnages, profils), pénétromètre statique (CPT / CPTu), essai SPT	7 à 11
Essais de laboratoire	Analyse granulométrique (tamisage et sédimentométrie), limites d'Atterberg, équivalent de sable, Micro-Deval, Los Angeles	12 à 16
Essais mécaniques	Proctor, CBR (essai et groupe d'essais), cisaillement direct, essai triaxial, essai œdométrique	17 à 21
Béton	Formulation Dreux-Gorisse, Bolomey, Faury et ACI 211.1 ; compression ; auscultation ultrasonique ; scléromètre ; méthode combinée SonReb	22 à 26
Routes	Extraction de bitume (Kumagawa), masse volumique apparente des éprouvettes bitumineuses, compacité en place	27
Fondations	Capacité portante (c-φ, pressiomètre, DPT, CPT, SPT), tassement (œdomètre, pressiomètre, élasticité linéaire), module de réaction	28 à 30
Stabilité	Stabilité des talus (Bishop, Spencer, Morgenstern-Price ; séisme RPA 2024 ; NF P 94-270)	31
Nourin	Agent géotechnique : vérification, interprétation, calculs de fondation, rapports	31

Chaque essai produit une **feuille** (procès-verbal) mise en page au format A4, avec l'en-tête du laboratoire, les données du projet, les graphiques, les tableaux de résultats et la norme appliquée, prête à imprimer ou à exporter en PDF.

1.2 La chaîne de travail type

Étape	Où	Ce que l'on fait	Résultat
1	**Fichier > Nouveau projet**	Créer le projet et saisir ses **données générales** (client, lieu, zones, unités)	Projet `.cvb`
2	**Fichier > Entête**	Importer l'en-tête du laboratoire (image 685 x 135 px)	En-tête sur toutes les feuilles
3	Boutons **Appareils**	Déclarer le matériel : tamis, pénétromètres, sondes pressiométriques, étalonnages	Appareils réutilisables
4	**Onglet de l'essai > Données**	Saisir les mesures de chaque essai, le localiser sur la carte	Essais calculés
5	**Onglet de l'essai > Feuilles**	Créer la feuille de l'essai	Procès-verbal mis en page
6	**Capacité portante**, **Tassement**	Calculer les fondations à partir des essais	Notes de calcul
7	**Nourin**	Vérifier, interpréter, rédiger les rapports	Interprétations et rapports Word
8	**Accueil > Sorties**	Sommaire, export PDF / PNG, impression	Dossier d'essais

> **Astuce :** les objets dépendent les uns des autres : une feuille s'appuie sur un essai, un essai pressiométrique sur des étalonnages, un profil sur des essais, une note de capacité portante sur un profil. CiviLab refuse donc de supprimer un élément utilisé ailleurs (par exemple « Impossible de supprimer cet essai : Essai déjà utilisé dans une feuille »). Supprimez les objets dans l'ordre inverse de leur création.

1.3 Conventions de ce manuel

- Les libellés de l'interface sont écrits **en gras**, tels qu'ils apparaissent dans la version française.

- Un chemin de commande s’écrit **Onglet > Groupe > Bouton** ; par exemple **Essais in-situ > Essai pressiométrique > Profils**.
- Les encadrés **Astuce**, **Attention** et **Remarque** signalent un conseil, un risque d’erreur ou une précision.
- Les unités indiquées sont celles du système **SI** ; en système **FPS**, CiviLab affiche automatiquement les unités impériales correspondantes (ft, in, lb, psi, pcf).
- Les captures d’écran proviennent de CiviLab 2027 ; selon la version, quelques détails de présentation peuvent différer.

2. Installation et premier démarrage

2.1 Configuration requise

- Windows 10 ou Windows 11, 64 bits.
- .NET 8 Desktop Runtime (installé avec CiviLab).
- Écran de 1366 × 768 au minimum ; 1920 × 1080 recommandé.
- Une connexion Internet pour l'activation de la licence, la vérification des mises à jour, les cartes de localisation et Nourin.

2.2 Activation de la licence

Au premier démarrage, CiviLab demande votre **Numéro de série** :

1. Saisissez le **Numéro de série** reçu à l'achat, puis le nom du **Labo/Entreprise** qui apparaîtra sur les feuilles.
2. Cliquez sur **Activer**. Le message « Activation réussie, redémarrez CiviLab » confirme l'activation.
3. Redémarrez CiviLab.

Sans connexion Internet, utilisez **Activation hors ligne** : CiviLab crée un fichier **Demande d'activation** à nous envoyer ; nous vous retournons un fichier **Réponses d'activation** à charger dans la même fenêtre.

Message	Signification
Activation échoué, vérifiez votre numero de série	Numéro de série incorrect ou déjà utilisé sur un autre poste
Impossible de vérifier votre licence, veuillez vous assurer que vous êtes connecté.	Pas de connexion au serveur de licences
Votre abonnement sera expiré après ... jour(s)	L'échéance approche : pensez à renouveler
Votre licence a expiré. Veuillez nous contacter pour la renouveler.	La licence n'est plus valide

> **Remarque : A propos...** affiche la version de CiviLab, la licence accordée et sa date de validité.

2.3 Choisir la langue de l'interface

CiviLab est disponible en **anglais**, **français**, **espagnol** et **italien**.

1. Ouvrez **Fichier > Langue**.

2. Choisissez la langue dans la liste, puis cliquez sur **Enregistrer**.

L'interface, les noms des calques système et les feuilles se mettent à jour immédiatement ; le choix est conservé pour les sessions suivantes (fichier `Documents\CiviLab\CiviLab.config`).

> **Remarque :** les commentaires rédigés par Nourin sont produits en français ou en anglais ; avec une interface en espagnol ou en italien, Nourin répond en anglais.

2.4 Mises à jour

À chaque démarrage, CiviLab vérifie s'il existe une nouvelle version. Si c'est le cas, le message « Une nouvelle version de CiviLab est disponible » propose de la **Télécharger**. Un projet enregistré avec une version antérieure s'ouvre dans la nouvelle version.

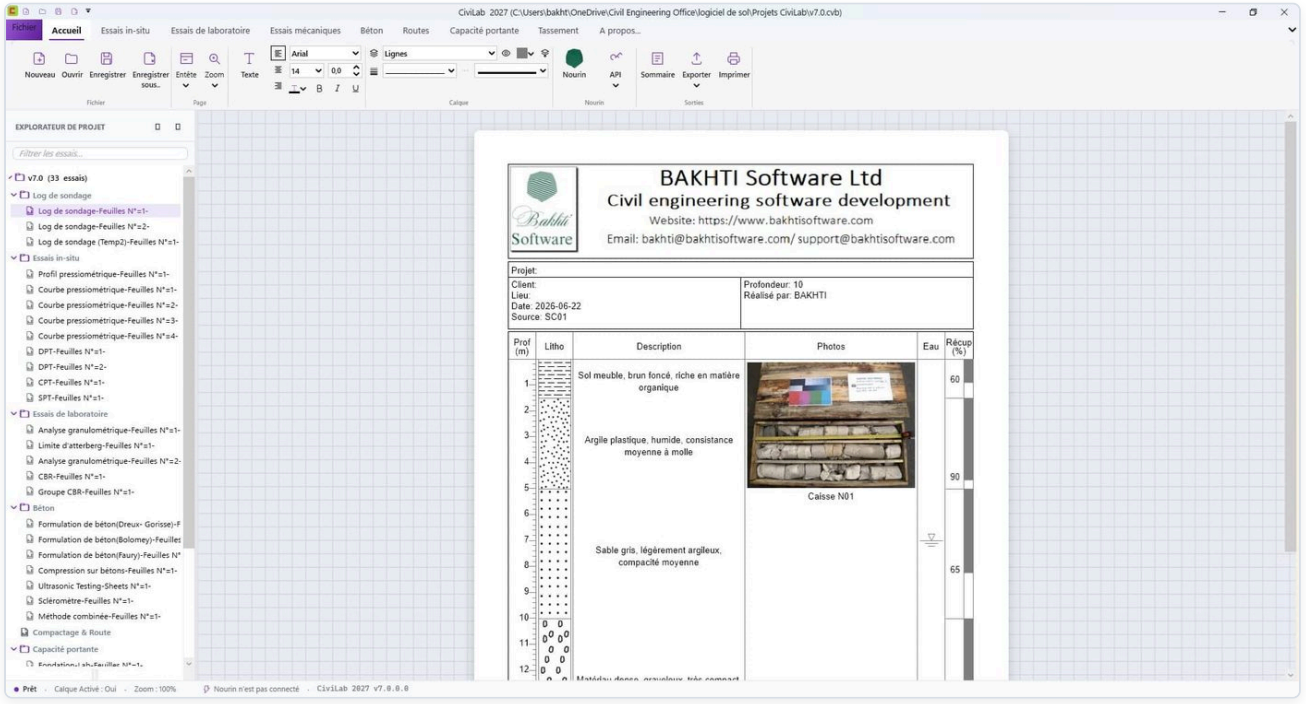
> **Attention :** l'inverse n'est pas toujours vrai. Un projet enregistré avec CiviLab 7.1 peut contenir des éléments (par exemple un profil pressiométrique saisi manuellement) qu'une version plus ancienne ne sait pas lire : « Impossible d'ouvrir ce fichier, assurez-vous que vous disposez de la dernière version de CiviLab ».

3. L’interface

3.1 Vue d’ensemble

La fenêtre principale comprend :

- le **bouton Fichier** (en haut à gauche) : projet, export, données générales, en-tête, langue, aide ;
- la **barre d’accès rapide** : nouveau, ouvrir, enregistrer, enregistrer sous ;
- le **ruban**, avec un onglet par famille d’essais ;
- l’**explorateur de projet** (à gauche) : l’arborescence des feuilles du projet, rangées par famille, avec un champ **Filtrer les essais…** ;
- la **zone de dessin** (au centre) : la feuille active, telle qu’elle sera imprimée ;
- le **panneau Nourin** (à droite, masqué par défaut) ;
- la **barre d’état** (en bas) : **Prêt**, **Calque Activé**, niveau de **Zoom**, état de Nourin (**Nourin connecté** / **Nourin n’est pas connecté**) et version de CiviLab.



Écran CiviLab 2027 — L’interface

3.2 Les onglets du ruban

Onglet	Groupes et boutons
Accueil	Fichier (Nouveau, Ouvrir, Enregistrer, Enregistrer sous..) ; Page (Entête, Zoom) ; Texte (police, taille, alignement, gras, italique, souligné, couleur) ; Calque (calque actif, visibilité, couleur, type et épaisseur de ligne) ; Nourin (Nourin, API) ; Sorties (Sommaire, Exporter, Imprimer)
Essais in-situ	Log de sondage (Données, Feuilles) ; Log de sondage Temp2 (Données, Feuilles) ; DPT ; Essai pressiométrique (Courbes, Appareils, Feuilles, Profils, Feuilles) ; CPT ; SPT
Essais de laboratoire	Analyse granulométrique ; Limite d'atterberg ; Equivalent de sable ; Micro-Deval ; Los-Angeles
Essais mécaniques	Proctor ; CBR (Données, Feuilles, Groupe, Feuilles) ; Cisaillement ; Triaxial ; Essai oedomètrique
Béton	Dreux- Gorisse ; Bolomey ; Faury ; ACI ; Compression ; Ultrasons ; Scléromètre ; Méthode combinée
Routes	Kumagawa ; Masse volumique ; Compacités
Capacité portante	Essais de laboratoire ; Essai pressiométrique ; Pénétromètre dynamique ; CPT ; SPT
Tassement	Essai oedomètrique ; Essai pressiométrique ; Elasticité linéaire ; Module de réaction
Stabilité	Stabilité des talus
A propos...	Aide ; A propos...

Chaque groupe d'essai contient au moins deux boutons :

- **Données** : ouvre la fenêtre de saisie et de calcul des essais de ce type ;
- **Feuilles** : ouvre la fenêtre de création et de modification des feuilles de ce type.

3.3 L'explorateur de projet

L'explorateur liste les feuilles du projet, rangées par famille (Log de sondage, Essais in-situ, Essais de laboratoire, Béton, Compactage & Route, Capacité portante, Tassement). Un clic sur une feuille l'affiche dans la zone de dessin et la transmet à Nourin comme **contexte** de travail. Le champ **Filtrer les essais...** réduit la liste aux feuilles dont le nom contient le texte saisi ; ⟲ **Actualiser** recharge l'arborescence.

3.4 La zone de dessin

La zone de dessin montre la feuille active telle qu'elle sera imprimée (format A4). La molette fait défiler la page ; **Accueil > Page > Zoom** propose des niveaux de 25 % à 1000 %. Sur la feuille, vous pouvez ajouter des textes, des lignes, des rectangles, des images et des flèches, chacun placé sur un **calque** (chapitre 6).

4. Gestion des projets

4.1 Le projet CiviLab (.cvb)

Un projet CiviLab est un fichier unique **.cvb** (*CiviLab Workbook*) qui contient les données générales, les appareils, tous les essais et toutes les feuilles.

Commande	Où	Effet
Nouveau projet	Fichier, accès rapide, **Accueil > Fichier > Nouveau**	Ferme le projet en cours (après confirmation) et crée un projet vide
Ouvrir un projet	Fichier, accès rapide, **Accueil > Fichier > Ouvrir**	Ouvre un fichier .cvb
Enregistrer le projet	Fichier, accès rapide, **Accueil > Fichier > Enregistrer**	Enregistre dans le fichier courant (« Le projet est bien enregistré »)
Enregistrer le projet sous ...	Fichier, accès rapide, **Accueil > Fichier > Enregistrer sous..**	Enregistre sous un autre nom

À la fermeture, CiviLab demande « Voulez-vous enregistrer le projet? » si des modifications n'ont pas été enregistrées. Les appareils (tamis, pénétromètres, sondes) et la langue sont aussi conservés dans la configuration de CiviLab, pour être disponibles dans les projets suivants.

> **Attention :** les images (photos de sondage, en-têtes importés) sont référencées par leur chemin. Si vous déplacez le projet sur un autre poste, copiez aussi les images ; sinon le message « Une (ou plusieurs) image (s) ne se trouve pas dans le chemin enregistré » apparaît à l'ouverture.

4.2 Les données générales du projet

Fichier > Données générales de projet ouvre la fiche du projet, en trois parties.

Général — Identification du projet. Ces informations apparaissent en en-tête des fiches d'essai :

Champ	Exemple
Nom du projet	Étude géotechnique ZI Nord
N° Dossier	Réf 004/2022
Client	SARL EGN
Téléphone, Fax	Coordonnées du client

Champ	Exemple
Lieu	Ville, wilaya ou province
Système d'unités	**SI (kN, m, kPa)** ou **FPS (lb, ft, psi)**
Copier les informations d'essai automatiquement	Reprend dans un nouvel essai les informations (source, réalisé par, vérifié par…) du dernier essai du même type

Zones. Chaque zone (par exemple « Zone I — Bâtiment principal ») regroupe des essais du projet ; Nourin organise le rapport géotechnique par zone.

1. Cliquez sur **+ Ajouter zone** et saisissez sa **Légende** (Caption / Description).
2. Sélectionnez la zone dans la liste, puis cliquez sur la carte : chaque clic ajoute un sommet du contour (latitude et longitude affichées).
3. Cliquez sur ✓ **Fermer polygone** pour terminer, ou ✕ **Effacer** pour recommencer ; **Supprimer** retire la zone.

Localisation. Rechercher une adresse… puis **Rechercher** centre la carte ; un clic place le marqueur du projet ; **Effacer marqueur** le retire. Cliquez sur **Enregistrer** pour valider la fiche, ou **Annuler**.

4.3 L'en-tête du laboratoire

Toutes les feuilles portent l'en-tête de votre laboratoire :

- **Fichier > Entête > Importer** (ou **Accueil > Page > Entête > Importer Entête**) charge une image de **685 × 135 pixels** : logo, raison sociale, adresse, téléphone, courriel, site web ;
- **Modifier Entête** la remplace.

Si aucun en-tête n'est trouvé, CiviLab affiche « Impossible de trouver l'en-tête, veuillez l'importer ».

> **Astuce :** préparez l'en-tête dans un logiciel de dessin à la taille exacte de 685 × 135 pixels ; une image d'une autre taille est déformée.

4.4 Exporter et imprimer

Le groupe **Accueil > Sorties** contient :

- **Sommaire** : la feuille de sommaire du dossier, qui liste les feuilles du projet ;

- **Exporter** : **Exporter vers un fichier PDF** ou **Exporter vers un fichier PNG** (également dans le bouton **Fichier**) ;
- **Imprimer** : impression de la feuille active ou des feuilles choisies.

4.5 Unités USA (système FPS)

Lorsque le **Système d'unités** du projet est **FPS**, CiviLab utilise les unités en usage aux États-Unis (normes ASTM / AASHTO) :

Grandeur	SI	USA (FPS)
Profondeurs (logs, CPT, SPT, DPT, profils, fondations)	m	ft
Hauteur de chute, pas d'enfoncement (DPT, SPT)	cm	in
Aire de la pointe (DPT), du cône et du manchon (CPT)	cm^2	in^2
Masses de laboratoire (granulométrie, Atterberg, LA, MDE, teneurs en eau)	g	g
Masses Proctor (moule, moule + sol), mouton, éprouvettes de béton	g / kg	lb
Poids volumique, densité sèche	kN/m^3	pcf (lb/ft^3)
Charge de rupture du béton	kN	lbf
Résistance du béton (compression, scléromètre, ultrasons)	MPa	psi
Efforts de pointe et de frottement (CPT)	kN	ton (short ton)
qc, fs (CPT)	MPa, kPa	tsf
rd, qd (DPT)	bar, MPa, kPa	psi
CBR : pression (ASTM, AASHTO) / force (NF, BS, NA)	MPa / kN	psi / lbf
Références CBR à 0,1 et 0,2 in	6,9 / 10,3 MPa ; 13,35 / 19,93 kN	1000 / 1500 psi ; 3001 / 4480 lbf
Cisaillement direct : déplacement, force, contrainte	mm, N, kPa	in, lbf, psi
Essai triaxial : hauteur, effort, contrainte, volume	mm, N, kPa, cm^3	in, lbf, psi, in^3
Contraintes de fondation, tassements	kPa	psf

Grandeur	SI	USA (FPS)
Contrainte œdométrique σv	bar	psf
Module de réaction	MN/m³	pci
Essai pressiométrique, ultrasons (distance, vitesse)	MPa, cm³ ; cm, m/s	identique (SI admis par ASTM D4719 et C597)

Changements 7.1 : les profondeurs sont en **ft** (auparavant en yards) ; pour le DPT, la hauteur de chute, le pas d'enfoncement et l'aire de la pointe se saisissent en **in / in²** (auparavant ft / ft²) ; pour le CPT, les aires Ac et As se saisissent en **in²** (auparavant ft²) ; la compression du béton est calculée en **psi** à partir de la charge en **lbf** (éprouvettes 6×12 in et 4×8 in) ; les références CBR en force sont **3001 / 4480 lbf** (corrigé). Dans un ancien projet FPS, vérifiez ces valeurs avant de recalculer.

5. Principe commun : données, localisation, feuilles, appareils

Tous les essais suivent le même principe : **Données** pour saisir et calculer, **Feuilles** pour mettre en page.

5.1 La fenêtre de données

1. Cliquez sur le bouton **Données** du groupe de l'essai.
2. Dans la liste **Essai N°**, saisissez un nouveau nom (CiviLab propose « … N°=1 », « … N°=2 »…) ou choisissez un essai existant pour le modifier.
3. Renseignez la **Date de l'essai**, la **Norme**, le **Calque** (bouton **+** ou **+ Calque** pour en créer un) et les champs propres à l'essai.
4. Saisissez les mesures dans les tableaux. Les tableaux acceptent le **copier-coller depuis Excel** (**Ctrl+V**) et l'**import / export de fichiers Excel ou CSV** (section 5.6).
5. Cliquez sur **Ajouter/Modifier** : CiviLab vérifie les données, calcule l'essai et l'enregistre dans le projet (« Opération effectuée »).

Le bouton **Supprimer** retire l'essai choisi, s'il n'est utilisé par aucune feuille ni aucun autre essai.

Message	Cause
Veuillez insérer le nom correctement	Nom d'essai vide ou invalide
Veuillez sélectionner le calque	Aucun calque choisi
Veuillez sélectionner la norme	Aucune norme choisie
Veuillez ajouter les mesures	Tableau de mesures vide
Erreur: insérer les données correctement	Valeur non numérique ou incohérente
Valeur non acceptable	Valeur hors du domaine admis
Impossible de tracer la courbe; moins de trois points sont fournis	Trop peu de points pour la courbe

5.2 Les informations et la localisation de l'essai

Le bouton **Données** situé en bas de la plupart des fenêtres d'essai ouvre la fiche **Données de l'essai** :

- **Données de l'essai** : tableau **Champ / Valeur** (titre, échantillon N°, source, profondeur, réalisé par, vérifié par…), repris dans l'en-tête de la feuille ;

- **Localisation** : **Caption (carte)** (titre affiché sur la carte), **N° Zone** (zone du projet), **Coordonnées** ;
- la carte : **Rechercher une adresse...**, clic pour placer l'essai, **Effacer marqueur**. Les zones et les autres essais du projet y sont affichés.

Les coordonnées servent à la figure d'implantation des sondages et au rapport géotechnique de Nourin.

5.3 La fenêtre des feuilles

1. Cliquez sur le bouton **Feuilles** du groupe de l'essai.
2. Saisissez le **Nom** de la feuille ; il doit être unique dans le projet (« Ce nom est déjà utilisé dans une autre feuille »).
3. Cochez le ou les essais à représenter. Certaines feuilles n'acceptent qu'un essai (« Impossible de choisir plus d'un essai ») ; d'autres superposent plusieurs essais (courbes granulométriques, courbes Proctor...).
4. Réglez les options : **Police**, **Afficher les données générales du projet**, **Afficher les caractéristiques de l'appareil**, **Grille**, et les options propres à l'essai.
5. Validez : la feuille apparaît dans l'explorateur de projet et dans la zone de dessin.

Pour modifier une feuille, rouvrez la fenêtre et choisissez la feuille dans la liste. **Hériter des textes de** reprend les titres et commentaires d'une autre feuille.

5.4 Les appareils

Le matériel de laboratoire est déclaré une fois et réutilisé dans tous les essais :

- **Tamis** et séries de tamis (analyse granulométrique, chapitre 12) ;
- **Pénétromètres dynamiques** (chapitre 8) ;
- **Sondes pressiométriques** et **étalonnages** de volume et de pression (chapitre 9).

Un appareil utilisé par un essai ne peut pas être supprimé (« Impossible de supprimer cet appareil: Appareil déja utilisé dans un essai »).

5.5 Afficher, lire et sortir le rapport

Pour afficher le rapport d'un essai, cliquez sur le nom de sa feuille dans l'explorateur de projet. Toutes les feuilles d'essai sont organisées de la même façon :

1. **En-tête de la feuille** : logo et coordonnées du laboratoire ; pour l'importer ou le modifier, cliquez sur **Accueil > En-tête**.

2. **Nom et référence du projet**, client, lieu et date : ils proviennent des **données générales du projet** (menu **Fichier**).
3. **Zone des informations de l'essai** : remplie à partir de la fiche **Données de l'essai** (bouton **Données** de la fenêtre de saisie, voir 5.2) et des données générales du projet.
4. **Zone des courbes** : graphiques de l'essai.
5. **Zone des résultats** : tableaux et valeurs calculées, avec la conclusion lorsque des exigences ont été saisies.
6. **Caractéristiques de l'appareil** (pénétromètres, sonde pressiométrique…) lorsque l'option est cochée dans la fenêtre des feuilles.

Pour imprimer ou exporter le rapport, cliquez sur **Accueil**, puis sur **Imprimer** ou **Exporter** (PDF ou PNG) dans le groupe **Sorties**.

Pages « Données de l'essai »

Quand la feuille d'un essai ne présente pas toutes les mesures, CiviLab ajoute automatiquement une ou plusieurs pages A4 « Données de l'essai ». Elles contiennent les données saisies et les valeurs calculées, avec les mêmes colonnes et les mêmes unités que la fenêtre de saisie. Elles portent l'en-tête du laboratoire et les données du projet. Si une page ne suffit pas, les tableaux continuent sur les pages suivantes, avec la mention « (suite) » et les en-têtes répétés.

Essais concernés : DPT, pressiomètre (courbe et profil), CPT, SPT, limites d'Atterberg, Proctor, CBR, cisaillement direct, triaxial, œdomètre et coupe géotechnique.

- **À l'écran** : toutes les pages s'affichent les unes sous les autres, comme dans un traitement de texte. Faites défiler pour passer de l'une à l'autre. La barre d'état, en bas de la fenêtre, indique la page visible (« Page n/N »).
- **Impression** : toutes les pages sont imprimées, chacune dans son orientation (A3 paysage pour la coupe géotechnique, A4 portrait pour les données).
- **Export PDF** : un seul fichier contient toutes les pages. **Export PNG** : la page affichée.
- **Export AGS4** (format d'échange AGS 4.1.1, projets en unités SI) : **Exporter > AGS4** ouvre la liste des essais avec leur sondage (LOCA_ID) et leur profondeur, lus dans le tableau des données de l'essai (lignes « Sondage » et « Profondeur » ; à défaut, sondage = nom du calque). Complétez les cases vides, puis **Exporter…** : un fichier .ags est écrit (groupes PROJ, TRAN, LOCA, GEOL, SAMP, LLPL, GRAG/GRAT, CMPG/CMPT, CBRG/CBRT, SHBG/SHBT, TRIG/TRIT, TREG/TRET, CONG/CONS, ISPT, DPRG/DPRB, PMTG/PMTD ; module EM en en-tête utilisateur PMTG_EM déclaré dans DICT). Les essais incomplets ne sont pas exportés. Le fichier a été

contrôlé avec le validateur officiel AGS (python-ags4). Non exportés : CPT (calcul de qc et fs à confirmer), essais de béton et d'enrobés, fondations et tassements (pas de groupe AGS4).
- Le numéro « Page n/N » est imprimé en bas à droite.
- **Désactiver les pages** : dans la fenêtre des feuilles, décochez **Ajouter les pages « Données de l'essai »**. Le choix est propre à chaque feuille et il est enregistré avec le projet.

5.6 Importer et exporter les mesures (Excel / CSV)

Au-dessus du tableau de mesures de chaque fenêtre d'essai, une barre propose :

- 📥 **Importer Excel…** : remplit le tableau à partir d'un fichier **Excel (.xlsx, .xlsm)** ou **CSV / texte (.csv, .txt)** ;
- 📤 **Exporter Excel…** : enregistre le tableau (toutes les colonnes affichées, avec leurs titres) en **.xlsx** ou **.csv** ;
- ▶ **Calculer** : recalcule toutes les lignes (ajouté aux fenêtres qui n'avaient pas de bouton de calcul).

Forme du fichier à importer

1. Seule la **première feuille** du classeur est lue.
2. La **ligne 1 contient les titres** des colonnes : elle n'est pas importée.
3. À partir de la ligne 2, **une ligne = une ligne du tableau**. Les lignes vides sont ignorées.
4. Les colonnes du fichier remplissent, **dans l'ordre**, les **colonnes modifiables** du tableau (voir le tableau ci-dessous). Les colonnes calculées (grisées dans CiviLab) ne doivent pas figurer dans le fichier : elles sont recalculées.
5. Exception : si la ligne 1 reprend **exactement les titres** du tableau CiviLab (par exemple un fichier créé par **Exporter Excel…**), les colonnes sont reconnues **par leur titre**, quel que soit leur ordre, et les colonnes calculées du fichier sont ignorées.
6. Les nombres sont écrits comme dans Excel (le séparateur décimal est celui de Windows). Dans un fichier CSV, le séparateur de colonnes (point-virgule, virgule ou tabulation) est détecté automatiquement.
7. Les **unités** sont celles affichées dans les titres des colonnes de la fenêtre (système métrique ou impérial selon les données générales du projet).
8. Le format .xls (Excel 97-2003) n'est pas lu : enregistrez le fichier en .xlsx ou en .csv.

Contrôle et calcul

Avant l'import, CiviLab affiche un résumé : nombre de lignes, colonnes remplies, lignes actuelles qui seront remplacées, et les anomalies détectées (colonnes en trop ou manquantes, cellules non numériques). L'import n'a lieu qu'après votre confirmation. Le **calcul de l'essai est ensuite lancé automatiquement**, puis un message indique le nombre de lignes importées. Remplissez d'abord les champs de la fenêtre utilisés par le calcul (masse totale, volume du moule, γd max, étalonnages, appareil...).

Des fichiers modèles (une feuille avec la ligne de titres) sont fournis avec le manuel dans le dossier **Modeles Excel**.

Colonnes à fournir pour chaque essai (dans l'ordre) :

Essai	Colonnes du fichier (ligne 1 = titres)	Remarques
Log de sondage (modèle A)	Profondeur (m) ; Description ; Récupération (%)	La texture se choisit ensuite dans CiviLab.
Log de sondage (modèle B)	Profondeur (m) ; Description ; Récupération (%) ; RQD (%)	
Log de sondage en colonnes	Profondeur (m) ; Description ou valeur	Pour la colonne sélectionnée.
Pénétromètre dynamique (DPT)	Nombre de coups	Une ligne par pas d'enfoncement ; profondeur, rd et qd sont calculés.
Essai pressiométrique (Courbes)	P15 (MPa) ; P30 (MPa) ; P60 (MPa) ; V15 (cm³) ; V30 (cm³) ; V60 (cm³)	Le calcul (EM, pf, pl) est lancé après l'import.
Étalonnage de pression ou de volume	P (MPa) ; V60 (cm³)	
Profil pressiométrique (saisie manuelle)	Profondeur Z (m) ; Em (MPa) ; Pf* (MPa) ; Pl* (MPa)	
Pénétromètre statique (CPT / CPTu)	Z (m) ; Qc (kN) ; Qs (kN) ; u2 (MPa)	qc et fs sont calculés.
SPT – mesures	Profondeur (m) ; N	CN, λ, N60 et (N1)60 sont calculés.
SPT – couches de sol	Épaisseur (m) ; Poids volumique (kN/m³)	
Analyse granulométrique	Refus partiel (g)	Une ligne par tamis, dans l'ordre de la série de tamis choisie (les tamis ne sont pas remplacés). Saisir la masse totale avant l'import.
Sédimentométrie – ASTM D7928	Temps (min) ; Température (°C) ; Lecture (rm) ; Lecture (rd,m)	

Essai	Colonnes du fichier (ligne 1 = titres)	Remarques
Sédimentométrie – ASTM D422	Temps (min) ; Lecture (R) ; Température (°C)	
Sédimentométrie – NF P94-057	Temps (min) ; Lecture (R) ; Température (°C) ; Correction (Ct)	
Sédimentométrie – ISO 17892-4	Temps (min) ; Lecture (R) ; Température (°C) ; Lecture de référence (R0)	Lectures sous la forme 1,030 ou 30,0.
Limites d'Atterberg	Nombre de coups (ou enfoncement du cône) ; Masse humide (g) ; Masse sèche (g) ; Masse du récipient (g)	La teneur en eau est calculée.
Équivalent de sable	h1 (cm) ; h2 (cm)	ES est calculé.
Los Angeles	Masse sèche des refus (g)	Saisir la masse de l'échantillon avant l'import ; LA est calculé.
Micro-Deval	Masse sèche des refus (g)	Saisir la masse de l'échantillon avant l'import ; MDE est calculé.
Essai Proctor	Masse moule + sol (g) ; Masse humide (g) ; Masse sèche (g) ; Masse du récipient (g)	Saisir la masse et le volume du moule avant l'import ; teneur en eau et densité sèche sont calculées.
Essai CBR	Force (kN) ou pression (MPa) selon la norme ; Enfoncement (mm)	La courbe et l'indice CBR sont recalculés.
Cisaillement direct (une contrainte normale)	ΔL ; Surface ; T	Unités affichées dans la fenêtre ; τ est calculé.
Essai triaxial (une éprouvette)	ΔH (mm) ; P (N) ; u (kPa) ; ΔV (cm^3)	Lectures depuis le début du cisaillement ; u pour les essais consolidés, ΔV pour les essais drainés. Saisir d'abord Hi, Di et σc de l'éprouvette.
Essai œdométrique	σv (bars) ; ΔH à chaque temps (mm)…	Une colonne ΔH par intervalle de temps choisi ; e et la courbe sont calculés.
Compression du béton	N° éprouvette ; Masse (kg) ; Charge (kN)	La résistance est calculée (kN → MPa / bar / kPa ; lbf → psi).
Auscultation ultrasonique (une série)	Repère ; Distance (cm) ; Temps (µs)	Vitesse et résistance sont calculées.
Scléromètre (une série)	Repère ; Indice de rebond	La résistance est calculée.
Méthode combinée SonReb (une série)	Repère ; Indice sclérométrique ; Distance (cm) ; Temps (µs)	Vitesse, résistance et moyenne sont calculées.

Essai	Colonnes du fichier (ligne 1 = titres)	Remarques
Compacité en place	N° de mesure ; Endroit (PK) ; Position ; Teneur en eau (%) ; Densité sèche (t/m³)	Saisir γd max avant l'import ; la compacité est calculée.
Tassement œdométrique (couches)	ΔH (m) ; σ'v0 (kPa) ; Cc ; Cs ; e0 ; σ'p (kPa)	Colonnes selon la méthode choisie (sans Cs pour la seconde méthode).

6. Mise en page : calques, textes et dessin

6.1 Les calques

Chaque élément de la feuille appartient à un calque. Les calques système sont **Lignes**, **Rectangles**, **Textes**, **Images**, **Courbes**, **Graphes** et **Grille** ; leurs noms suivent la langue de l'interface. Les graphiques des essais sont placés par défaut sur le calque **Graphes**.

Le groupe **Accueil > Calque** permet de :

- choisir le calque actif ;
- ouvrir l'**Editeur de calques** (**Nom**, **Couleur**, **Affichage**, **Type** et **Epaisseur** de ligne) ;
- changer le type de ligne (**Solide**, **Tiret**, **Tiret - point**, **Tiret - point - point**, **Point**), l'épaisseur et la couleur ;
- afficher ou masquer un calque ;
- ajouter un calque.

Un calque utilisé ne peut pas être supprimé (« Impossible de supprimer ce calque: Un ou plusieurs éléments utilisent ce calque »), pas plus que le calque par défaut.

> **Astuce :** créez un calque par type d'information (par exemple un calque « Courbes Proctor » en couleur et un calque « Annotations ») pour masquer ou recolorer d'un clic toute une famille d'éléments.

6.2 Les textes

1. Sélectionnez une feuille (« Veuillez sélectionner une feuille avant d'activer le mode texte »).
2. Cliquez sur **Accueil > Texte > Texte**, puis sur la feuille.
3. Tapez le texte ; **Shift + Entrée** ajoute une nouvelle ligne.

Le groupe **Texte** règle la police, la taille, l'alignement (gauche, centre, droite), le gras, l'italique, le soulignement et la couleur. # 7. Log de sondage

7.1 Objet

Un log de sondage est la représentation schématique verticale des couches de sol traversées par un sondage ou un forage de reconnaissance. CiviLab propose deux modèles :

	Log de sondage (modèles A et B)	**Log de sondage (Temp2)**
Ruban	**Essais in-situ > Log de sondage** (premier groupe)	**Essais in-situ > Log de sondage** (second groupe)
Contenu	Lithologie, épaisseur et description des couches, nappe, taux de récupération, photos ; le modèle B ajoute le RQD, WL, IP, le SPT et des commentaires	Log à colonnes libres : vous choisissez les colonnes, leur ordre, leur largeur et leur type

7.2 Saisie du log (modèles A et B)

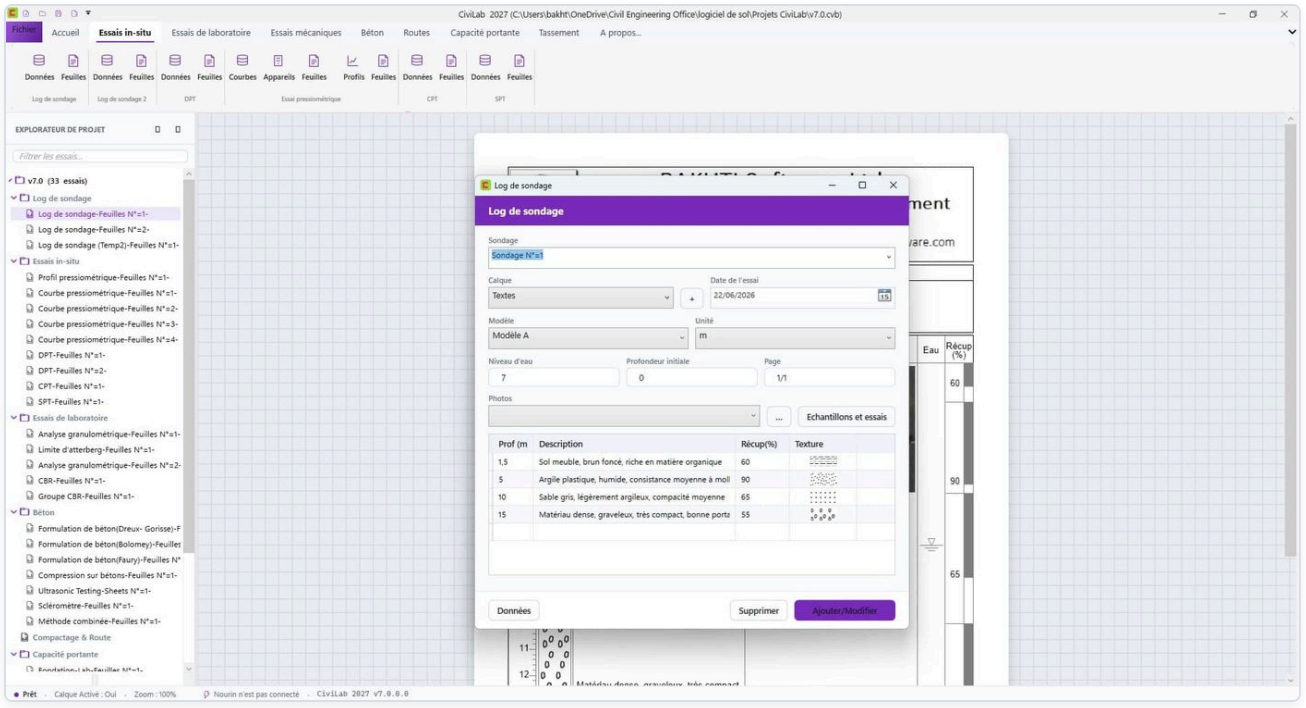
1. **Sondage** : nom du sondage (par exemple SC01).
2. **Calque**, **Date de l'essai**, **Modèle** (**Modèle A** ou **Modèle B**), **Unité** (m ou ft).
3. **Niveau d'eau** : profondeur de la nappe (laisser vide s'il n'y en a pas) ; **Profondeur initiale** : cote du haut du log (0 en général) ; **Page** : numéro de page si le log tient sur plusieurs pages.
4. Tableau des couches, une ligne par couche :

Colonne	Contenu
Profondeur (m)	Profondeur de la base de la couche
Description	Description géologique (« Argile plastique, humide, consistance moyenne à molle »)
Récupération (%)	Taux de récupération de la passe
RQD (%)	Rock Quality Designation (modèle B)
Texture	Figuré lithologique, choisi dans la bibliothèque de textures normalisées

5. **Photos** : ajoutez les photos des caisses de carottes, avec leur description (« Caisse N01 »).
6. **Echantillons et essais** (modèle B) : pour chaque échantillon, la profondeur et les résultats d'essais à reporter sur le log (WL, IP, nombre de coups SPT, commentaires).

Règles de saisie vérifiées par CiviLab :

- « Les profondeurs doivent être supérieures à la profondeur initiale » ;
- « Les valeurs de profondeur doivent être saisies par ordre croissant. » ;
- « Les taux de récupération doivent être compris entre 0 % et 100 % » ;
- « Les valeurs de RQD doivent être compris entre 0 % et 100 % ».



Fenêtre de saisie — Log de sondage

7.3 Log de sondage en colonnes (Temp2)

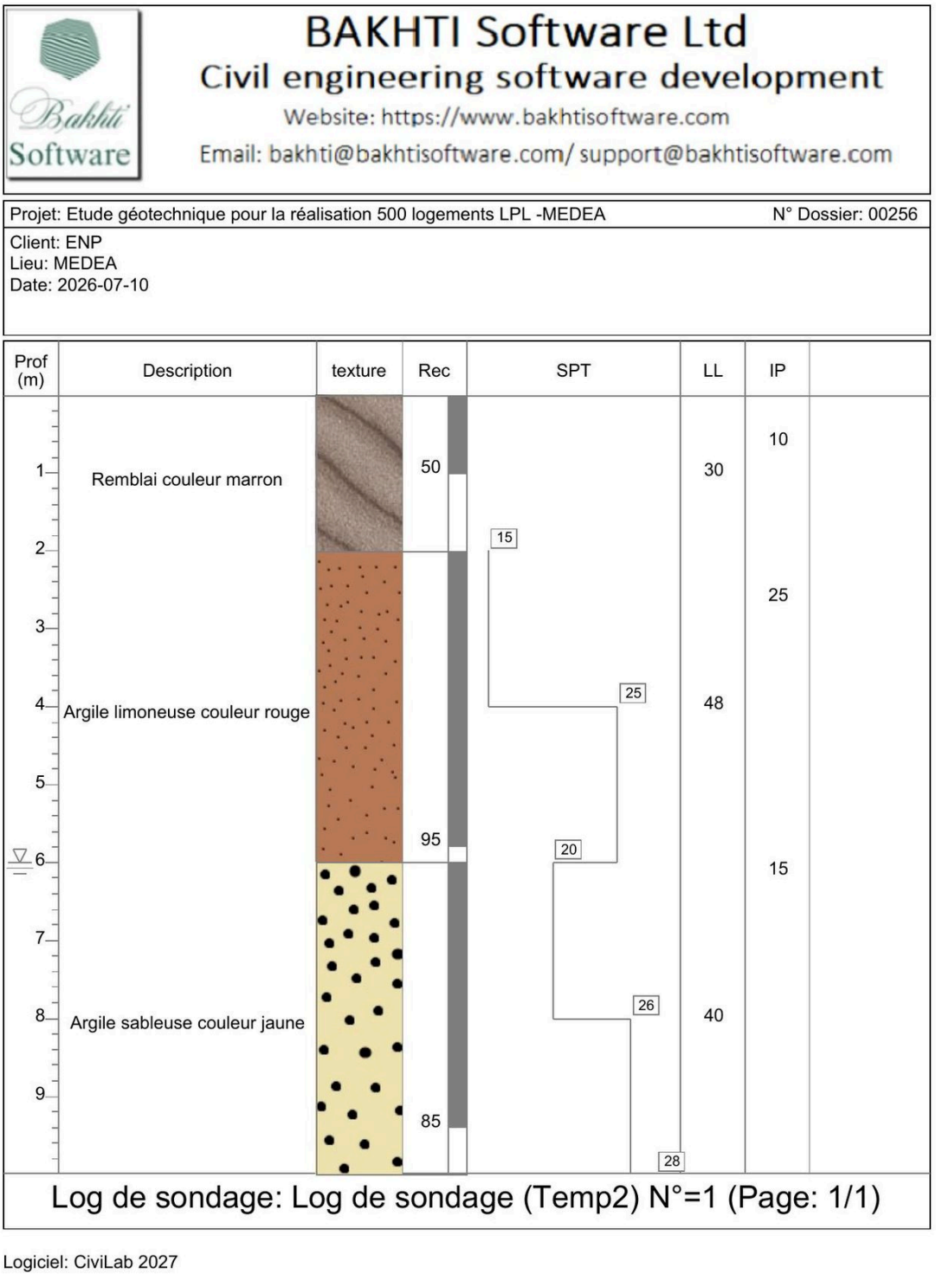
1. Renseignez **Sondage**, **Calque**, **Date**, **Unité**, **Nappe eau**, **Prof. initiale** et **Prof. finale**.
2. **Ajouter une colonne** : choisissez son **Type** (texte, texture, récupération, graphe, valeur…), son **Entête**, sa **Largeur (mm)**, et si l'en-tête ou le texte est vertical (**Header est vertical**, **Texte est vertical**). Une colonne graphe peut être tracée en **Diagramme escalier**.
3. Saisissez les données de chaque colonne (profondeur, description, valeur).
4. **Réordonner** change l'ordre des colonnes (« Entrez le nouveau numéro de colonne »).

Message	Cause
Veuillez insérer le header	Colonne sans en-tête
Veuillez insérer la largeur	Colonne sans largeur
Veuillez ajouter les données de colonne	Colonne vide
La liste des colonnes est vide	Aucune colonne créée
Veuillez ajouter les mesures et les descriptions	Tableau des couches vide

7.4 La feuille

La feuille présente, de gauche à droite : profondeur, lithologie, description, photos (modèle A) ou colonnes d'essais (modèle B), nappe et récupération, avec l'en-tête du projet (client, lieu, date, source, profondeur, réalisé par). La localisation du sondage

(chapitre 5.2) alimente la figure d'implantation de Nourin.



Feuille de l'essai — Log de sondage

7.5 Coupe géotechnique (profil en long)

La coupe géotechnique place plusieurs sondages côte à côte, à leur distance et à leur cote réelles, et relie les couches d'un sondage à l'autre. Ruban **Essais in situ ▸ Coupe géotechnique ▸ Données** puis **Page**.

Coordonnées des sondages. Dans le tableau des données de chaque log de sondage (bouton **Descriptions**), renommez trois lignes **x**, **y** et **z** et saisissez les coordonnées. **z** est la cote du terrain. CiviLab reconnaît aussi les titres « cote », « cote TN », « NGF » et « altitude ». Si X et Y manquent, ils sont calculés à partir de la position placée sur la carte. Les coordonnées manquantes sont demandées à la validation, et toutes restent modifiables dans la fenêtre de la coupe.

Coupe dynamique. La coupe suit ses logs de sondage. À chaque affichage de la feuille et à chaque ouverture de la coupe, les couches, profondeurs, descriptions, textures, la nappe et les coordonnées sont reprises des logs. Ce qui a été saisi dans la coupe (classe, code, unité de raccordement, paramètres) est conservé pour les couches qui gardent la même nature.

Onglet Coupe : - nom, calque, date et titre de la coupe (ex. Profil A–A') ; - **nature des couches** : texture du log de sondage, ou liste de classes avec leurs couleurs ; - cote du fond (automatique si vide) ; - affichage des paramètres des couches, des cotes des interfaces et de la nappe ; - exagération verticale du DXF.

Onglet Sondages : - choisissez les logs du projet puis **Ajouter à la coupe →** : leurs couches, leur nappe et leurs coordonnées sont reprises ; - l'ordre du tableau est l'ordre le long du profil (▲ ▼). L'**abscisse** est la distance cumulée entre sondages successifs ; vous pouvez la saisir ; - pour le sondage sélectionné, le tableau des couches donne le toit, la base, la nature ou la classe, le code, l'**unité de raccordement** et les **paramètres**, séparés par « ; » (ex. γ = 19 kN/m³ ; c′ = 12 kPa ; φ′ = 22°).

Onglet Classes de sol : nom, code et couleur des classes utilisées dans le mode liste. Cliquez sur la pastille de couleur pour la choisir dans le sélecteur de couleurs.

Raccordement des couches

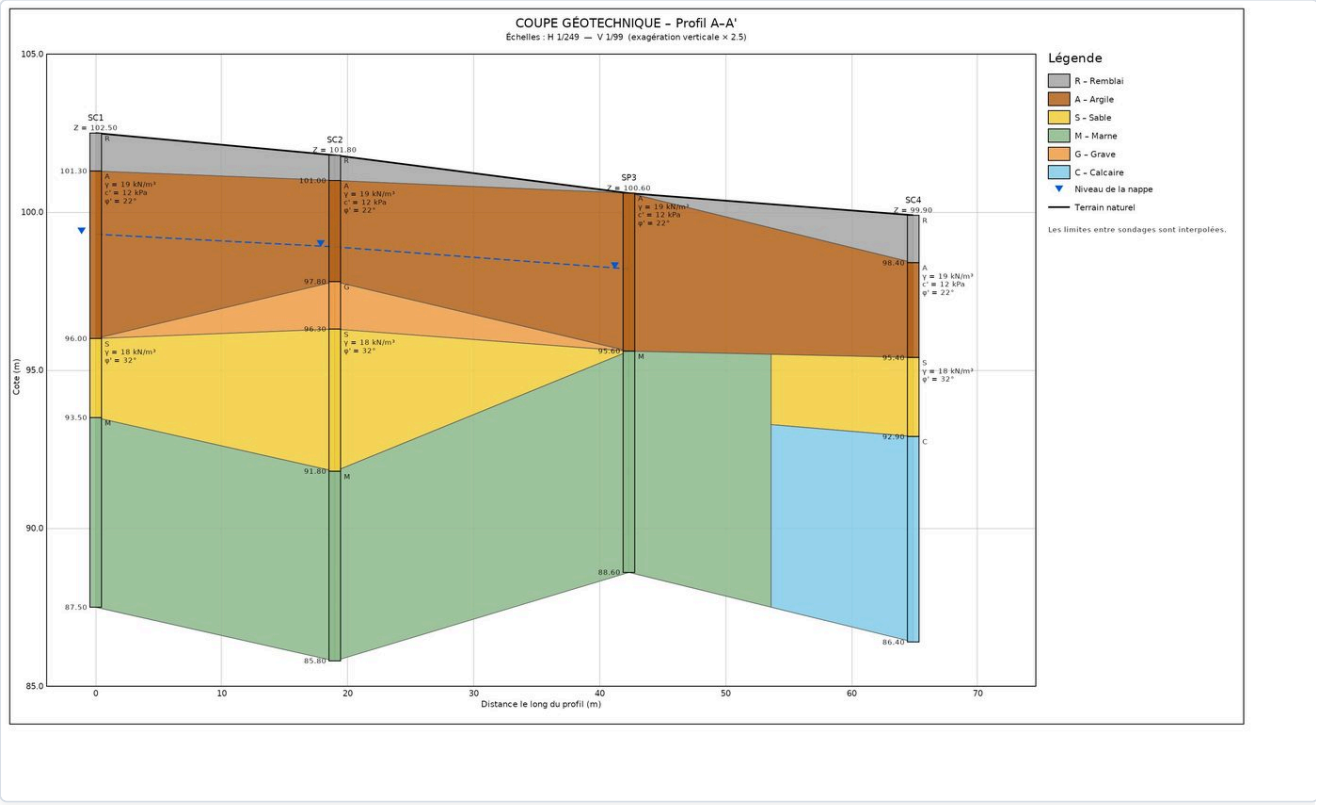
- Les couches de même **unité** sont reliées d'un sondage au suivant, dans l'ordre (plus longue suite commune).
- Une couche sans correspondance se termine **en biseau** vers l'interface du sondage voisin (lentille).
- Si les deux sondages ont, au même niveau, des couches sans correspondance, chacun les prolonge jusqu'au milieu de l'intervalle.

- Par défaut, l’unité est la texture (mode texture) ou la classe (mode liste). Pour corriger le raccordement, modifiez l’unité d’une couche. **Raccordement automatique** rétablit les unités par défaut.

La feuille est au format **A3 paysage**. Elle comprend : - les couches remplies avec la texture ou la couleur ; - les colonnes de sondage avec leur nom et la cote du terrain ; - les cotes des interfaces, le code et les paramètres de chaque couche ; - le terrain naturel et la nappe reliée entre les sondages ; - la grille des cotes et des distances, les échelles horizontale et verticale avec l’exagération, et la légende.

L’impression passe en paysage, sur A3 si l’imprimante le propose.

Export DXF (bouton 📐 **Exporter DXF…**). Le fichier est au format AutoCAD R12, en coordonnées réelles : x = abscisse, y = cote, multipliée par l’exagération demandée. Il contient : - un calque par unité de sol, avec des surfaces remplies ; - les calques CONTOURS, SONDAGES, TERRAIN, NAPPE et TEXTES.



Feuille de l’essai — Log de sondage

8. Pénétromètre dynamique (DPT)

8.1 Objet et normes

L'essai consiste à enfoncer par battage un train de tiges muni d'une pointe de section connue, à l'aide d'un mouton tombant d'une hauteur fixe, et à compter le nombre de coups nécessaires pour chaque pas d'enfoncement. Il donne la résistance dynamique que le terrain oppose à l'enfoncement.

Normes : **NF P 94-114**, **NF P 94-115**, **NF EN ISO 22476-2**, **BS EN ISO 22476-2:2005**, **NA 5204**. Types : **DPL**, **DPM**, **DPH**, **DPSH-A**, **DPSH-B** (ou Type A / Type B selon la norme).

8.2 Déclarer le pénétromètre (Appareils)

Dans la fenêtre de l'essai, le bouton **+** à côté de **Appareils** ouvre la liste des pénétromètres :

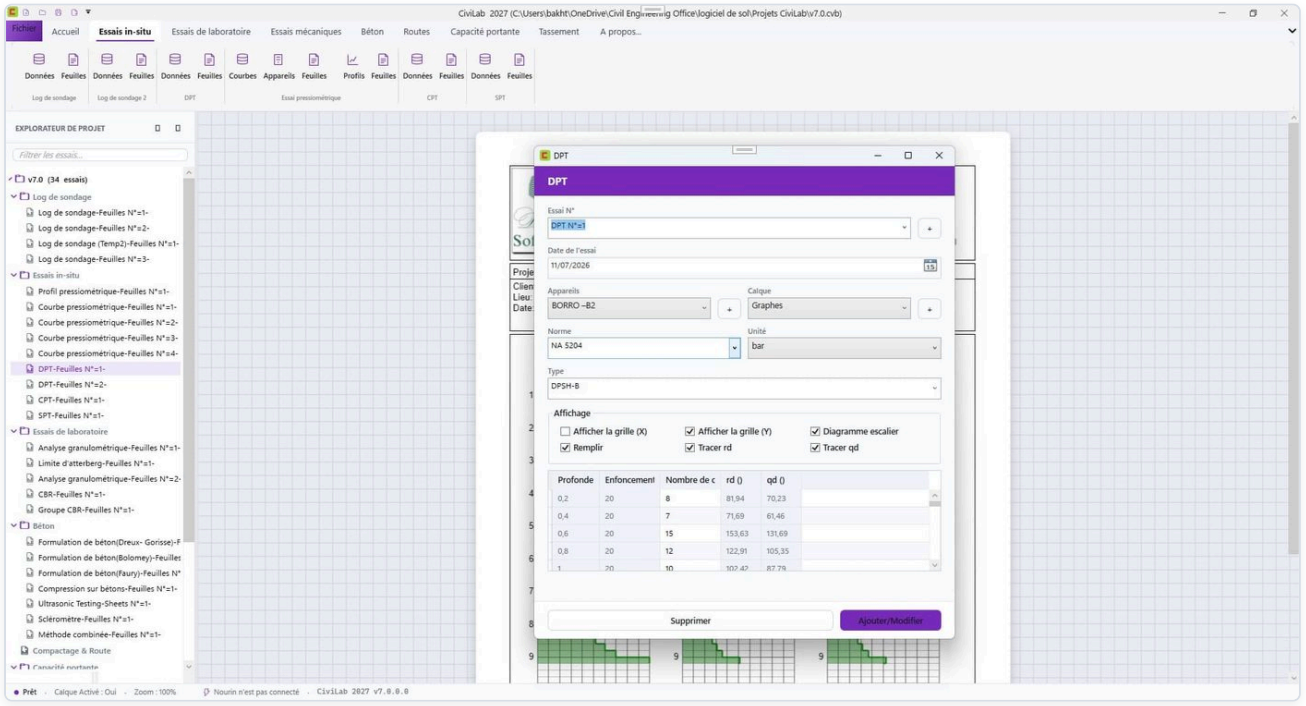
Champ	Symbole	Unité SI
Nom de l'appareil	—	—
Masse du Mouton	m	kg
Masse de guide + Masse d'enclume	m′	kg
Masse d'une tige	m′ tige	kg/m
Hauteur de chute	H	cm
Aire de la section droite de la pointe	A	cm²
Longueur d'une tige	L	m
Enfoncement (pas de mesure)	e	cm

8.3 Saisie et calcul

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Appareils**, **Calque**, **Norme**, **Unité** des résultats (**bar**, **MPa** ou **kPa**), **Type**.
2. Saisissez le **Nombre de coups** de chaque pas ; la **Profondeur** et l'**Enfoncement** sont calculés à partir du pas de l'appareil.
3. CiviLab calcule pour chaque pas :

- la **résistance unitaire** : rd = m · g · H / (A · e / N) ;
- la **résistance dynamique de pointe** (formule des Hollandais) : qd = rd · m / (m + m′), où m′ est la masse frappée (guide, enclume et tiges à la profondeur atteinte).

4. **Affichage** : **Afficher la grille** (X et Y), **Diagramme escalier**, **Remplir**, **Tracer rd**, **Tracer qd**.



Fenêtre de saisie — Pénétromètre dynamique (DPT)

8.4 La feuille

La feuille présente côte à côte trois pénétrogrammes en fonction de la profondeur : **Nombre de coups**, **Résistance unitaire Rd** et **Résistance dynamique qd**, ainsi que les caractéristiques de l'appareil.

> **Remarque :** le DPT alimente la capacité portante par la méthode du pénétromètre dynamique (chapitre 28.4) et Nourin.

BAKHTI Software Ltd

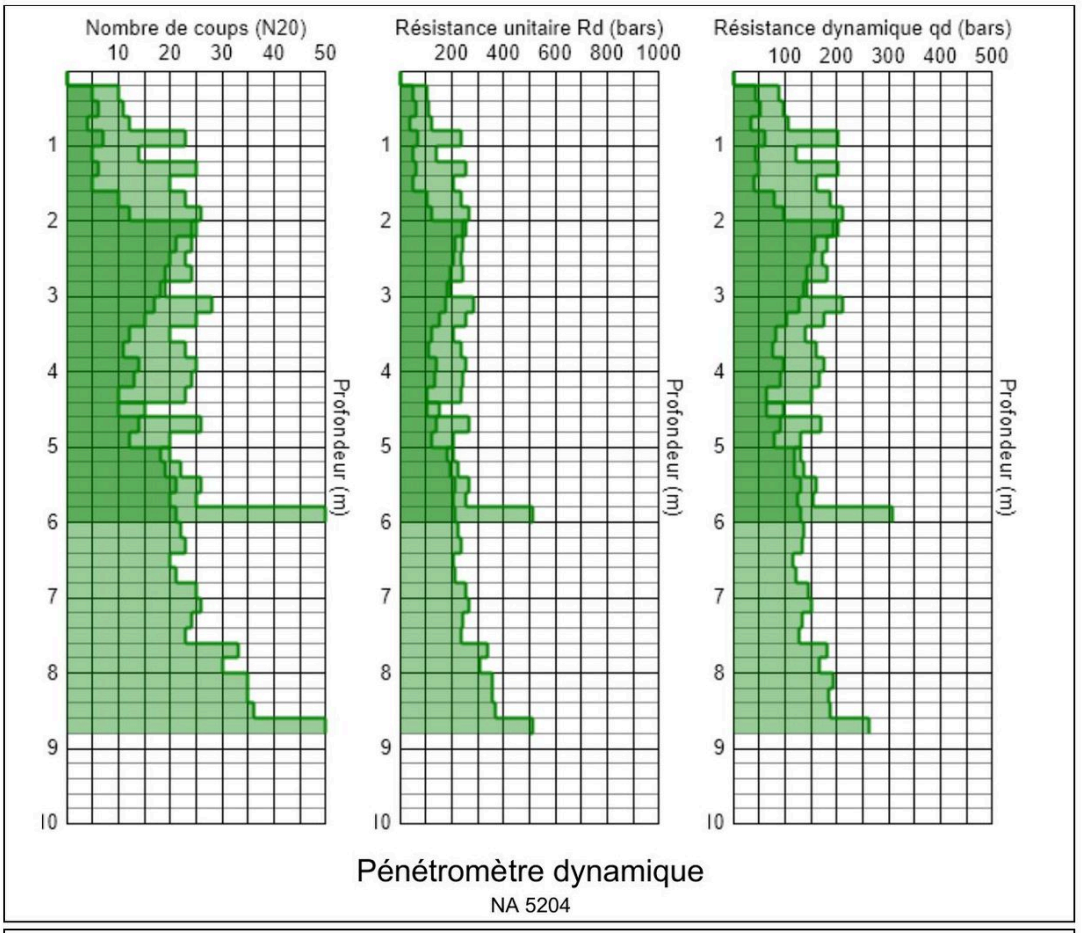
Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Etude géotechnique pour la réalisation 500 logements LPL -MEDEA — N° Dossier: 00256

Client: ENP
Lieu: MEDEA
Date: 2026-07-11



Masse du Mouton m- : 63,5	Masse d'une tige en m'-: 6,28
Masse de guide + Masse d'enclume m' -: 4,3	Longueur d'une tige -: 1
Hauteur de chute en H-: 50	Enfoncement e-: 20
Aire de la section droite de la pointe A-: 15,2	Type: DPSH-B

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Pénétromètre dynamique (DPT)

9. Essai pressiométrique Ménard

9.1 Objet et normes

L'essai pressiométrique mesure la déformation et la rupture du sol à l'aide d'une sonde dilatée dans un forage. Il donne, pour chaque profondeur :

- le **module pressiométrique EM** (comportement pseudo-élastique) ;
- la **pression de fluage pf** (limite entre le domaine pseudo-élastique et le domaine plastique) ;
- la **pression limite pl** (rupture du sol).

Normes : **ASTM D4719-87**, **NF P 94-110-1** et **NF EN ISO 22476-4** (ISO 22476-4:2012).

L'essai se traite en quatre étapes, toutes dans le groupe **Essais in-situ > Essai pressiométrique** : **Appareils** (sonde et étalonnages), **Courbes** (essais), **Profils**, **Feuilles**.

9.2 La sonde

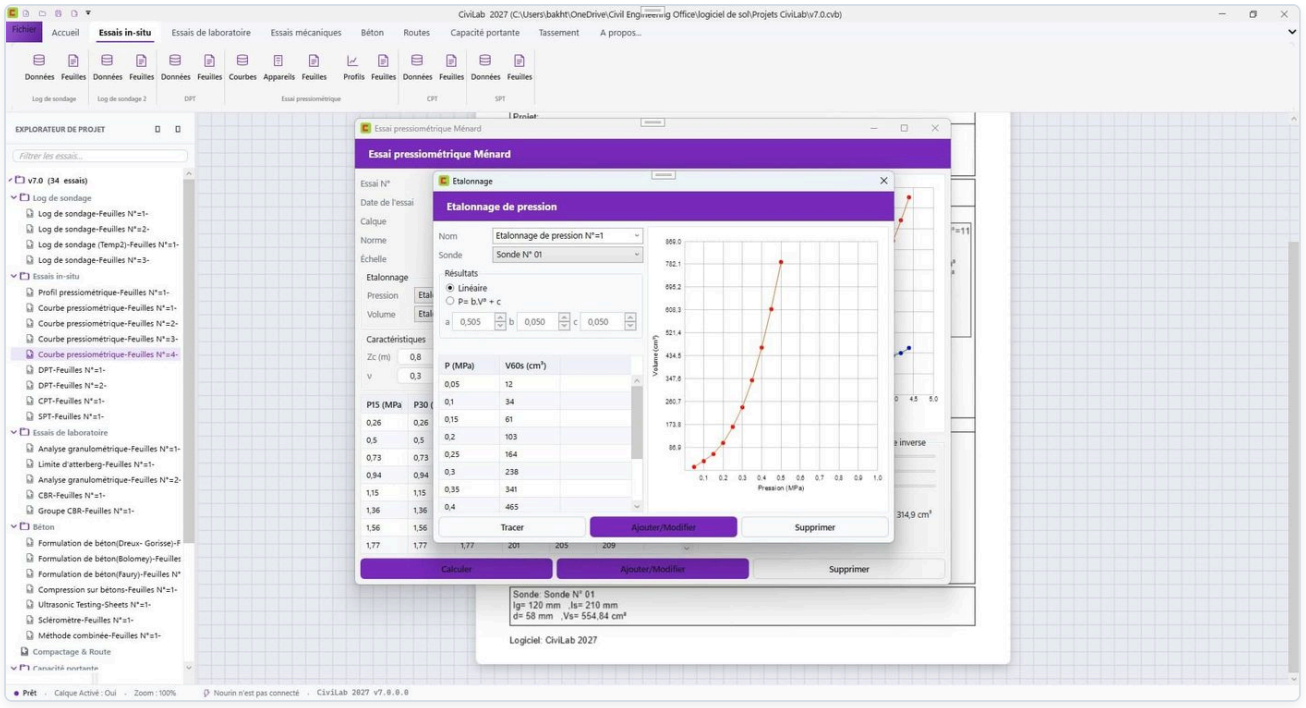
Appareils > Sonde : **Nom**, **longueur de cellule centrale** (lss), **longueur de cellule de garde** (lg), **diamètre extérieur** (De). CiviLab calcule le volume de la cellule centrale **Vc**.

9.3 Les étalonnages

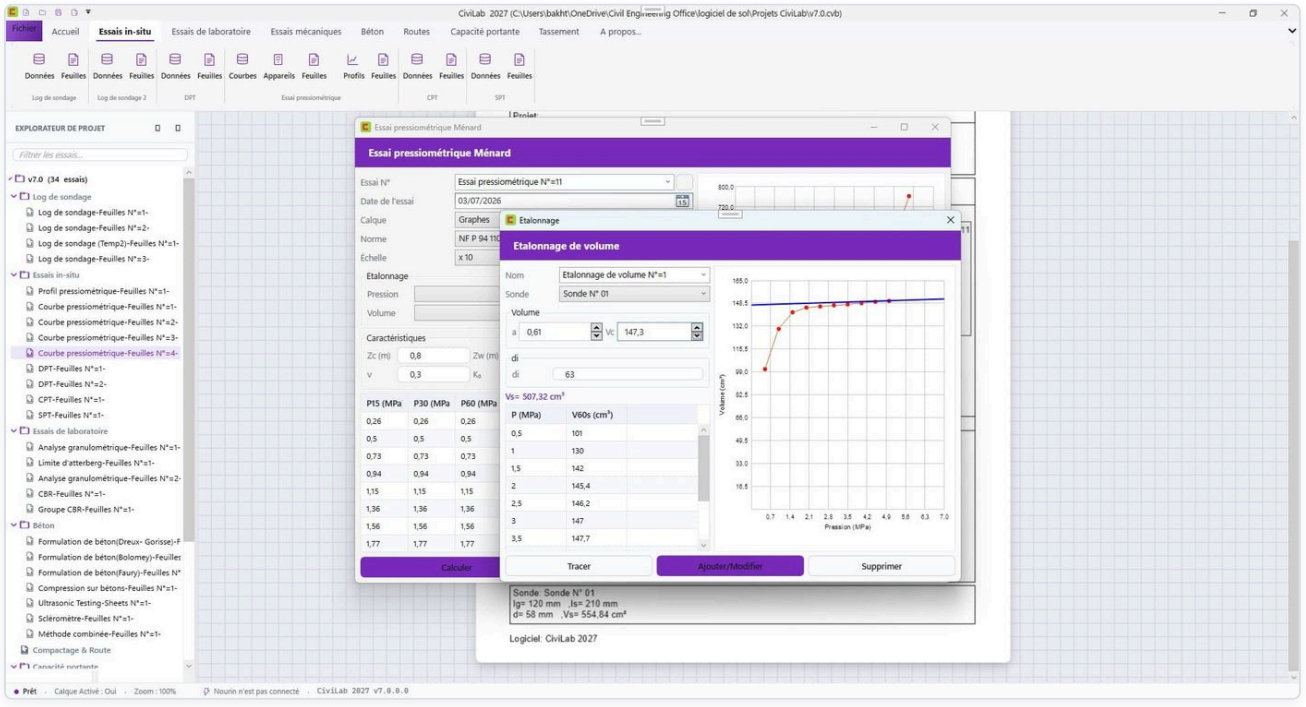
Etalonnage de pression (perte de pression propre, sonde gonflée à l'air libre) : saisissez les couples pression P (MPa) - volume V60 (cm^3) et choisissez le modèle :

- **Linéaire** ;
- non linéaire : $\mathbf{P = b \cdot V^a + c}$ (CiviLab ajuste a, b et c).

Etalonnage de volume (perte de volume, sonde gonflée dans un tube indéformable) : saisissez les couples P - V60 et le **Diamètre de tube de l'étalonnage** ; CiviLab ajuste la droite $\mathbf{V(P) = a \cdot P + Vc}$ et en déduit le coefficient de dilatation a de l'appareillage.



Fenêtre de saisie — Essai pressiométrique Ménard (étalonnage de pression)



Fenêtre de saisie — Essai pressiométrique Ménard (étalonnage de volume)

9.4 Saisie d'un essai (Courbes)

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Calque**, **Norme**, **Échelle de pression de fluage** (facteur d'échelle de la courbe de fluage V60 - V30).
2. **Etalonnage** : choisissez l'étalonnage de **Pression** et l'étalonnage de **Volume**.
3. **Caractéristiques** :

Champ	Signification
Zc (m)	Différence d'altitude entre le terrain naturel et le contrôleur pression-volume
Zw (m)	Profondeur de la nappe
Zs (m)	Profondeur de la sonde
ν	Coefficient de Poisson (0,33 en général)
K0	Coefficient des terres au repos
σv (kPa)	Contrainte verticale totale au niveau de la sonde

4. Tableau des paliers : **P15**, **P30**, **P60** (MPa) et **V15**, **V30**, **V60** (cm³).
5. Cliquez sur **Calculer**.

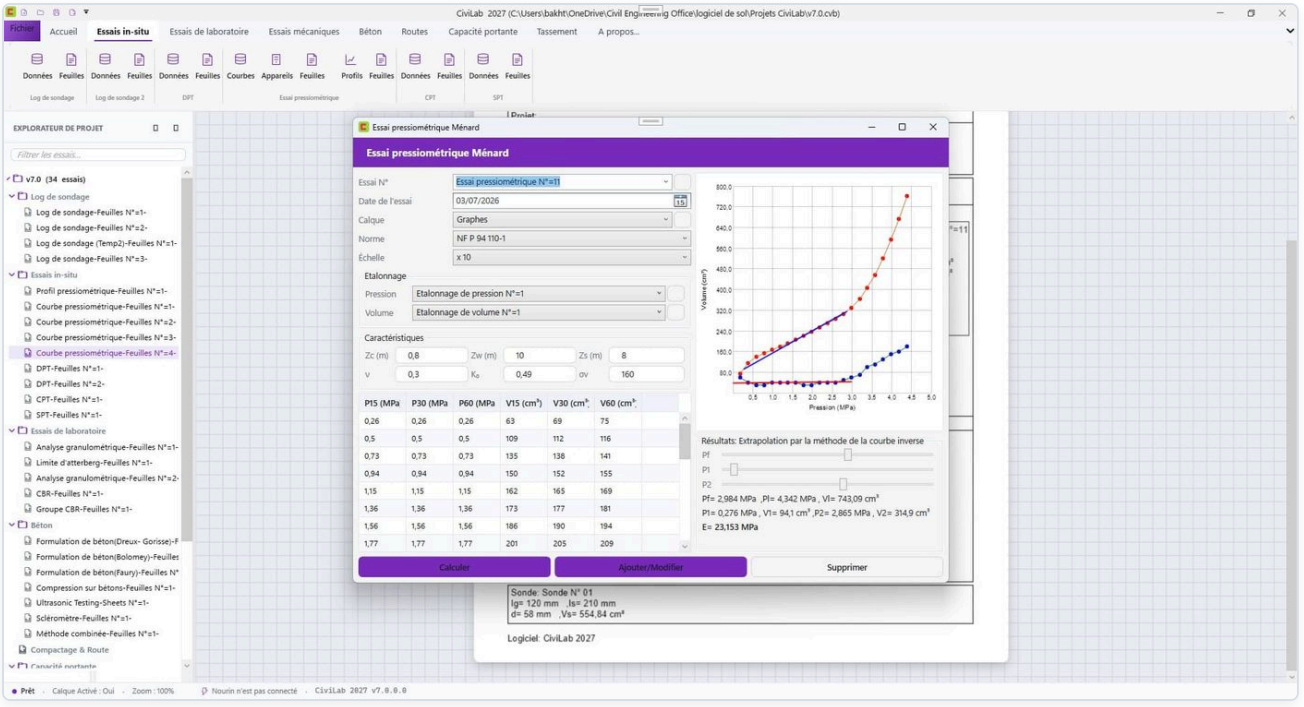
CiviLab corrige chaque palier :

- pression corrigée : P = P60 − Pétalonnage(V60) + (Zs + Zc) · γw ;
- volume corrigé : V = V60 − a · P60 ;
- fluage : V60 − V30 (multiplié par l'échelle choisie).

Puis il calcule :

- **EM = 2 (1 + ν) (Vc + Vm) · (P2 − P1) / (V2 − V1)**, avec Vm = (V1 + V2) / 2, entre les points P1-V1 et P2-V2 qui bornent la phase pseudo-élastique ;
- **pl** : pression correspondant au volume VL = Vc + 2 V1. Si l'essai ne l'atteint pas : **ASTM D4719-87**, extrapolation par la courbe inverse ; **NF EN ISO 22476-4**, application de l'annexe D :
  - lecture directe (interpolation linéaire) si VL est atteint (D.4.2) ;
  - moins de deux paliers après pf : résultat « pLM > p », égal à la dernière pression (D.4.3.1) ;
  - sinon CiviLab calcule la courbe inverse sur les trois dernières lectures (D.4.3.2) et la double hyperbole (D.4.3.3), et retient celle dont l'écart moyen avec les volumes mesurés est le plus faible (D.4.4) ; pLM n'est jamais inférieure à la dernière pression corrigée (D.6). La méthode retenue est affichée sous les résultats ;
- **pf** : pression de fin de la phase pseudo-élastique, lue sur la courbe de fluage ;
- les valeurs nettes **pl* = pl − σh** et **pf* = pf − σh**, avec σh = K0 (σv − u) + u, et u = γw (Zs − Zw) sous la nappe.

> **Attention :** si, pour un même volume, la pression d'étalonnage est supérieure à la pression lue pendant l'essai, CiviLab affiche « Valeur illogique, la valeur de la pression d'étalonnage est supérieure à la valeur de la pression lue ». Le bouton **Détails** donne Pcalib et Pcor pour chaque palier, avec l'explication : pendant l'essai, la pression doit vaincre la résistance de la sonde **et** celle du sol, elle ne peut donc pas être inférieure à celle de l'étalonnage (norme NF P 94-110-1, section D.3.3).



Fenêtre de saisie — Essai pressiométrique Ménard

9.5 Le profil pressiométrique

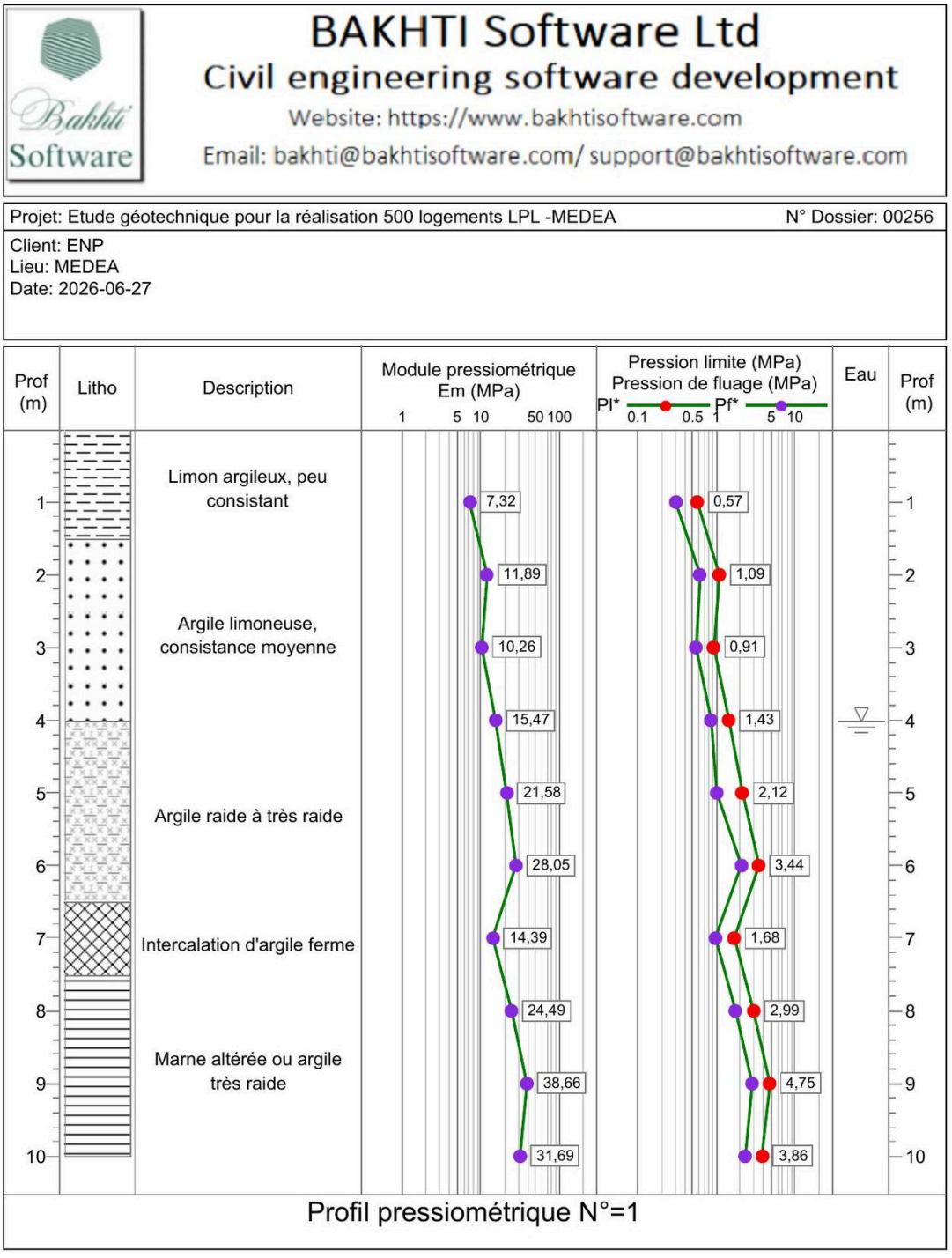
Profils regroupe les essais d'un sondage en un profil EM, pf* et pl* en fonction de la profondeur.

1. **Essai N°** (nom du profil), **Date**, **Calque**, **Log de sondage** associé (affiché à côté du profil), **Norme**.
2. Options **Valeur Em**, **Valeur Pf**, **Valeur Pl** : affichage des valeurs sur le profil.
3. Source du profil :
   - **À partir des essais pressiométriques** : cochez au moins deux essais ;
   - **Saisie manuelle (tableau Em, Pf*, Pl*)** (CiviLab 7.1) : remplissez une ligne par profondeur — **Profondeur Z (m)**, **Em (MPa)**, **Pf* (MPa)**, **Pl* (MPa)** ; virgule ou point acceptés ; au moins deux lignes.
4. **Ajouter/Modifier**.

Le profil manuel s'utilise comme un profil construit à partir des essais : feuille, capacité portante, tassement, module de réaction et Nourin.

9.6 Les feuilles

- **Feuille de la courbe** : courbe pressiométrique corrigée, courbe de fluage, courbes d’étalonnage, caractéristiques de la sonde et tableau des résultats (EM, pf, pl, P1, P2, V1, V2, échelle).
- **Feuille du profil** : log de sondage, EM, pf* et pl* en fonction de la profondeur.



Feuille de l'essai — Essai pressiométrique Ménard

10. Pénétromètre statique (CPT / CPTu)

10.1 Objet et normes

Une pointe pénétrométrique est enfoncée dans le sol à vitesse constante ; on mesure la résistance au cône qc, le frottement latéral local fs et, pour le CPTu, la pression interstitielle u2.

Normes : **ASTM D5778–20**, **NF EN ISO 22476-1**, **BS EN ISO 22476-1**, **NF P 94-113**.

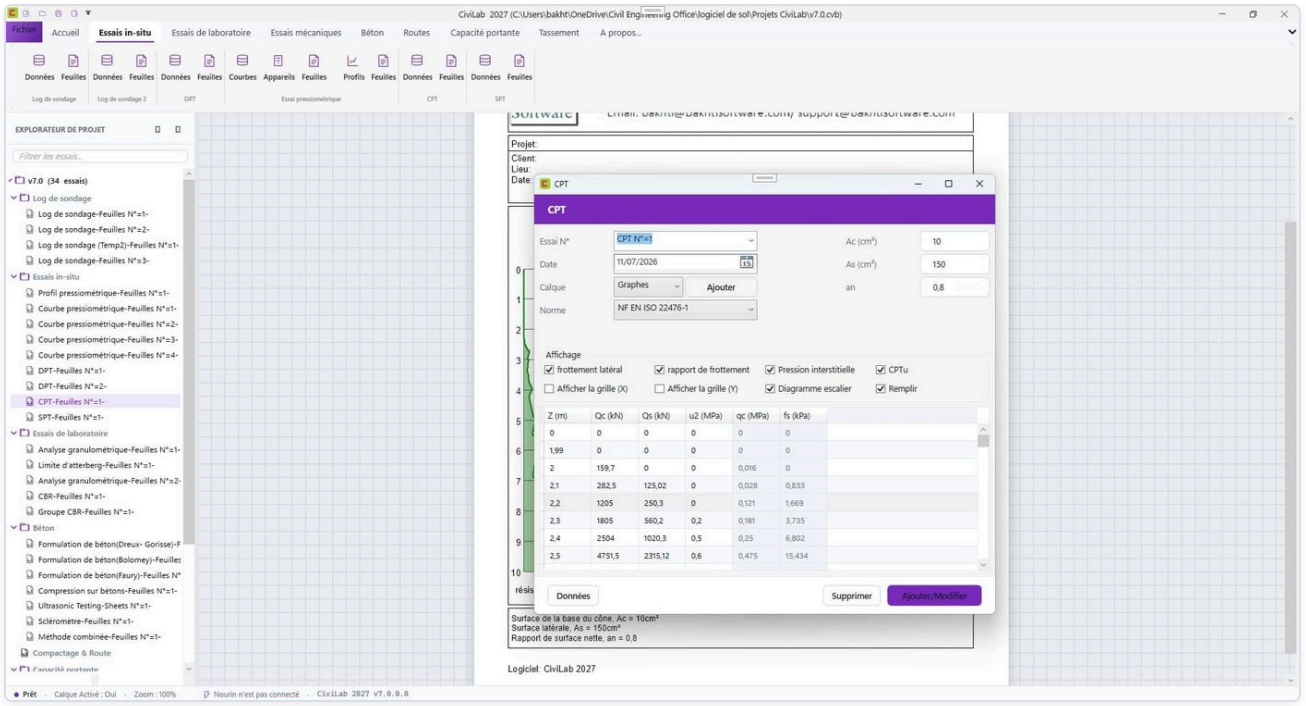
10.2 Saisie et calcul

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Calque**, **Norme**.
2. Caractéristiques de la pointe : **Surface de la base du cône** Ac, **Rapport de surface nette** a, **Surface latérale** du manchon As.
3. Tableau, une ligne par profondeur : **Profondeur**, **Effort total apparent sur le cône Qc** (kN), **Effort de frottement latéral Qs** (kN), **Pression interstitielle** u2 (MPa, ASTM D5778) ou **Effort total Qt**, **Inclinaison de la pointe**. Calcul (SI) : qc (MPa) = 10·Qc (kN) / Ac (cm²) ; fs (kPa) = 10 000·Qs (kN) / As (cm²). Si Qc ou Qs est vide (ou nul), les colonnes **qc** et **fs** se saisissent directement ou s'importent depuis Excel (📥) ; CiviLab ne les recalcule pas. Le calcul de qc et fs n'est plus automatique : il se lance avec le bouton « ▶ Calculer ». Rf = 100·fs/qc reste calculé sur la feuille.

CiviLab calcule :

- la **résistance apparente** qc = Qc / Ac ;
- le **frottement latéral** fs = Qs / As ;
- la **résistance apparente corrigée** qt = qc + u2 (1 − a) (CPTu) ;
- le **rapport de frottement** Rf = fs / qt (en %).

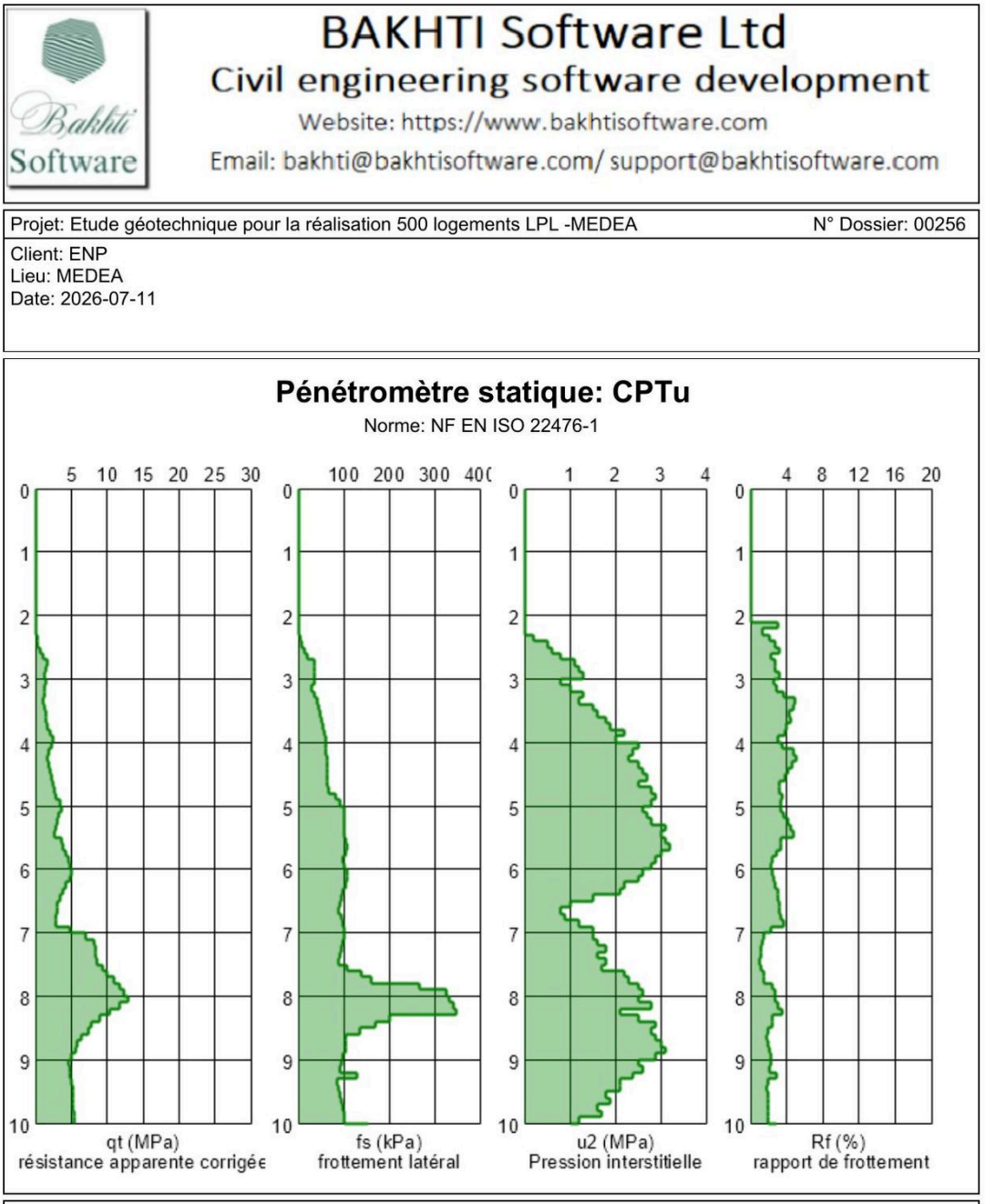
4. **Affichage** : **Afficher la grille**, **Diagramme escalier**, **Remplir**, et choix des profils tracés (qc ou qt, fs, Rf, u2).



Fenêtre de saisie — Pénétromètre statique (CPT / CPTu)

10.3 La feuille

Profils côte à côte de qc (ou qt), fs, Rf et u2 en fonction de la profondeur.



Feuille de l'essai — Pénétromètre statique (CPT / CPTu)

11. Essai de pénétration standard (SPT)

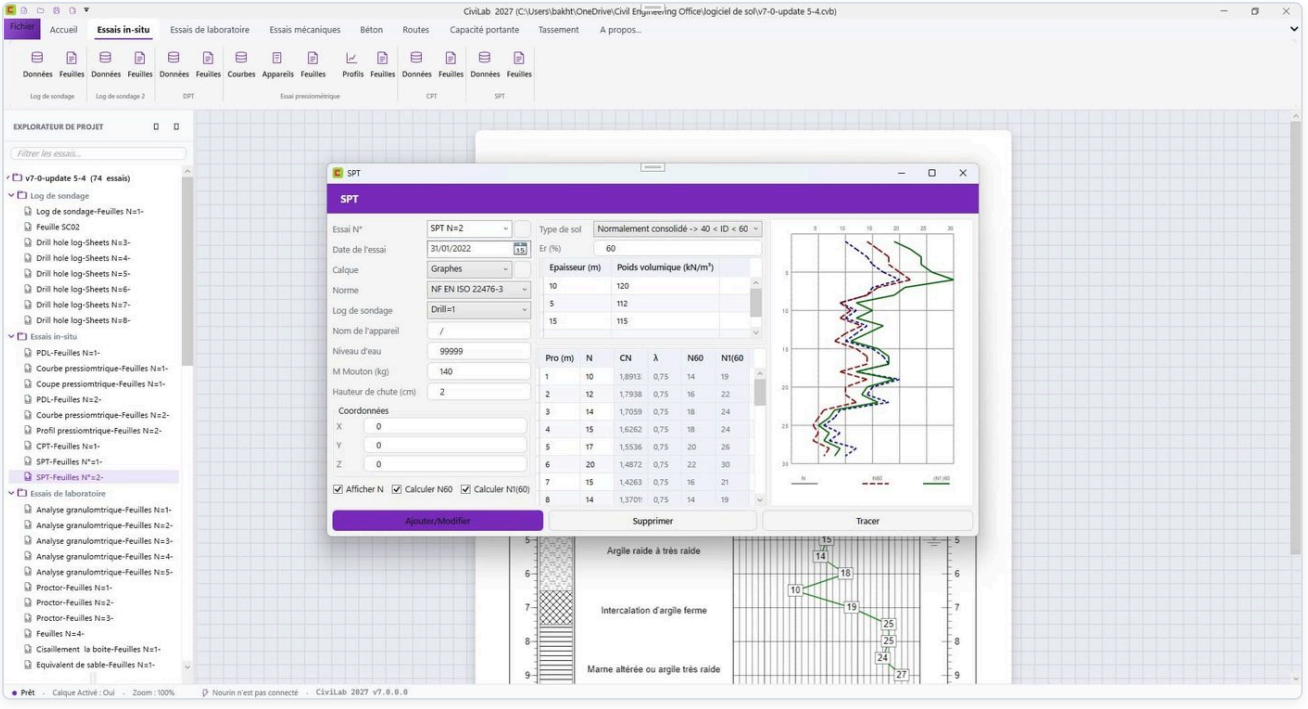
11.1 Objet et normes

Un carottier standard est enfoncé par un mouton de 63,5 kg tombant de 76 cm ; le résultat N est le nombre de coups nécessaires pour 0,30 m (1 ft) de pénétration.

Normes : **NF EN ISO 22476-3**, **BS EN ISO 22476-3**, **NF P 94-116**, **NA 5229**.

11.2 Saisie

1. **Essai N°**, **Log de sondage** associé, **Calque**, **Date de l'essai**, **Niveau d'eau**, **Norme**, **Coordonnées**.
2. Appareil : **Nom de l'appareil**, **Masse du Mouton m** (kg), **Hauteur de chute H** (cm), rendement énergétique **Er** (%).
3. **Type de sol** (pour CN) : **Normalement consolidé → 40 < ID < 60**, **Normalement consolidé → 60 < ID < 80**, **Surconsolidé**, **Sables normalement consolidés**, **FHWA (1998), Peck (1974)**.
4. Tableau des couches de sol : **Epaisseur** et **Poids volumique**, pour calculer la contrainte effective σ'v.
5. Tableau des mesures : **Profondeur** et **N** ; CN et λ sont proposés automatiquement et restent modifiables.



Fenêtre de saisie — Essai de pénétration standard (SPT)

11.3 Calcul

- Contrainte effective σ'v à la profondeur de l'essai, à partir des couches et de la nappe ;
- coefficient **CN** (effet de la pression des terres dans les sables), plafonné à 2 :

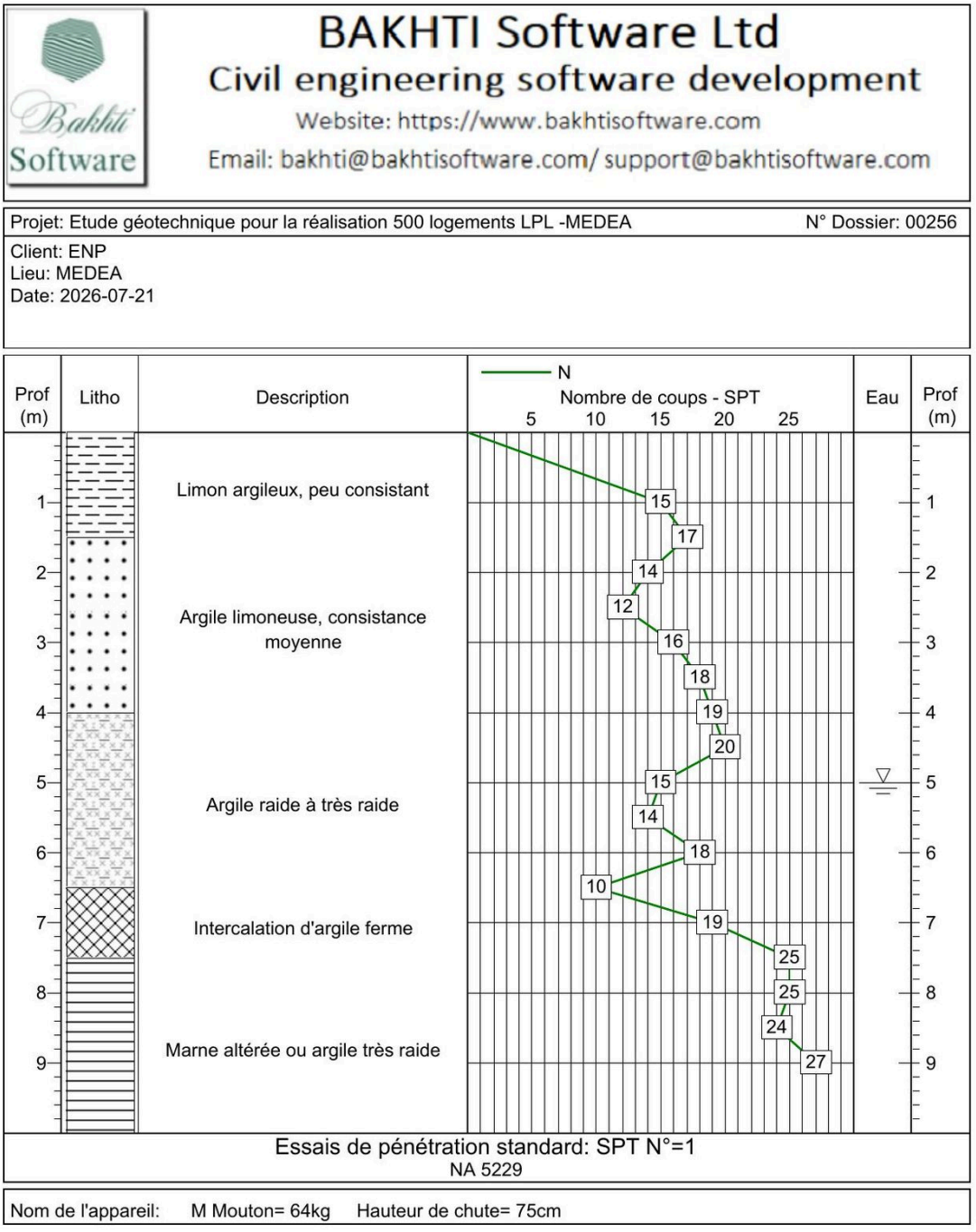
Type de sol	CN
Normalement consolidé, 40 < ID < 60	200 / (100 + σ'v)
Normalement consolidé, 60 < ID < 80	300 / (200 + σ'v)
Surconsolidé	170 / (70 + σ'v)
Sables normalement consolidés	√(98 / σ'v)
FHWA (1998), Peck (1974)	(100 / σ'v)^0,4

- coefficient **λ** (pertes d'énergie dues à la longueur des tiges) : 0,75 jusqu'à 4 m ; 0,85 de 4 à 6 m ; 0,95 de 6 à 10 m ; 1 au-delà ;
- **(N1)60 = Er · N · CN / 60** et **N60 = (N1)60 · λ**.

> **Remarque :** si les poids volumiques ne permettent pas de calculer σ'v, CiviLab affiche « Impossible de calculer CN: Impossible de calculer la contrainte à partir du tableau de poids volumique ».

11.4 La feuille

Profil de N, N60 et (N1)60 en fonction de la profondeur (options **Afficher**), avec le rappel des formules N60 = (Er x N x CN x λ)/60 et (N1)60 = (Er x N x CN)/60.



Feuille de l'essai — Essai de pénétration standard (SPT)

12. Analyse granulométrique

12.1 Objet et normes

L'analyse granulométrique détermine la distribution des tailles des grains d'un échantillon : par **tamisage** (série de tamis emboîtés) et, pour la fraction fine, par **sédimentométrie** (loi de Stokes).

	Normes
Tamisage	**ASTM D 6913**, **ASTM D 422**, **AASHTO T 88**, **BS 1377-2:2022**, **NF P 94-056**, **NA 5232**, **NF EN ISO 17892-4**
Sédimentométrie	**ASTM D7928**, **ASTM D422**, **NF P 94-057**, **ISO 17892-4**
Séries de tamis	**ASTM E11**, **ISO 565 / 3310-1**
Module de finesse	**NF EN 12620**, **ASTM C 136**, **XP P 18-540**

12.2 Les tamis (Appareils)

Appareils ouvre la liste des séries de tamis : donnez un **Nom** à la série, choisissez la **Norme**, puis cochez les **Tamis utilisés** (de 112 mm à 0,036 mm, avec leur équivalent en pouces) ; **Tout cocher** / **Tout décocher** facilitent la sélection. Une série enregistrée est réutilisable dans tous les essais (« La liste des tamis est vide » si aucun tamis n'est coché).

12.3 Saisie du tamisage

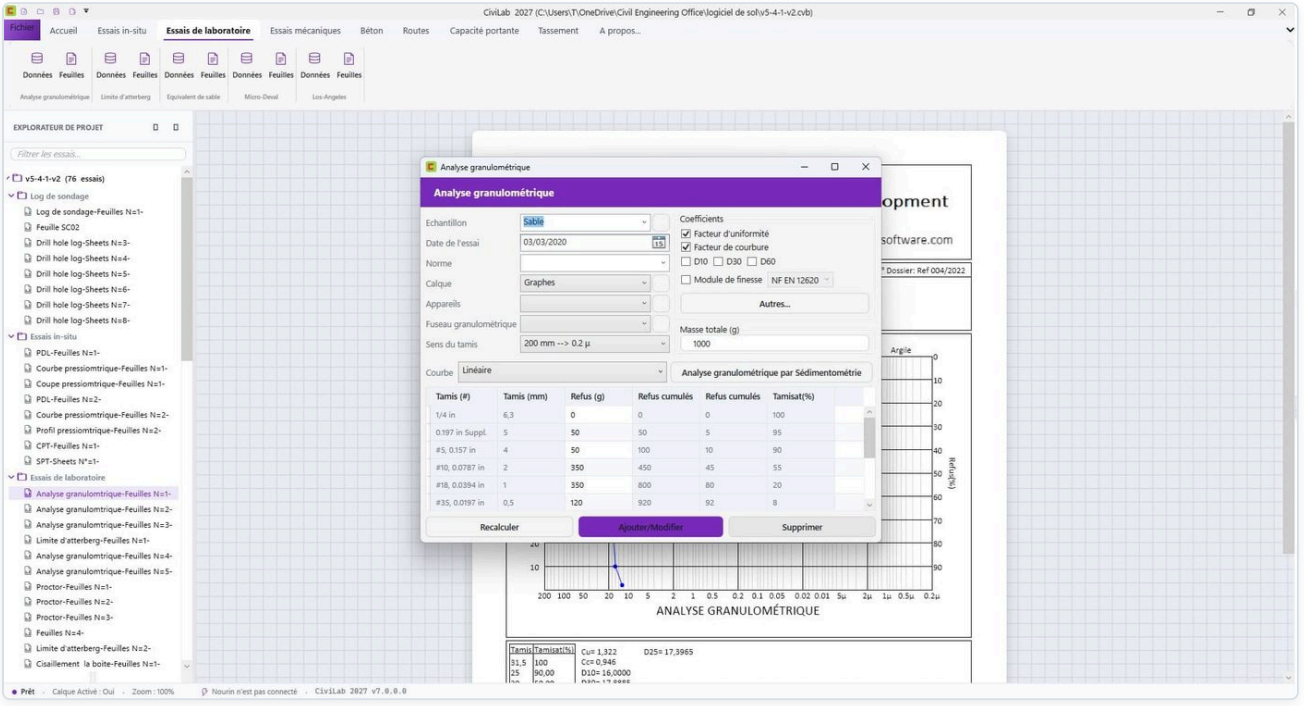
1. **Echantillon**, **Date de l'essai**, **Norme**, **Calque**, **Appareils** (série de tamis).
2. **Fuseau granulométrique** : fuseau de référence à superposer à la courbe (chapitre 12.5).
3. **Sens du tamis** : ordre d'affichage de l'axe des diamètres (par exemple 200 mm → 0,2 µm).
4. **Courbe** : méthode de tracé — **Linéaire**, **Spline Cubique**, **Spline Cubique (Akima)**, **Spline Cubique (Pchip)**, **B-Spline**, **Méthode des moindres carrés**.
5. **Masse totale de l'échantillon** (« Insérer la masse totale de l'échantillon » si elle manque).
6. Tableau : pour chaque tamis, la masse du **Refus** ; CiviLab calcule les **Refus cumulés** et le **Tamisat** (%).

7. **Coefficients** à afficher : **Facteur d'uniformité** Cu, **Facteur de courbure** Cc, **D10**, **D30**, **D60**, **Module de finesse** (selon la norme choisie) et, avec **Autres…**, n'importe quel diamètre **Dx** (diamètre correspondant à x % de tamisat).

Calculs :

- Cu = D60 / D10 ; Cc = $D30^2$ / (D10 · D60) ;
- module de finesse : somme des refus cumulés sur les tamis normalisés de la norme choisie, divisée par 100.

> **Remarque : Recalculer** relance le calcul après une modification ; « Vérifier le tamis : … » signale un tamis dont le refus est incohérent (tamisat croissant, masse négative).



Fenêtre de saisie — Analyse granulométrique

12.4 La sédimentométrie

Le bouton **Analyse granulométrique par Sédimentométrie** ouvre la fenêtre de l'essai au densimètre :

1. Cochez **Activer**, choisissez la **Norme** et le **Densimètre**.
2. Caractéristiques : **Masse de sol**, **masse spécifique des particules** Gs, **Volume de suspension** Vsp, **aire de la section** A de l'éprouvette, **volume du bulbe** Vhb, distance entre les graduations 100 ml et 1000 ml, corrections (**Facteur correcteur de défloculant** Rcp, correction de lecture RcL, **Correction de température**).

3. Tableau des lectures : **Temps** (min), **Température**, **Lecture** ; CiviLab calcule le **Diamètre équivalent** D (loi de Stokes) et le **% d'éléments < D**.

La partie fine se raccorde à la courbe de tamisage sur la même feuille.

12.5 Les fuseaux granulométriques

Fuseau granulométrique ouvre la liste des fuseaux : donnez un **Nom** et une **Couleur**, puis saisissez la **courbe min** et la **courbe max** (tamis et tamisat %). Le fuseau est tracé derrière la courbe de l'essai pour contrôler la conformité d'un matériau.

12.6 La feuille

La feuille trace une ou plusieurs courbes granulométriques (plusieurs échantillons sur la même feuille), avec les classes **Cailloux**, **Graviers**, **Gros sable**, **Sable fin**, **Limon**, **Argile** en tête du graphique, et sous le graphique le tableau tamis - tamisat et les coefficients choisis.

> **Remarque :** Nourin classe le sol selon le LCPC et le GTR (NF P 11-300) à partir de cette feuille (manuel de Nourin).

BAKHTI Software Ltd

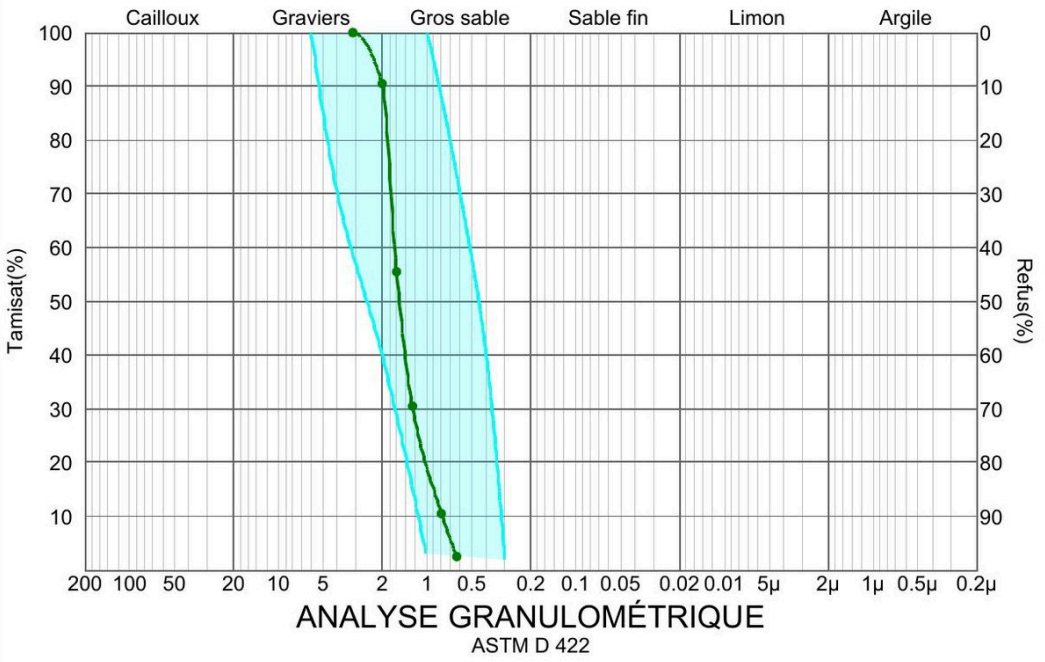
Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Etude géotechnique pour la réalisation 500 logements LPL -MEDEA N° Dossier: 00256

Client: ENP
Lieu: MEDEA
Date: 2026-07-22



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

ASTM D 422

Tamis	Tamisat(%)
3,15	100
2	90,50
1,6	55,50
1,25	30,50
0,8	10,50
0,63	2,50

Sable

Cu= 2,089
Cc= 1,177
D10= 0,7881
D30= 1,2361
D60= 1,6466

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Analyse granulométrique

13. Limites d'Atterberg

13.1 Objet et normes

Les limites d'Atterberg sont les teneurs en eau conventionnelles qui marquent le passage d'un sol fin de l'état liquide à l'état plastique (**limite de liquidité WL**) et de l'état plastique à l'état solide (**limite de plasticité WP**).

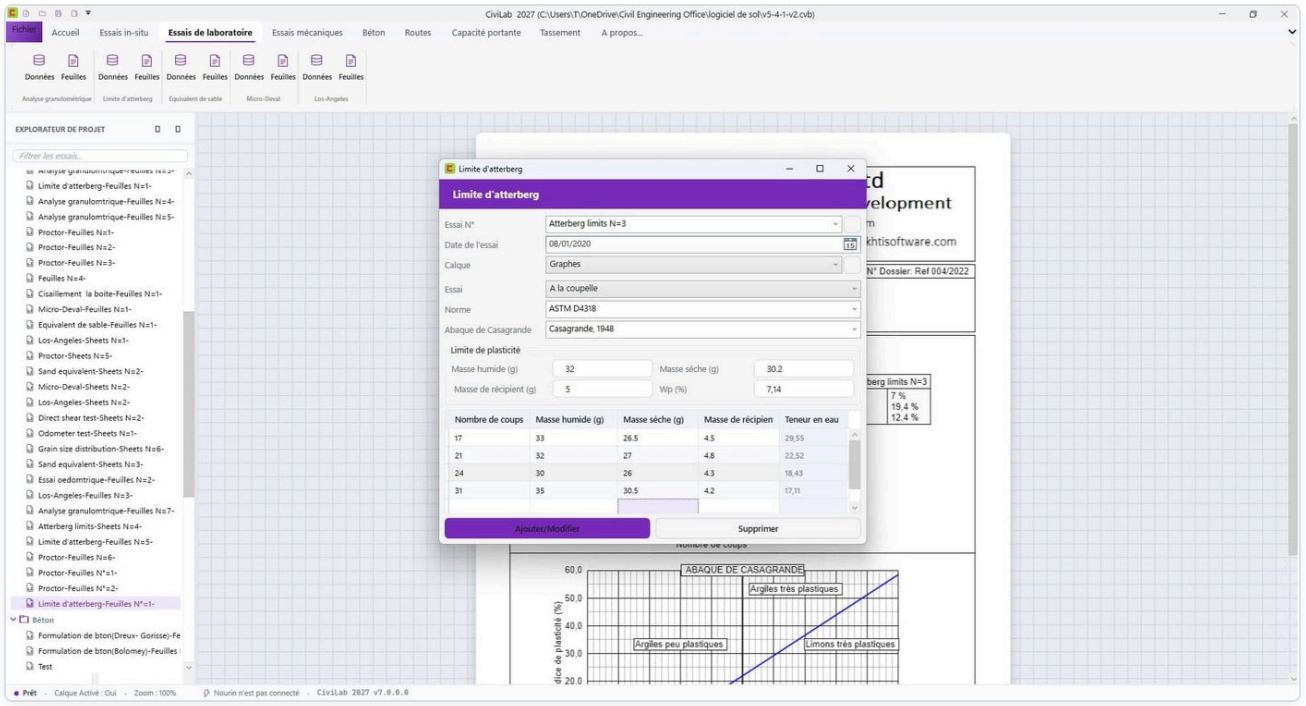
Méthode	Normes
A la coupelle (Casagrande)	**ASTM D4318-17E01**, **NF P 94-051**, **BS 1377-2:2022**
Pénétromètre à cône	**NA 16213**, **NF P 94-052-1**, **BS 1377-2:2022**
Classification	**Casagrande, 1948**, **BS 5930:2015**, **ASTM D2487–17**

13.2 Saisie

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Norme**, **Calque**, méthode **A la coupelle** ou **Pénétromètre à cône**.
2. Tableau de la limite de liquidité, un essai par ligne : **Nombre de coups** (coupelle) ou **Enfoncement** (cône), **Masse humide**, **Masse séche**, **Masse de récipient** ; CiviLab calcule la **Teneur en eau** w = (Mh − Ms) / (Ms − Mr) × 100.
3. **Limite de plasticité** : mêmes masses pour les rouleaux ; CiviLab calcule **Wp** (moyenne).
4. **Abaque de Casagrande** : choisissez l'abaque de classification.

Calculs :

- coupelle : droite teneur en eau - log(nombre de coups) ; **WL** = teneur en eau à 25 coups ;
- cône : droite teneur en eau - enfoncement ; **WL** = teneur en eau à l'enfoncement de référence de la norme ;
- **IP = WL − WP**, puis position du sol sur l'abaque (CL, CH, ML, MH, OL, OH, CL-ML).



Fenêtre de saisie — Limites d'Atterberg

13.3 La feuille

Courbe de la limite de liquidité, tableau WP / WL / IP et abaque de plasticité avec le point du sol.

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

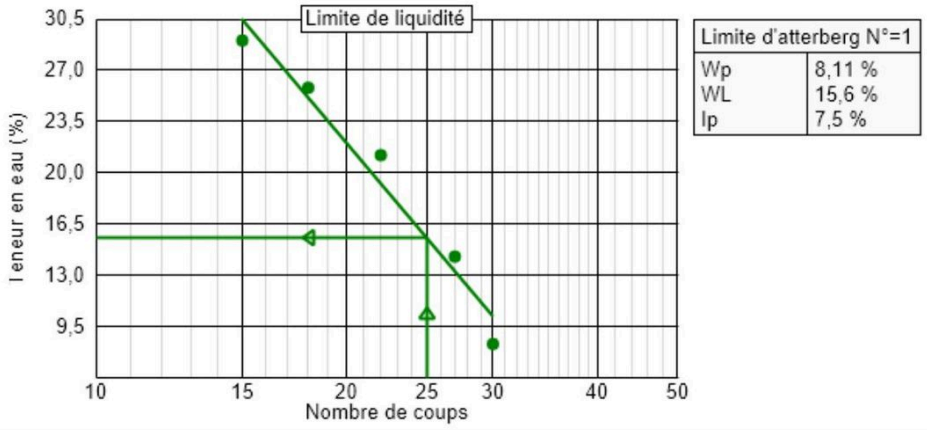
Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

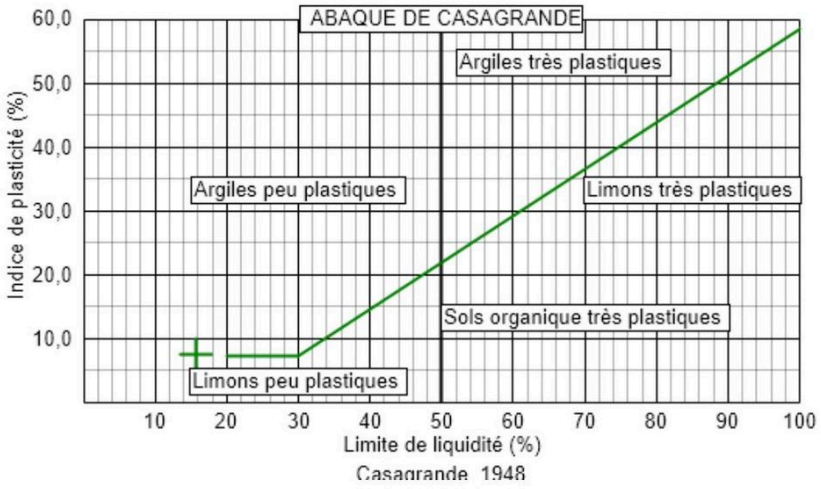
Projet: Etude géotechnique pour la réalisation 500 logements LPL -MEDEA	N° Dossier: 00256
Client: ENP Lieu: MEDEA Date: 2026-07-12 Source: SC01	Profondeur: 10

LIMITE D'ATTERBERG

NF P94-051



Limite d'atterberg N°=1	
Wp	8,11 %
WL	15,6 %
Ip	7,5 %



Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Limites d'Atterberg

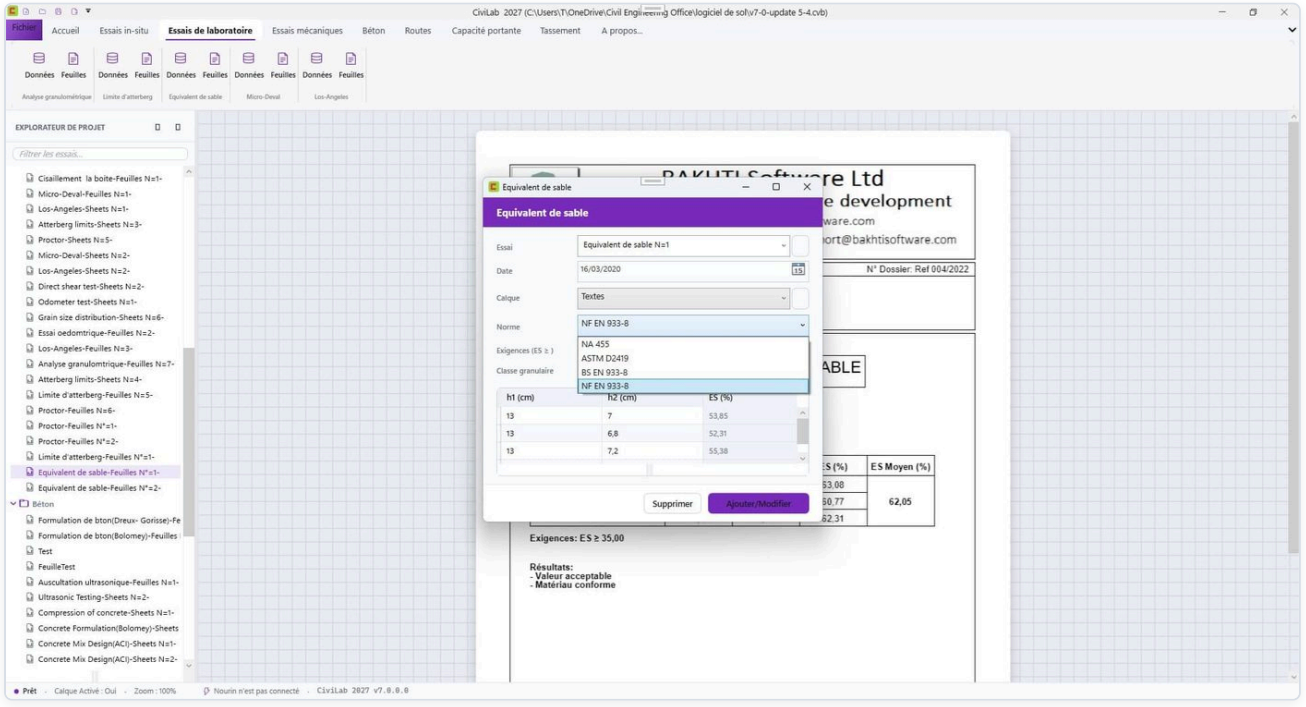
14. Équivalent de sable

14.1 Objet et normes

L'équivalent de sable caractérise la propreté d'un sable : après agitation dans une solution lavante, on mesure la hauteur du floculat et la hauteur du sable. Normes : **ASTM D2419**, **BS EN 933-8**, **NA 455**, **NF EN 933-8**.

14.2 Saisie et calcul

1. **Essai**, **Date**, **Norme**, **Calque**, **Classe granulaire**, **Exigences** (valeur minimale admise).
2. Pour chaque éprouvette : h1 (hauteur totale, sable + floculat) et h2 (hauteur du sable).
3. CiviLab calcule **ES = 100 · h2 / h1** pour chaque éprouvette et la moyenne, puis compare la moyenne aux exigences.



Fenêtre de saisie — Équivalent de sable

14.3 La feuille

Tableau des mesures, ES de chaque éprouvette, ES moyen et conclusion.

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Etude géotechnique pour la réalisation 500 logements LPL -MEDEA N° Dossier: 00256

Client: ENP
Lieu: MEDEA
Date: 2026-09-19

ESSAI EQUIVALENT DE SABLE

Norme: NA 455

Essai: Equivalent de sable N°=1
Classe granulaire: 0/3

N° Echantillon	h1 (cm)	h2 (cm)	ES (%)	ES Moyen (%)
1	12,00	9,20	76,67	**78,06**
2	12,00	9,50	79,17	
3	12,00	9,40	78,33	

Exigences: ES ≥ 70,00

Résultats:
- Valeur acceptable
- Matériau conforme

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Équivalent de sable

15. Micro-Deval

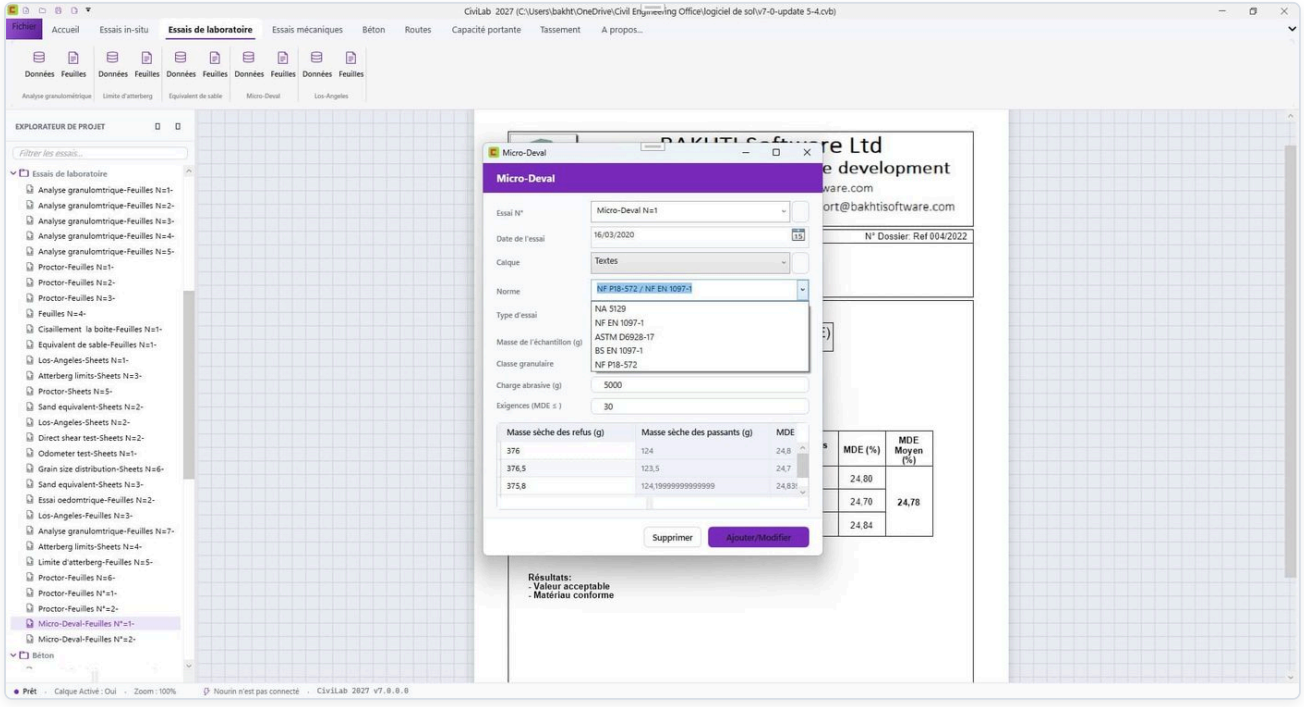
15.1 Objet et normes

L'essai Micro-Deval mesure la résistance à l'usure par frottement réciproque des éléments d'un granulat, **à sec** (MDS) ou **en présence d'eau** (MDE). Classes granulaires : 4/6,3 ; 6,3/10 ; 10/14 ; 25/50 mm. Normes : **ASTM D6928-17**, **BS EN 1097-1**, **NA 5129**, **NF EN 1097-1**, **NF P 18-572**.

15.2 Saisie et calcul

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Norme**, **Calque**, **Type d'essai** (**Sec** ou **En présence d'eau**).
2. **Masse de l'échantillon** (500 g en général), **Classe granulaire**, **Charge abrasive** (masse de billes), **Exigences** (MDS ≤ … ou MDE ≤ …).
3. Pour chaque essai : la **Masse sèche des refus** au tamis de 1,6 mm ; CiviLab en déduit la masse des éléments < 1,6 mm.
4. Coefficient : **MDE (ou MDS) = 100 · m / M**, où m est la masse des éléments inférieurs à 1,6 mm et M la masse de l'échantillon.

CiviLab compare le résultat aux exigences : **Matériau conforme** ou **Matériau non conforme**.



Fenêtre de saisie — Micro-Deval

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Etude géotechnique pour la réalisation 500 logements LPL -MEDEA N° Dossier: 00256

Client: ENP
Lieu: MEDEA
Date: 2026-09-19

ESSAI MICRO-DEVAL (MDE)

Norme: NA 5129

Essai: Micro-Deval N°=1
Masse de l'échantillon: 500 g
Type d'essai: En présence d'eau

Classe granulaire	Charge abrasive (g)	Masse sèche des refus (g)	Masse sèche des passants (g)	MDE (%)	MDE Moyen (%)
10/14	5000	375,00	125,00	25,00	**23,33**
		383,00	117,00	23,40	
		392,00	108,00	21,60	

Exigences: MDE ≤ 25,00 %

Résultats:
- Valeur acceptable
- Matériau conforme

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Micro-Deval

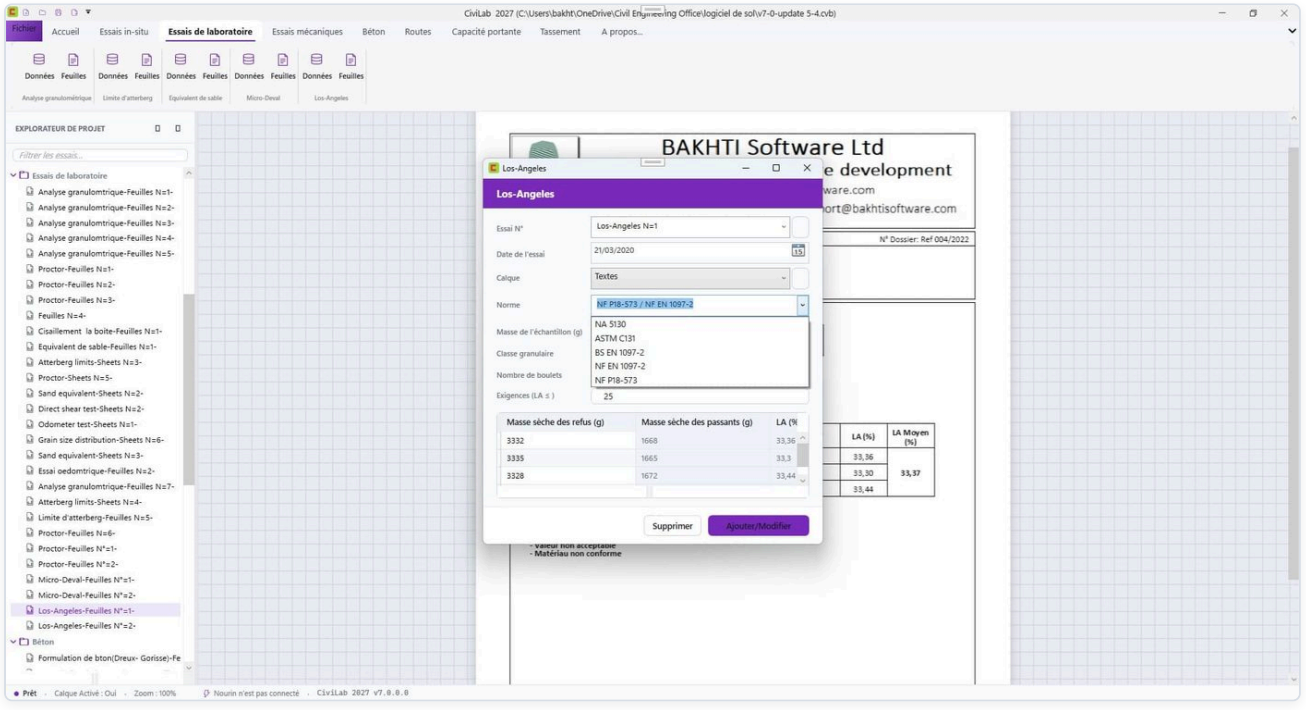
16. Los Angeles

16.1 Objet et normes

L’essai Los Angeles mesure la résistance combinée aux chocs et à l’usure, en soumettant le granulat aux chocs de boulets dans la machine Los Angeles. Classes granulaires : 4/6,3 ; 6,3/10 ; 10/14 ; 10/25 ; 16/31,5 ; 25/50 mm. Normes : **ASTM C131**, **BS EN 1097-2**, **NA 5130**, **NF EN 1097-2**, **NF P 18-573**.

16.2 Saisie et calcul

1. **Essai N°**, **Date de l’essai**, **Norme**, **Calque**.
2. **Masse de l’échantillon** (5000 g en général), **Classe granulaire**, **Nombre de boulets**, **Exigences** (LA ≤ …).
3. Pour chaque essai : la **Masse sèche des refus** au tamis de 1,6 mm ; CiviLab calcule la **Masse sèche des passants**.
4. Coefficient : **LA = 100 · m / M**, où m est la masse des éléments inférieurs à 1,6 mm produits pendant l’essai et M la masse de l’échantillon.



Fenêtre de saisie — Los Angeles

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Etude géotechnique pour la réalisation 500 logements LPL -MEDEA N° Dossier: 00256

Client: ENP
Lieu: MEDEA
Date: 2026-09-19

ESSAI LOS-ANGELES (LA)

Norme: NA 5130

Essai: Los-Angeles N°=1
Masse de l'échantillon: 5000 g

Classe granulaire	Nombre de boulets	Masse sèche des refus (g)	Masse sèche des passants (g)	LA (%)	LA Moyen (%)
10/14	11	3725,00	1275,00	25,50	**26,67**
		3685,00	1315,00	26,30	
		3589,00	1411,00	28,22	

Exigences: LA ≤ 30,00 %

Résultats:
- Valeur acceptable
- Matériau conforme

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Los Angeles

17. Essai Proctor

17.1 Objet et normes

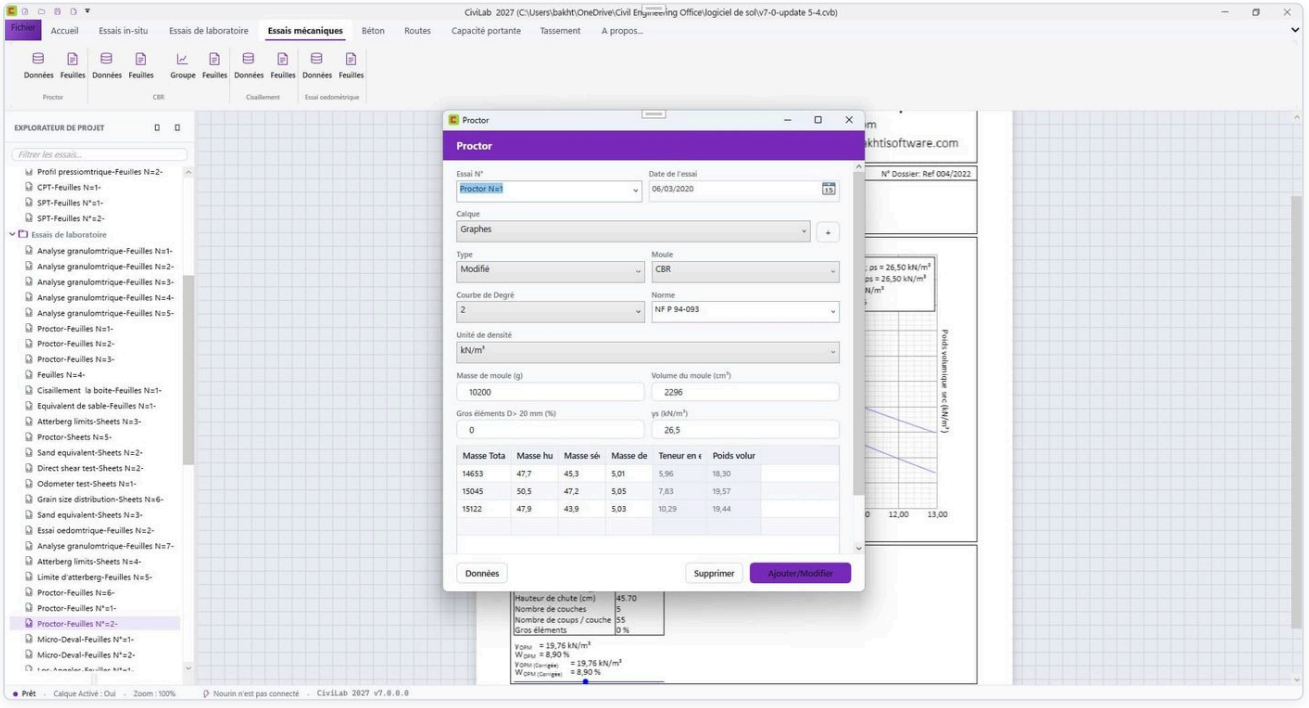
L'essai Proctor détermine la teneur en eau optimale qui donne la densité sèche maximale d'un sol compacté avec une énergie normalisée :

- **Proctor normal** (couches de forme, remblais) : optimum **WOPN**, **γOPN** ;
- **Proctor modifié** (couches d'assise) : optimum **WOPM**, **γOPM**.

Deux moules : **Proctor** et **CBR**, selon la granulométrie du sol. Normes : **ASTM D698**, **ASTM D1557-91**, **BS 1377-2:2022**, **NA 5262**, **NF P 94-093**.

17.2 Saisie

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Norme**, **Calque**.
2. **Moule** (**Proctor** ou **CBR**), **Type** (**Normal** ou **Modifié**), **Masse de moule**, **Volume du moule**.
3. **Unité de densité** : **Poids volumique sec** γd (kN/m³) ou **Masse volumique sec** ρd (t/m³).
4. **Courbe de Degré** : degré du polynôme d'ajustement de la courbe Proctor.
5. **Gros éléments** : pourcentage d'éléments D > 20 mm (correction de la densité).
6. Tableau, une ligne par point : **Masse Totale humide** (moule + sol), **Masse humide**, **Masse séche** et **Masse de récipient** de la prise de teneur en eau.



Fenêtre de saisie — Essai Proctor

17.3 Calcul

Pour chaque point :

- teneur en eau w = (Mh − Ms) / (Ms − Mr) ;
- masse volumique humide ρh = (Masse totale humide − Masse de moule) / Volume du moule ;
- densité sèche ρd = ρh / (1 + w) (ou γd = ρd · g).

CiviLab ajuste un polynôme du degré choisi sur les points (w, ρd) et en déduit l'optimum : **teneur en eau optimale** et **densité sèche maximale**.

> **Attention :** si le pourcentage de gros éléments (D > 20 mm) dépasse 25 %, l'essai Proctor n'est pas représentatif : « L'essai de Proctor ne peut être fait, Motif : pourcentage des gros éléments (D > 20mm) est > 25% ».

17.4 La feuille

Courbe(s) de compactage (plusieurs essais sur la même feuille), tableau des points, optimum et caractéristiques du moule.

BAKHTI Software Ltd

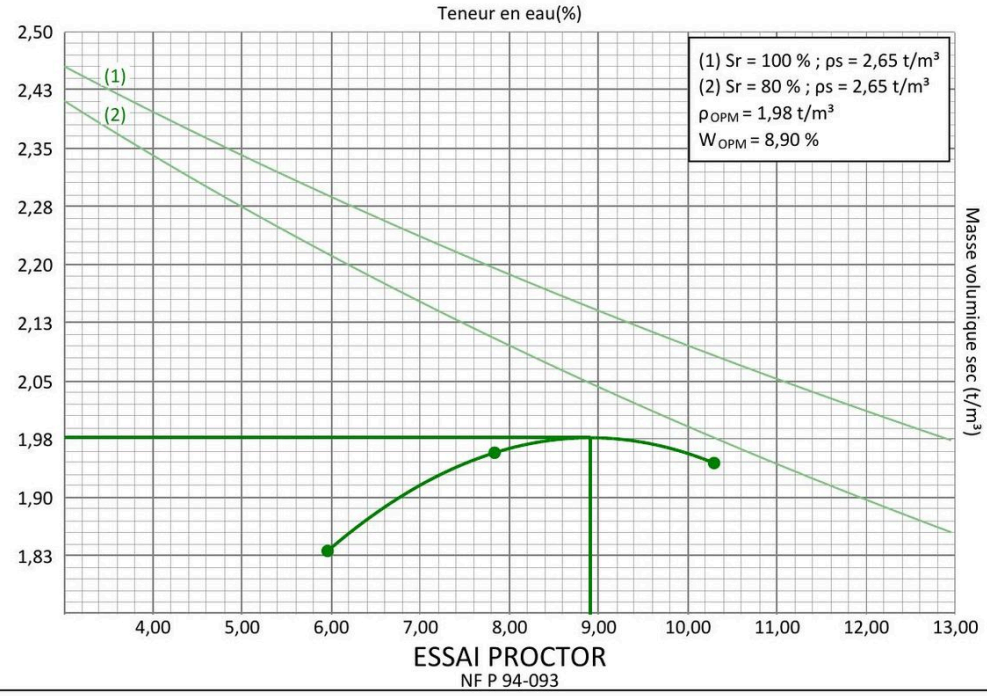
Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Etude géotechnique pour la réalisation 500 logements LPL — N° Dossier: 002605

Client: AADL
Lieu: MEDEA
Date: 2026-09-26



Essai	Proctor N°=1
Type	Modifié
Moule	CBR
Masse de la dame (kg)	4.540
Hauteur de chute (cm)	45.70
Nombre de couches	5
Nombre de coups / couche	55
Gros éléments	0 %

ρ_{OPM} = 1,98 t/m³
W_{OPM} = 8,90 %
$\rho_{OPM\ (Corrigée)}$ = 1,98 t/m³
$W_{OPM\ (Corrigée)}$ = 8,90 %

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Essai Proctor

18. Essai CBR

18.1 Objet et normes

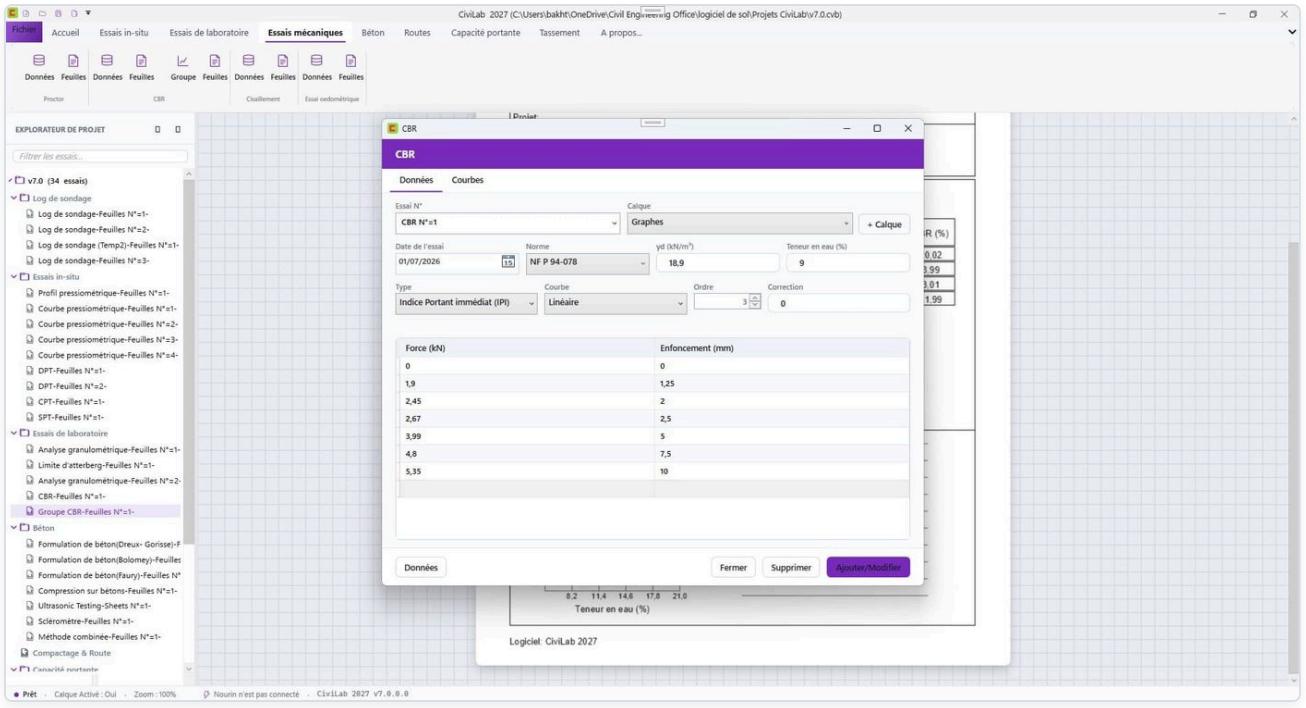
L'essai CBR (California Bearing Ratio) mesure la force nécessaire pour enfoncer à vitesse constante un poinçon cylindrique dans une éprouvette, et la rapporte à celle d'un matériau de référence pour deux enfoncements conventionnels (2,5 et 5 mm).

Normes : **ASTM D1883-99**, **AASHTO T 193**, **VTM-8**, **NF P 94-078**, **BS 1377-9:1990**, **NA 5252**.

18.2 Saisie d'un essai

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Norme**, **Calque** (bouton **+ Calque**).
2. **Type** d'indice : **Indice Portant immédiat (IPI)**, **Indice CBR immédiat** ou **Indice CBR immersion** (après 4 jours d'immersion).
3. **Teneur en eau** et densité sèche de l'éprouvette (pour l'étude en groupe).
4. Tableau : **Enfoncement** (mm) et **Force** (kN) — ou **Pression** (MPa).
5. **Courbe** : **Linéaire**, **Spline Cubique**, **Spline Cubique (Akima)**, **Spline Cubique (Pchip)**, **B-Spline** (avec son **Ordre**), **Méthode des moindres carrés**.
6. **Correction** : décalage de l'origine lorsque la courbe présente une concavité initiale (mise en place du poinçon).
7. ↻ **Actualiser** retrace la courbe.

CiviLab calcule l'indice CBR aux enfoncements de 2,5 mm et de 5 mm (forces rapportées aux forces de référence de la norme) et retient la valeur maximale.



Fenêtre de saisie — Essai CBR

18.3 L'étude CBR sur un groupe d'essais (Groupe)

Essais mécaniques > CBR > Groupe réunit plusieurs essais CBR réalisés à différentes énergies ou teneurs en eau :

1. **Essai N°** du groupe, **Norme**, **Calque**, **Ordre** de la courbe.
2. Cochez les essais CBR du groupe.
3. **Courbes** : **Courbe: Indice CBR-Densité sèche** et/ou **Courbe: Indice CBR-Teneur en eau**, avec la méthode de tracé.

Le groupe permet de lire l'indice CBR correspondant à une densité ou à une teneur en eau donnée (par exemple 95 % de l'OPM).

18.4 Les feuilles

- Feuille d'un essai : courbe force - enfoncement (corrigée), indices à 2,5 et 5 mm, indice retenu.
- Feuille du groupe : courbes indice CBR - densité sèche et indice CBR - teneur en eau.

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

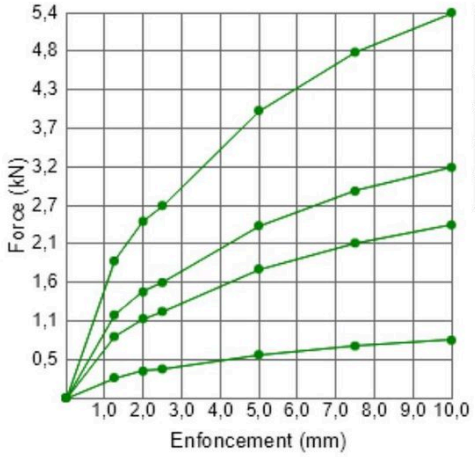
Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Etude géotechnique pour la réalisation 500 logements LPL — N° Dossier: 002536

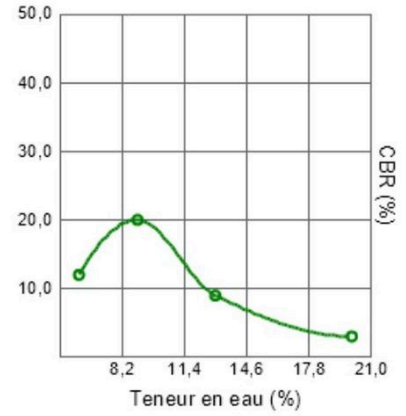
Client: ENP
Lieu: MEDEA
Date: 2026-07-01

PROCÈS VERBAL

Essai CBR NF P 94-078



γd (kN/m³)	ω (%)	Enfoncement		CBR (%)
		2.5 mm	5 mm	
18,90	9,00	2,67	3,99	20,02
17,80	13,00	1,20	1,79	8,99
14,50	20,00	0,40	0,60	3,01
17,90	6,00	1,60	2,39	11,99



Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Essai CBR

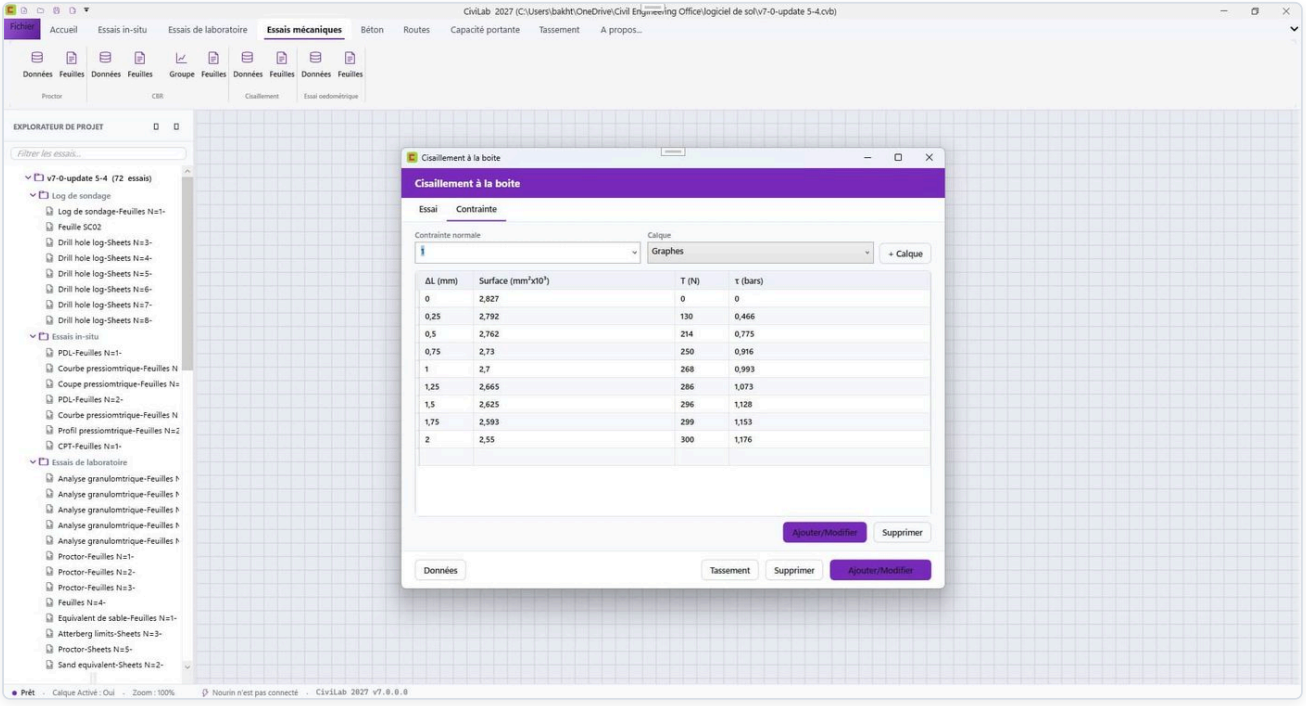
19. Cisaillement direct

19.1 Objet et normes

L'essai de cisaillement à la boîte (boîte de Casagrande) mesure les caractéristiques de rupture d'un échantillon soumis à un cisaillement selon un plan imposé, à vitesse constante. En conditions drainées et à vitesse lente, il donne l'angle de frottement effectif φ′ et la cohésion effective c′. Normes : **ASTM D3080-04**, **NF P 94-071-1**, **NA 16218**.

19.2 Saisie

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Norme**, **Calque**, **Nom de l'appareil**, **Vitesse** de cisaillement.
2. Type d'essai : **Non consolidé, Non drainé (UU)**, **Consolidé, Non drainé (CU)** ou **Consolidé, Drainé (CD)**.
3. **Boîte de Casagrande** : dimensions et **Surface** de l'éprouvette ; **Unité** des lectures (mm/bars, mm/kPa, in/lbf/in²).
4. Pour chaque **Contrainte normale** σn : tableau **Déformation** (déplacement horizontal ΔL), **Surface** corrigée, **T** (effort de cisaillement : T = 9,81 × K × lecture de l'anneau dynamométrique) et **Tassement** (déplacement vertical).
5. **Courbe** : méthode de tracé de la courbe contrainte - déformation.



Fenêtre de saisie — Cisaillement direct

19.3 Calcul

- Contrainte de cisaillement **τ = T / S** pour chaque lecture ;
- τ maximal (pic) pour chaque contrainte normale ;
- **Courbe intrinsèque** τ = c′ + σn · tan φ′ ajustée sur les points (σn, τmax) : **cohésion C** et **angle de frottement φ**.

> **Remarque :** « Impossible de trouver la contrainte normale fournie. » signale une contrainte normale sans tableau de mesures ; « Erreur C<0 ! » indique une droite intrinsèque qui coupe l'axe sous l'origine.

19.4 La feuille

Courbes τ - déformation pour chaque σn, droite intrinsèque σn - τ, C et φ.

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

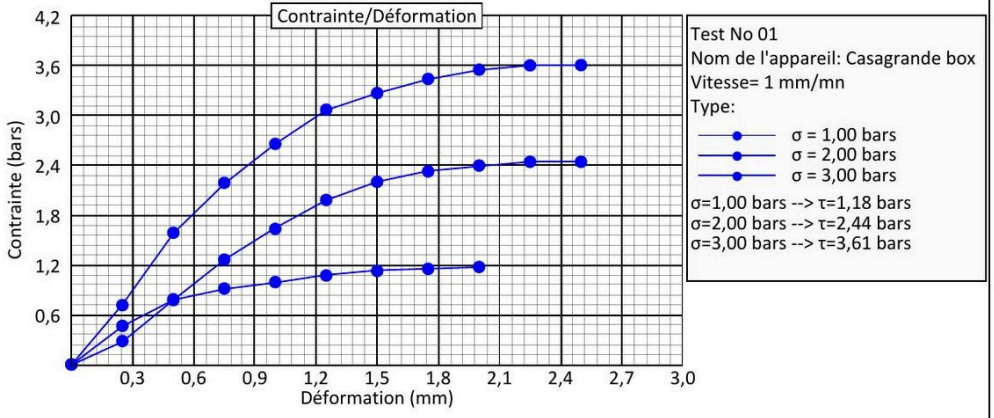
Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

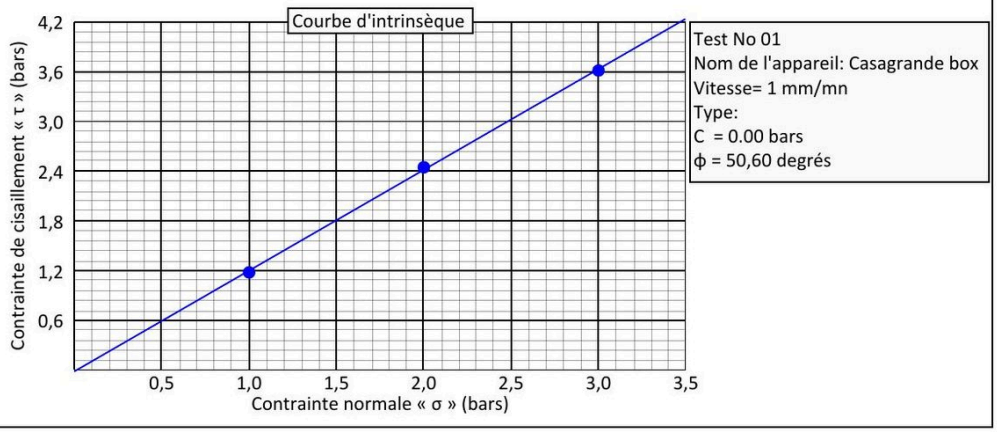
Projet: RN 18 — N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2020-02-12

ESSAI DE CISAILLEMENT DIRECT

Norme: NF P 94-071-1





Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Cisaillement direct

20. Essai triaxial

20.1 Objet et normes

L'essai triaxial de révolution mesure la résistance au cisaillement d'une éprouvette cylindrique entourée d'une membrane, placée dans une cellule sous une pression de confinement σc, puis chargée axialement à vitesse constante jusqu'à la rupture. CiviLab traite :

Type	Description	Norme
UU	non consolidé, non drainé	**NF EN ISO 17892-8:2018**
CU / CIU	consolidé isotrope, non drainé, avec mesure de la pression interstitielle u (CU+u) ; sans mesure de u : essai **CU** interprété en contraintes totales	**NF EN ISO 17892-9:2018** ; NF P 94-070
CAU	consolidé anisotrope, non drainé	NF EN ISO 17892-9:2018
CD / CID	consolidé isotrope, drainé	NF EN ISO 17892-9:2018
CAD	consolidé anisotrope, drainé	NF EN ISO 17892-9:2018

Les définitions et l'interprétation (paramètres s, t, s', cercles de Mohr, droite de Mohr–Coulomb, cuu et φuu, cu = cuo + λcu·σ'c) suivent **NF P 94-070**.

20.2 Saisie

Ruban **Essais mécaniques ▸ Triaxial ▸ Données**. La fenêtre a trois onglets.

Onglet Essai : nom, calque, date, **type d'essai**, **critère de rupture**, **déformation de rupture** (%), appareil, puis l'appareillage et les corrections :

- **Correction de membrane** : épaisseur tm, diamètre Dm (vide = diamètre de l'éprouvette), module Em (1 400 kPa pour le latex, valeur de la norme) ;
- **f** (1/3 par défaut) ;
- **section du piston a** et **K = W − (Acor − a)·h·γ** pour un capteur de force extérieur à la cellule (a = 0 et K = 0 pour un capteur intérieur) ;
- essais consolidés : **correction des bandes de papier filtre** (Pfp, Kfp = 0,19 kN/m) ;
- UU : case **Sol saturé** (φu = 0).

Onglet Éprouvettes : une éprouvette par pression de cellule (3 au minimum pour c', φ'). Pour chacune :

- Hi, Di, masse initiale, teneur en eau w, pression de cellule σc ;
- UU : **ΔHi**, variation de hauteur avant cisaillement (formule 1 d'ISO 17892-8) ;
- essais consolidés : contre-pression uB, contrôle de saturation (Δσc et Δu → **B**), **ΔVc** de consolidation, **ΔHc** mesuré (vide : Hc est calculé par la formule 3 d'ISO 17892-9).

Le tableau des **lectures** reçoit les mesures **depuis le début du cisaillement** : **ΔH** (raccourcissement), **P** (effort axial), **u** (essais consolidés) et **ΔV** (essais drainés, diminution de volume positive). Les colonnes grisées (εsv, σv − σh, σ'1, σ'3) sont calculées. Les boutons 📥 **Importer Excel…**, 📤 **Exporter Excel…** et ▶ **Calculer** sont au-dessus du tableau (section 5.6).

Onglet Résultats : - des cartes de synthèse : c' et φ' (ou cu), cu = cuo + λcu·σ'c, type d'essai et norme, critère de rupture, avertissements (orange) ou « aucun avertissement » (vert) ; - un tableau des valeurs à la rupture de chaque éprouvette, avec sa couleur ; - les graphiques en 2 × 2, identiques à ceux de la feuille : déviateur – déformation, Δu ou εsvol – déformation, cercles de Mohr, chemins t – s'. Double-cliquez sur un graphique pour l'agrandir.

20.3 Calcul

Formules de NF EN ISO 17892-8 (UU) et NF EN ISO 17892-9 (essais consolidés) :

- **section corrigée** Acor = (Vi − ΔV) / (Hi − ΔH), ΔH et ΔV comptés depuis la mise en place (avant cisaillement + cisaillement) ;
- **déformation** εsv = ΔHs / Hs (raccourcissement pendant le cisaillement / hauteur au début du cisaillement) ;
- **corrections de membrane** (Δσv)m = 4·tm·Em/Dm·(εv + εvol/3) et (Δσh)m = 4·tm·Em/Dm·εvol/3 (en UU : (Δσv)m = 4·tm·Em/Dm·εv) ;
- **contraintes** σv = [P + K + σc·(Acor − a)] / Acor − (Δσv)m − (Δσv)fp ; σh = σc − (Δσh)m ; σ' = σ − u ; Δu = u − uB ;
- **rupture** selon le critère choisi : déviateur maximal, rapport σ'v/σ'h maximal, ou déformation imposée. Sans pic, la rupture est prise à la déformation de rupture (15 % par défaut) ;
- **cu = (σv − σh)f / 2** ;
- **c', φ'** par régression du chemin à la rupture t = k + s'·tan α' (annexe B d'ISO 17892-9) : sin φ' = tan α', c' = k / cos φ'. Essai CU sans u : ccu, φcu en contraintes totales (σ − uB). UU non saturé : cuu, φuu. Essais CU : cu = cuo + λcu·σ'c (NF P 94-070).

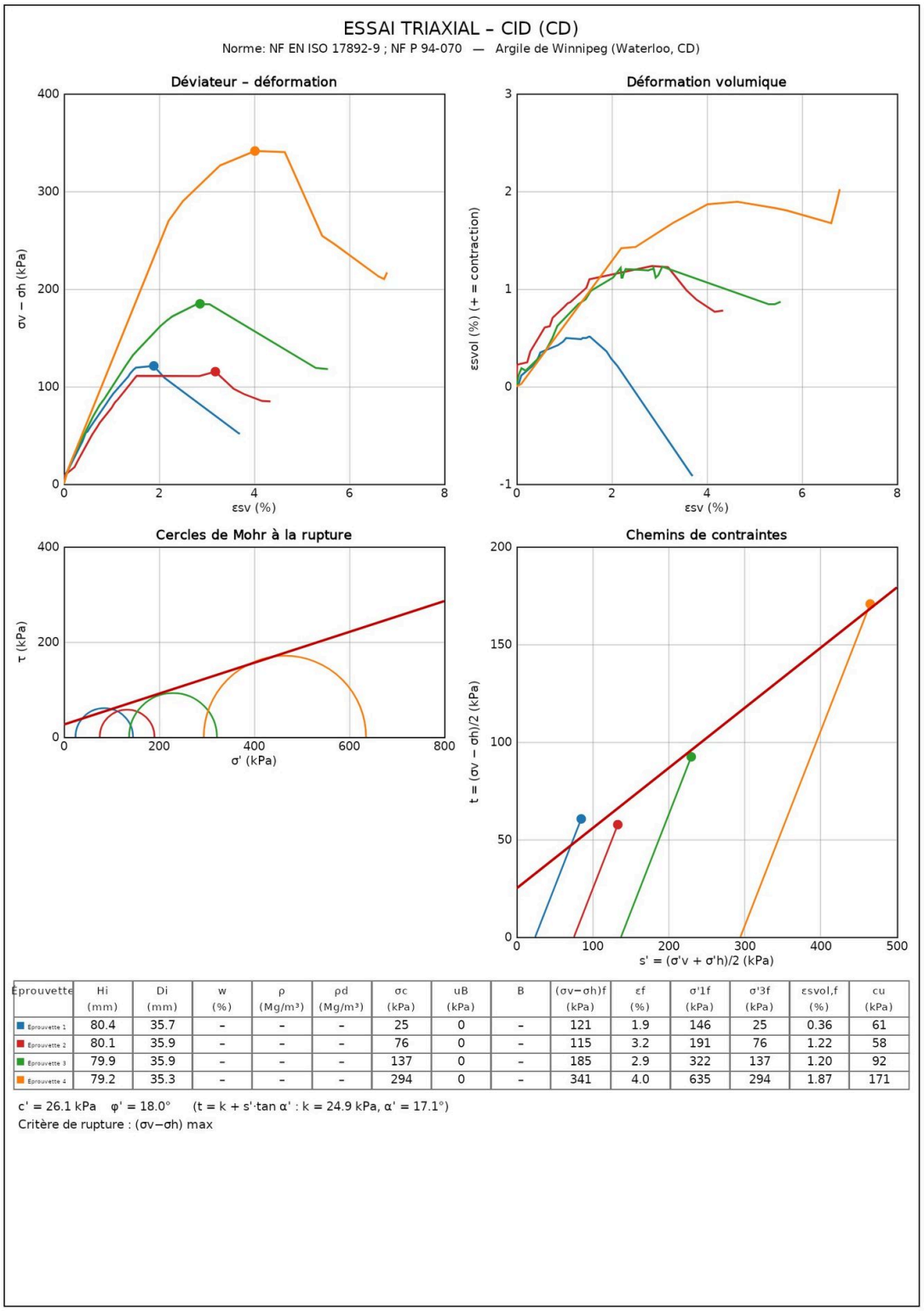
CiviLab signale un **B < 0,95** (ISO 17892-9 § 6.3.3.4) et un essai arrêté trop tôt : avant 15 %, avant le pic + 5 % et avant une chute de 20 % du déviateur (ISO 17892-8 § 6.4.4, ISO 17892-9 § 6.7.1.4).

> **Validation :** le calcul a été comparé à des essais réels publiés : 4 essais CD sur l'argile de Winnipeg (lectures brutes, University of Waterloo) et 4 séries d'essais CIU du British Geological Survey, dont les c′ et φ′ publiés sont retrouvés à 0,01 près. Le classeur **docs/verification/Validation-Triaxial-7.1.xlsx** contient ces données, les calculs en formules Excel et les feuilles prêtes à importer.

20.4 La feuille

Ruban **Essais mécaniques ▸ Triaxial ▸ Page**. La feuille comprend :

- la courbe (σv − σh) − εsv ;
- Δu − εsv (essais non drainés avec u) ou εsvol − εsv (essais drainés) ;
- les cercles de Mohr à la rupture avec l'enveloppe ;
- les chemins de contraintes t − s′ avec la droite de rupture (essais consolidés) ;
- le tableau des résultats (dimensions, w, ρ, ρd, σc, uB, B, (σv − σh)f, εf, σ′1f, σ′3f, Δuf ou εsvol,f, cu) ;
- les paramètres c′, φ′ (ou cu), le critère de rupture et les corrections appliquées.



Éprouvette	Hi (mm)	Di (mm)	w (%)	ρ (Mg/m³)	ρd (Mg/m³)	σc (kPa)	uB (kPa)	B	(σv−σh)f (kPa)	εf (%)	σ'1f (kPa)	σ'3f (kPa)	εsvol,f (%)	cu (kPa)
Éprouvette 1	80.4	35.7	–	–	–	25	0	–	121	1.9	146	25	0.36	61
Éprouvette 2	80.1	35.9	–	–	–	76	0	–	115	3.2	191	76	1.22	58
Éprouvette 3	79.9	35.9	–	–	–	137	0	–	185	2.9	322	137	1.20	92
Éprouvette 4	79.2	35.3	–	–	–	294	0	–	341	4.0	635	294	1.87	171

c' = 26.1 kPa φ' = 18.0° (t = k + s'·tan α' : k = 24.9 kPa, α' = 17.1°)
Critère de rupture : (σv−σh) max

Feuille de l'essai — Essai triaxial

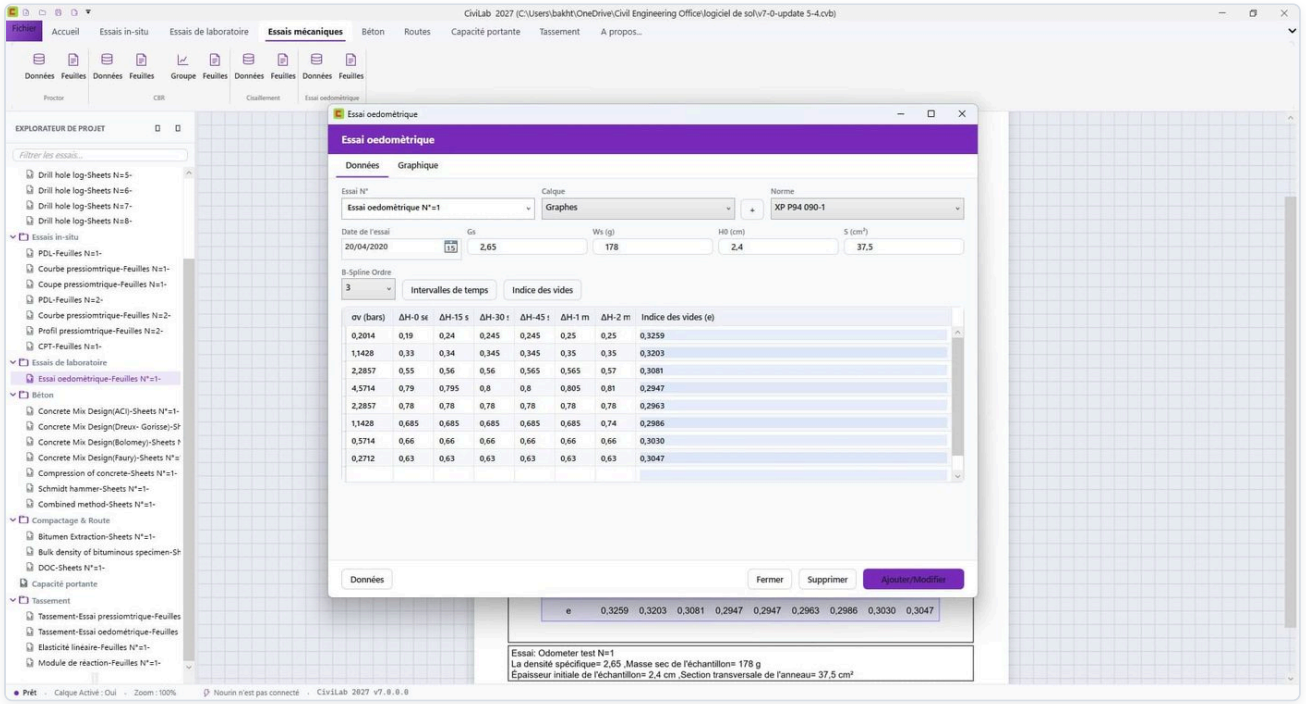
21. Essai œdométrique

21.1 Objet et normes

L'essai œdométrique mesure le tassement d'un échantillon sous des charges verticales croissantes, puis son gonflement au déchargement, par paliers chronométrés. Normes : **ASTM D2435**, **XP P 94-090-1**.

21.2 Saisie

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Norme**, **Calque**.
2. Caractéristiques : **La densité spécifique** Gs, **Masse sec de l'échantillon** Ws, **Épaisseur initiale de l'échantillon** H_o, **Section transversale de l'anneau** S (« Veuillez saisir la densité relative des grains (Gs), la masse sèche de l'échantillon (Ws), la hauteur initiale (H_o) et la section (S). »).
3. Pour chaque palier de **Contrainte normale** σv (bars) : les lectures du comparateur aux **Intervalles de temps** 0 s, 15 s, 30 s, 1, 2, 4, 8, 15, 30 min… jusqu'à stabilisation.
4. Cliquez sur **Tracer**.



Fenêtre de saisie — Essai œdométrique

21.3 Calcul

- hauteur des grains solides : Hs = Ws / (Gs · ρw · S) ;
- **Indice des vides** en fin de palier : e = (H − Hs) / Hs ;

- courbe œdométrique e - log σ'v ;
- **indice de compression Cc** (pente de la branche de chargement), **indice de gonflement Cs** (pente de la branche de déchargement) et **pression de préconsolidation σ'p**.

Options de tracé : **B-Spline Ordre** (**Ordre2: tracé linéaire**), **Tangente** ; les valeurs laissées à 0 sont calculées automatiquement (« Garder la valeur 0 pour le calcul automatique »).

Message	Cause
Veuillez calculer les indices de vide	Tracé demandé avant le calcul des indices
Les listes des contraintes et des indices de vide n'ont pas le même nombre de points	Palier sans lecture finale

21.4 La feuille

Courbe œdométrique, tableau des paliers (σv, e) et résultats Cc, Cs, σ'p.

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

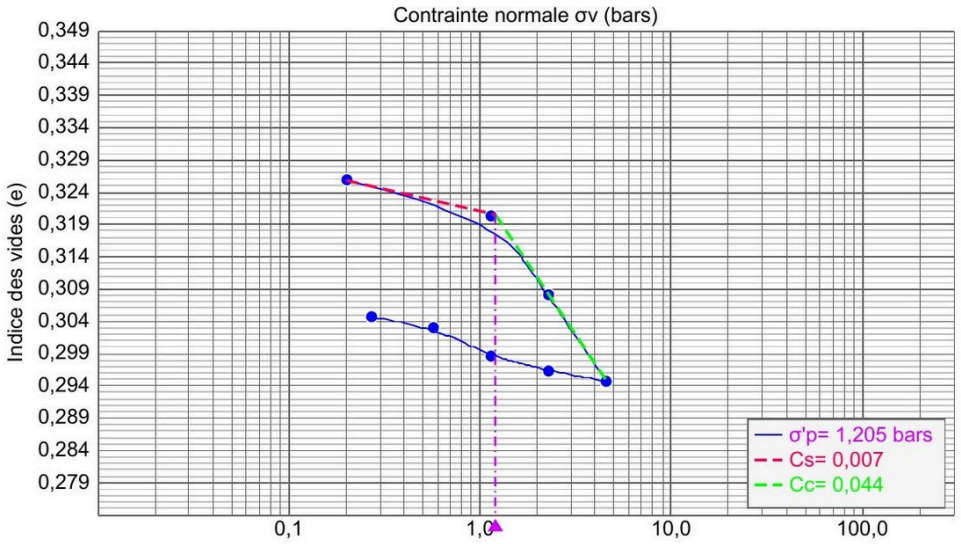
Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: RN 18 N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2020-04-20

ESSAI OEDOMÈTRIQUE
XP P94 090-1



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
σv (bars)	0,201	1,143	2,286	4,571	4,571	2,286	1,143	0,571	0,271
e	0,3259	0,3203	0,3081	0,2947	0,2947	0,2963	0,2986	0,3030	0,3047

Essai: Odometer test N=1
La densité spécifique= 2,65 ,Masse sec de l'échantillon= 178 g
Épaisseur initiale de l'échantillon= 2,4 cm ,Section transversale de l'anneau= 37,5 cm²

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Essai œdométrique

22. Formulation du béton

22.1 Principe

La formulation choisit les constituants du béton et leurs proportions pour atteindre la résistance visée à 28 jours et l'ouvrabilité demandée. Elle comporte deux phases : une **formulation théorique** (calculée par CiviLab selon l'une des méthodes) puis un **ajustement expérimental** en laboratoire (gâchées d'essai, bouton **Ajustements**).

CiviLab propose quatre méthodes, dans l'onglet **Béton** : **Dreux- Gorisse**, **Bolomey**, **Faury** et **ACI** (ACI 211.1).

Données communes aux méthodes Dreux-Gorisse, Bolomey et Faury :

- la granulométrie des **Sables** (un ou plusieurs, avec leur proportion : « La composition du sable doit être égale à 100% ») et des **Graviers** (Gravier N°01 à N°03, cochés avec **Utiliser**) ; le bouton **Charger** reprend une analyse granulométrique du projet ;
- la **masse volumique absolue** de chaque constituant (ciment 3,1 ; sable et graviers 2,65 par défaut) ;
- la **Courbe de mélange** et l'onglet **Affichage** (**Afficher les tableaux** des sables et graviers sur la feuille).

> **Attention :** les tamisats de chaque granulat doivent commencer à 100 % ; le Gravier N°03 ne peut être utilisé qu'après le Gravier N°02.

22.2 Méthode de Dreux-Gorisse

Onglet **Général** :

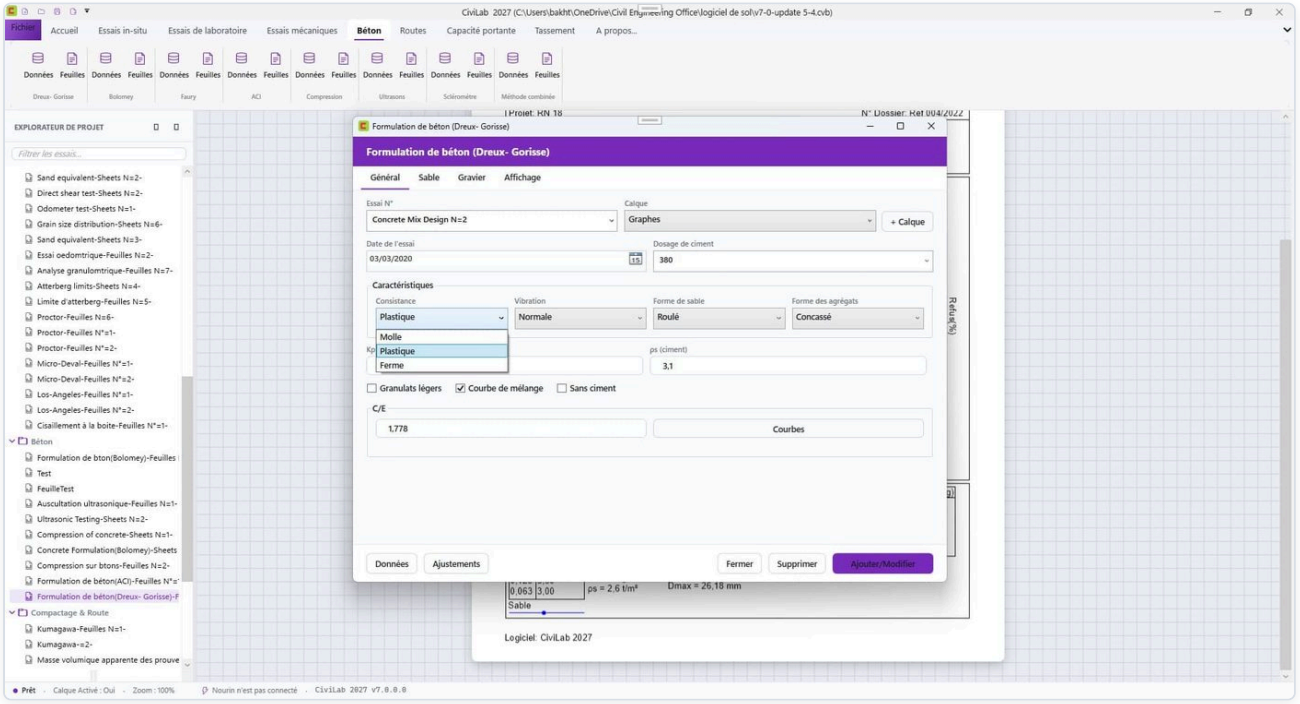
Champ	Valeurs
Consistance	**Ferme**, **Plastique**, **Molle**, **Fluid**
Dosage de ciment	200, 250, 300, 350, 400 kg/m³, **400 + Fluid**
Vibration	**Faible**, **Normale**, **Puissante**, **Piquage**
Forme de sable / Forme des agrégats	**Roulé** ou **Concassé**
Dmax correspondre	Dmax retenu pour la courbe de référence
Correction pompable	Correction supplémentaire (entre +5 et +8) si le béton est pompable

Champ	Valeurs
C/E	Rapport ciment / eau, lu sur l'abaque (bouton **Courbes**)
Options	**Granulats légers**, **Courbe de mélange**, **Sans ciment**

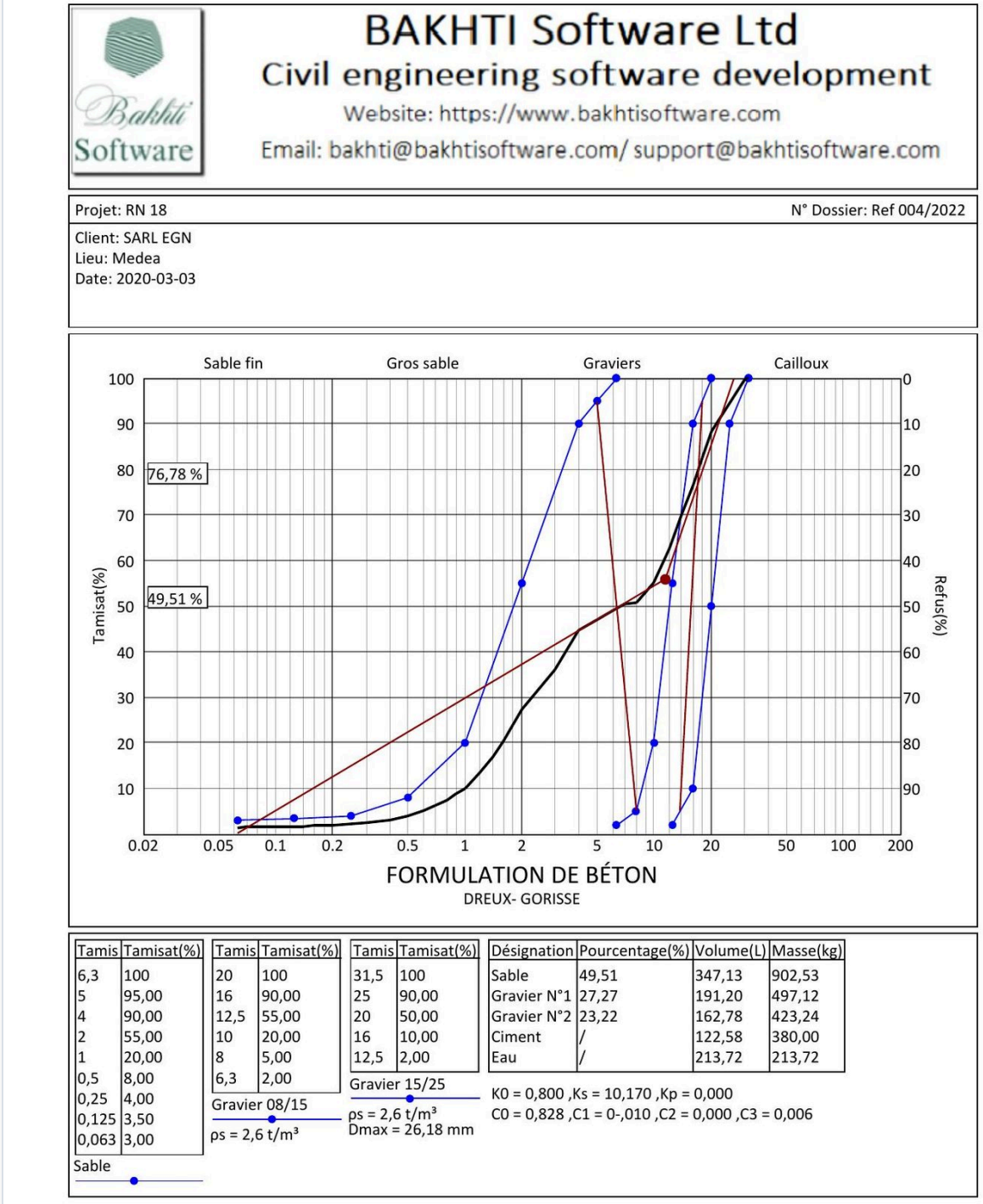
Le bouton **Courbes** ouvre l'abaque **C/E** : en fonction de l'ouvrabilité (affaissement) ou en fonction de la résistance (formule de Bolomey).

Calcul : CiviLab trace la courbe granulaire de référence OAB (point de brisure A selon Dmax, la forme des granulats, la vibration et le dosage), détermine les proportions de chaque granulat par les lignes de partage, puis calcule pour 1 m³ : eau, ciment, masses et volumes de sable et de graviers, et la densité théorique.

> **Attention :** la méthode n'est pas applicable avec un dosage de ciment inférieur à 200 kg/m³ ou supérieur à 400 kg/m³ (sauf adjuvant) : « Impossible d'utiliser la formulation Dreux-Gorisse avec un dosage de ciment inférieur à 200 kg/m³ ou supérieur à 400 kg/m³ + Adj ».



Fenêtre de saisie — Méthode de Dreux-Gorisse



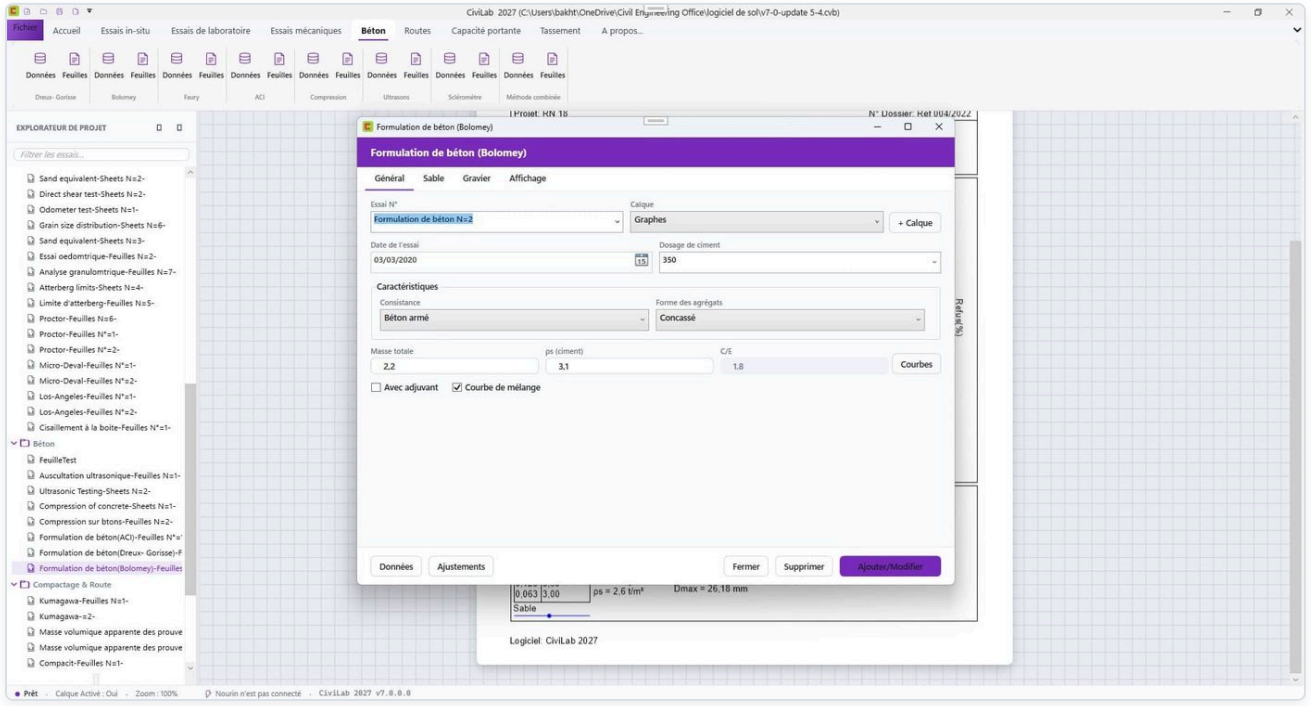
Feuille de l'essai — Méthode de Dreux-Gorisse

22.3 Méthode de Bolomey

Onglet **Général** : **Forme des agrégats** (**Roulé** / **Concassé**), **Dosage de ciment**, **Dmax correspondre**, **C/E**, **Consistance** selon la mise en œuvre (**Béton damé**, **Béton armé**, **Béton coulé**), **Masse totale d'un mètre cube de béton (tonne)**, **Avec adjuvant**.

Calcul : la courbe de référence de Bolomey **P = A + (100 − A) · √(d / D)** (A dépend de la forme des granulats et de la consistance ; P = A pour d = 0, Bolomey 1925) ; CiviLab ajuste les proportions des granulats sur cette courbe puis calcule les quantités pour 1 m³.

> **Attention :** la méthode de Bolomey ne s'applique qu'aux granulats de masse volumique absolue comprise entre 2,5 et 2,7 t/m³.



Fenêtre de saisie — Méthode de Bolomey

BAKHTI Software Ltd

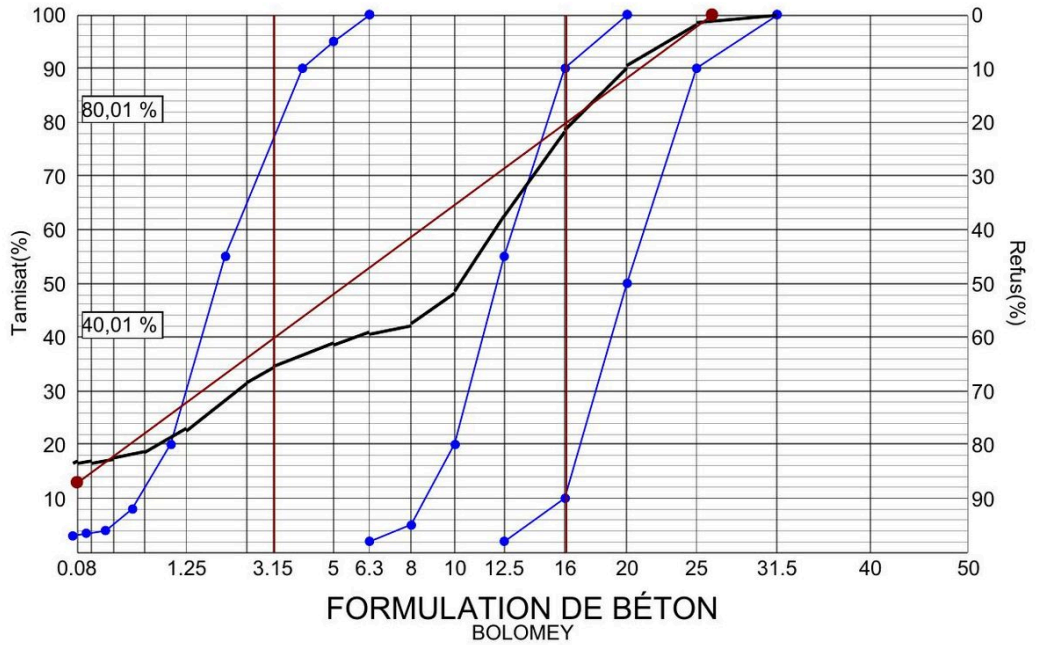
Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: RN 18 N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2020-02-12



Tamis	Tamisat(%)
6,3	100
5	95,00
4	90,00
2	55,00
1	20,00
0,5	8,00
0,25	4,00
0,125	3,50
0,063	3,00

Sable

Tamis	Tamisat(%)
20	100
16	90,00
12,5	55,00
10	20,00
8	5,00
6,3	2,00

Gravier 08/15

ρs = 2,6 t/m³

Tamis	Tamisat(%)
31,5	100
25	90,00
20	50,00
16	10,00
12,5	2,00

Gravier 15/25

ρs = 2,6 t/m³
Dmax = 26,18 mm

Désignation	Pourcentage(%)	Masse(kg)
Sable	22,22	524,32
Gravier N°1	36,87	870,17
Gravier N°2	18,42	434,84
Ciment	14,66	350,00
Eau	7,83	184,77

Masse volumique (béton) = 2,36 t/m³
k = 0,105, A = 13,000

Logiciel: CiviLab 2027

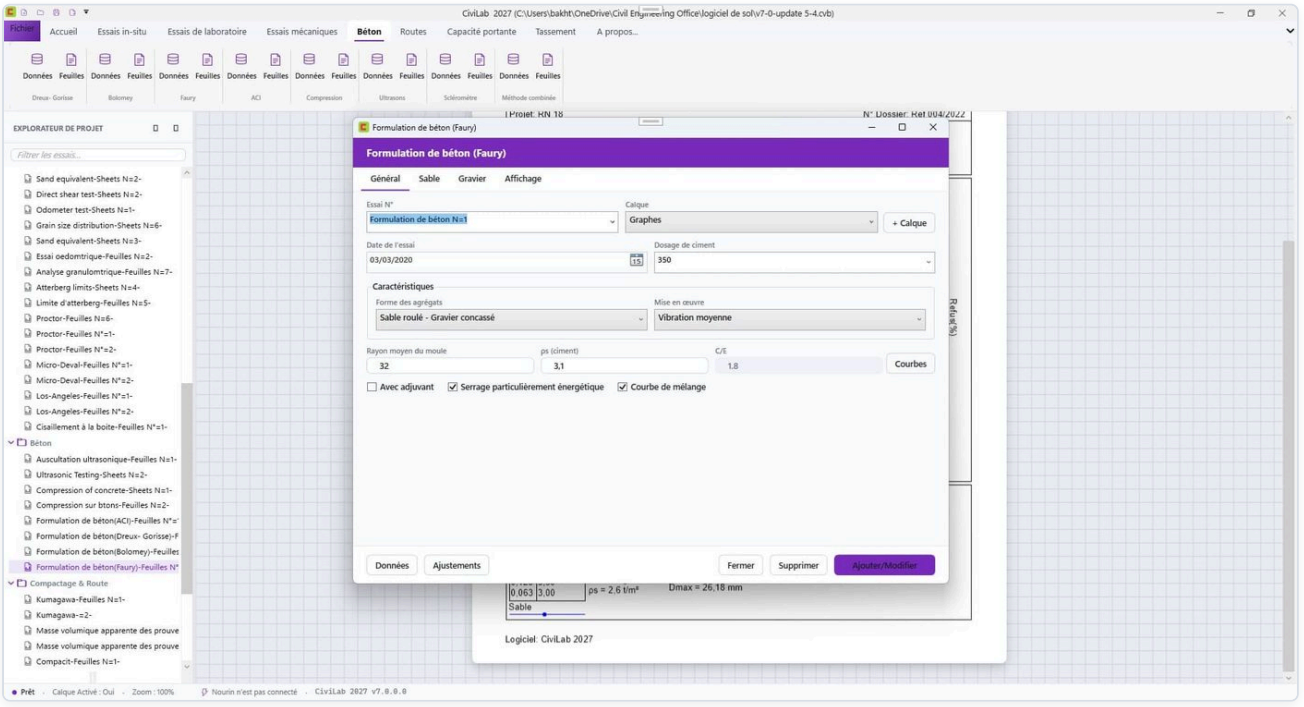
Feuille de l'essai — Méthode de Bolomey

22.4 Méthode de Faury

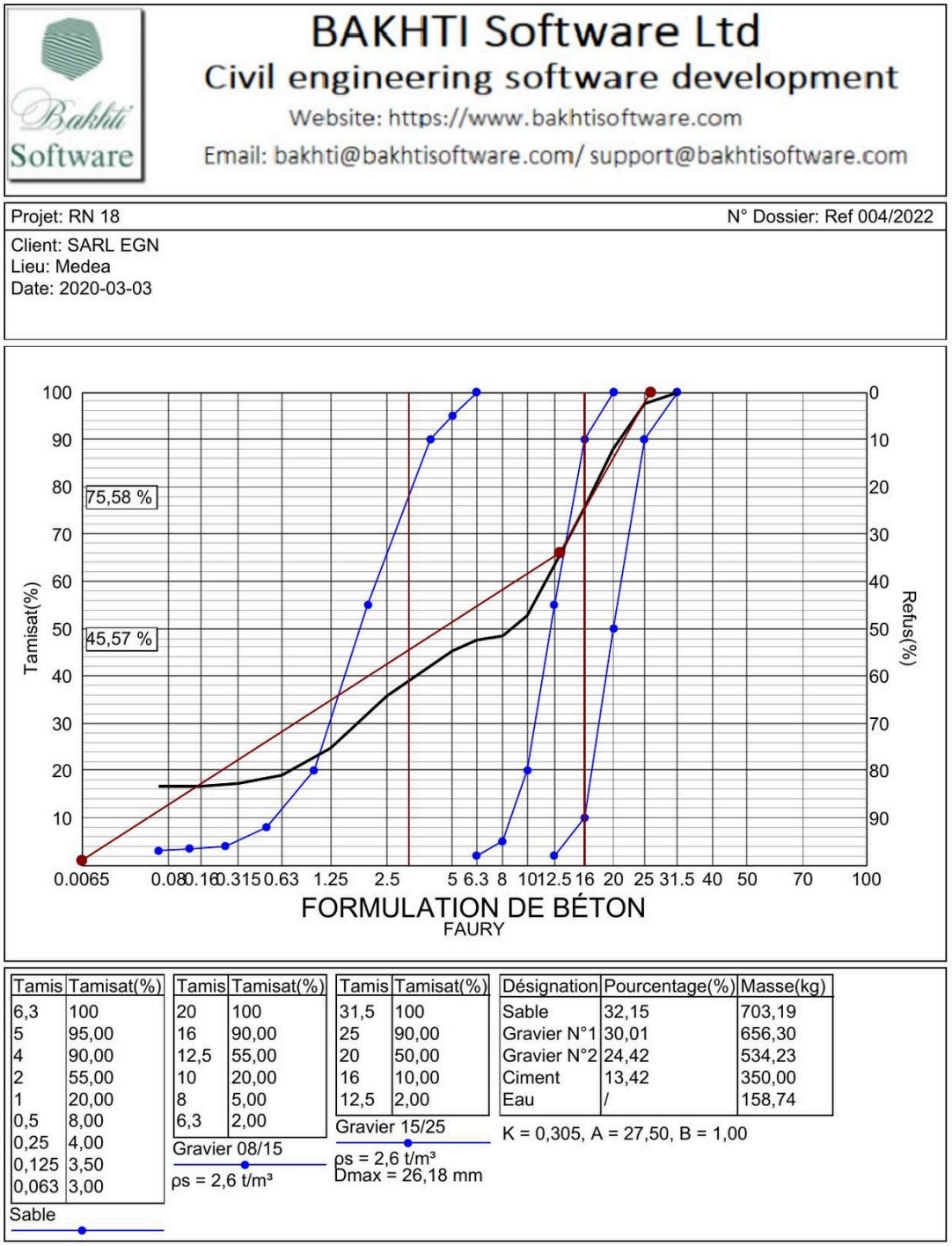
Onglet **Général** : **Dmax correspondre**, **Dosage de ciment**, **Forme des agrégats** (**Sable roulé - Gravier roulé**, **Sable roulé - Gravier concassé**, **Sable concassé - Gravier concassé**), **C/E**, **Mise en œuvre** (**Piquage damage**, **Vibration moyenne**, **Vibration**

poussée, **Vibration puissante**, **Serrage particulièrement énergétique**), **Rayon moyen du moule** R, **Avec adjuvant**.

Calcul : la courbe de référence de Faury, droite brisée en abscisse $\sqrt[5]{d}$, dont le point de brisure en D/2 a pour ordonnée **$y = A + 17{,}8 \cdot \sqrt[5]{D} + B / (R / (1{,}25 \cdot D) - 0{,}75)$** (tamis ; 17 et R / D avec des passoires) (A et B selon la forme des granulats et la mise en œuvre) ; origine au tamis 0,0065 mm (0 %), extrémité (D ; 100 %). Eau = indice des vides **$n = K / \sqrt[5]{D} + K' / (R / D - 0{,}75)$** (K′ = 0,004 piquage, 0,003 vibration moyenne, 0,002 vibration poussée ou puissante) ; CiviLab en déduit les proportions et les quantités pour 1 m³.



Fenêtre de saisie — Méthode de Faury



Feuille de l'essai — Méthode de Faury

22.5 Méthode ACI (ACI 211.1)

La fenêtre comporte trois onglets : **Général**, **Matériaux**, **Résultats**.

Général :

Champ	Valeurs
Unité	**SI** (métrique) ou **FPS** (impérial)
Résistance f'c à 28 jours	MPa (psi)
Données statistiques disponibles	Oui / Non ; **Écart-type** si oui (résistance moyenne requise f'cr)
Mise en œuvre (exposition)	Béton à faible perméabilité exposé à l'eau ; béton exposé au gel-dégel à l'état humide ou aux dégivreurs ; protection des armatures contre les chlorures; non exposé / protégé (sans limite)
Ouvrabilité souhaitée (affaissement)	25-50 mm, 75-100 mm, 150-175 mm (1-2, 3-4, 6-7 in)
Taille maximale de l'agrégat	mm (in)
Béton à air entraîné	Oui / Non ; **Niveau d'exposition** : légère, modérée, sévère
Exposition au sulfate	Négligeable, Modérée, Sévère, Très sévère (sulfates dans le sol ou l'eau)
Type de gravier	Concassé, subangulaire, avec quelques particules concassées, roulé
Béton immergé	Oui / Non
Réduisez l'eau de	Pourcentage de réduction par le réducteur d'eau (0 à 30 %)

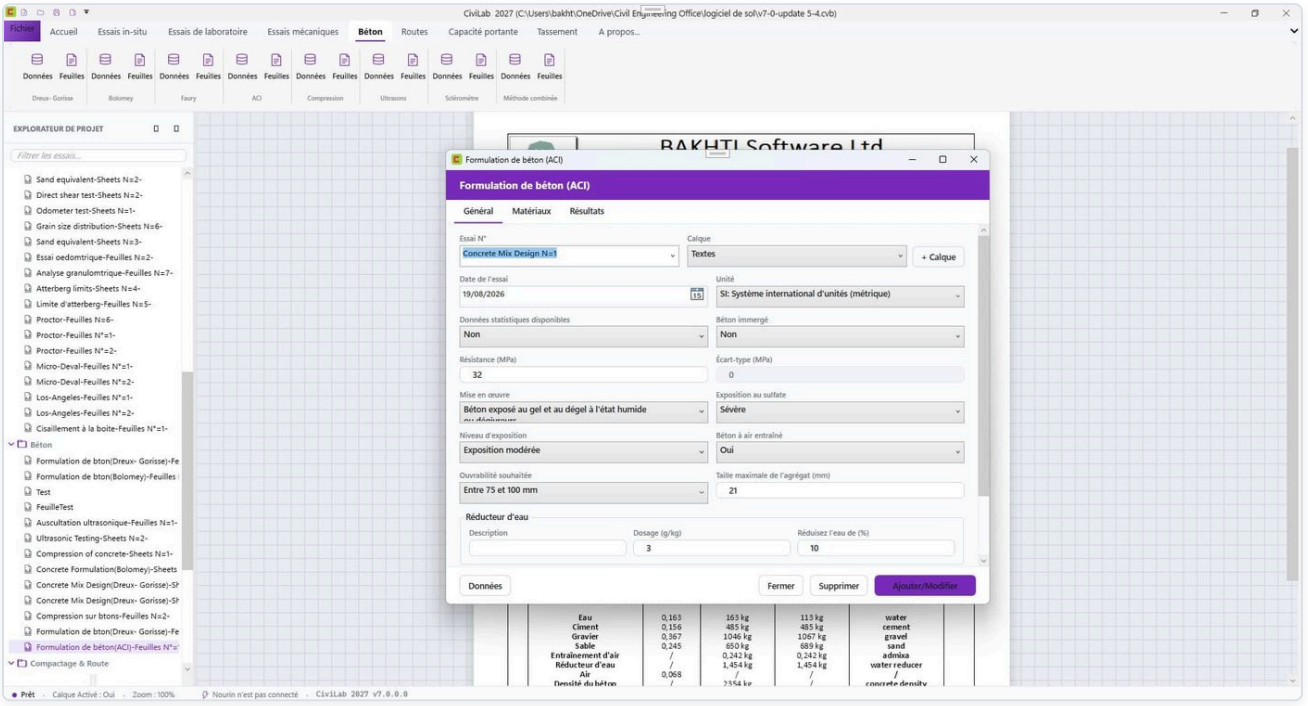
Matériaux : pour le ciment, le sable et le gravier, **Description**, **La masse volumique absolue**, **Masse volumique**, **Teneur en eau**, **Absorption** ; **Module de finesse** du sable.

Résultats : pour 1 m³, **Eau**, **Ciment**, **Gravier**, **Sable**, **Entraînement d'air**, **Réducteur d'eau**, en **Granulats secs** et en **Granulats humides** (corrigés de la teneur en eau et de l'absorption).

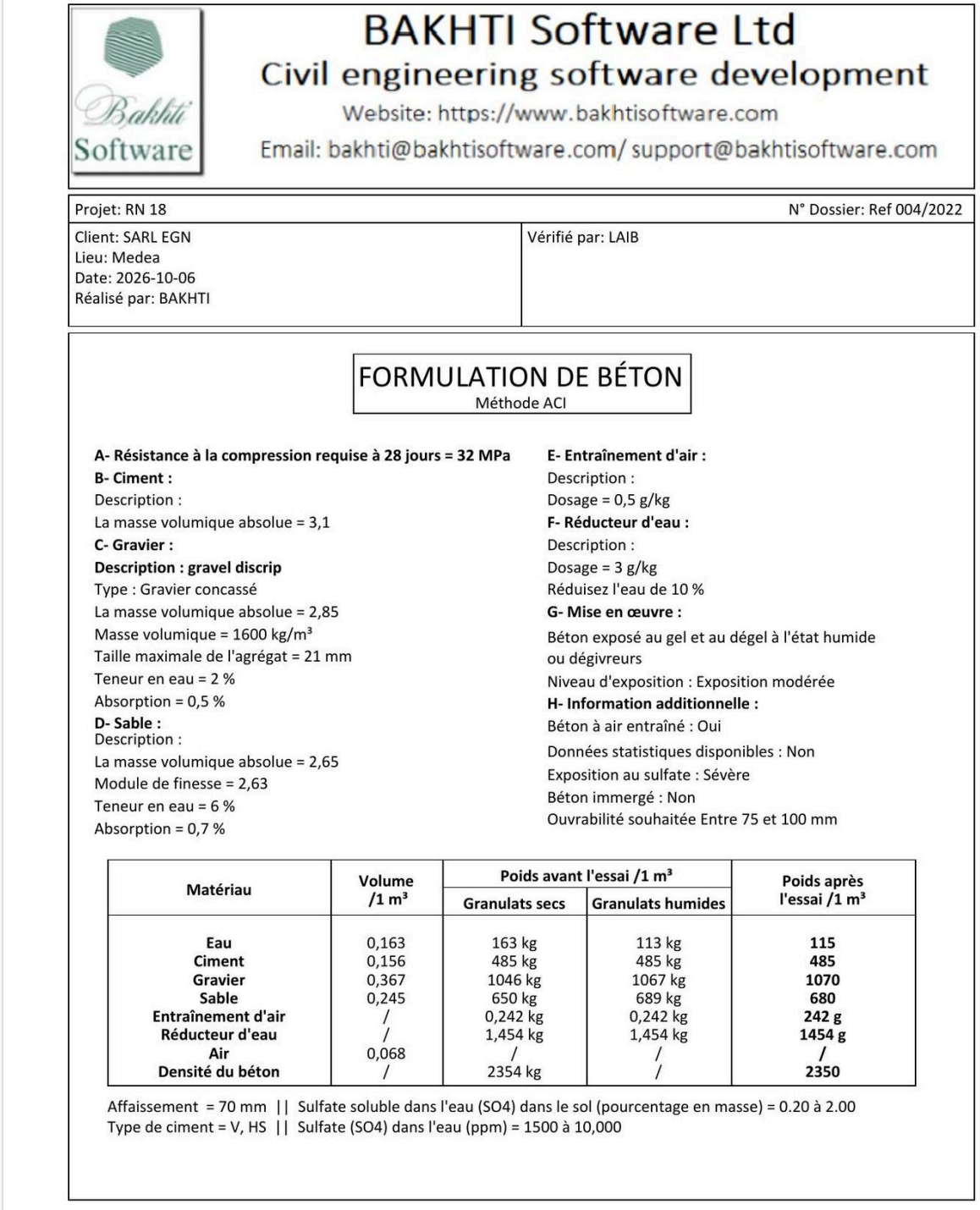
Calcul (ACI 211.1-91 § 6.3, ACI 318) : f'cr = f'c + 7 / + 8,5 / 1,10 f'c + 5,0 MPa sans écart-type ; E/C par la table 6.3.4(a), limité par l'exposition et les sulfates ; eau et air par la table 6.3.3 (sans majoration) ; gravier roulé : −18 kg/m³ (−15 avec air entraîné) ; ciment = eau / (E/C), minimums béton immergé et sulfates ; volume de gros granulat par la table 6.3.6 (module de finesse borné à 2,40–3,00) ; sable par les volumes absolus ; corrections d'humidité § 6.3.9. Les adjuvants sont dosés en **% de la masse de ciment**. Validé sur l'exemple 1 de l'ACI 211.1 (eau 181, gros granulat 1136, sable 774, eau ajoutée 123 kg/m³).

Ajustements : après la gâchée d'essai, saisissez l'**Affaissement** mesuré, la **Densité du béton** et la teneur en **Air** ; CiviLab corrige les **Poids avant l'essai** pour donner les **Poids après l'essai**.

Message	Cause
La valeur d’eau réduit doit être comprise entre 0 et 30	Réduction d’eau hors domaine
La masse volumique absolue du gravier (sable) inférieure ou égale à 0	Masse volumique manquante



Fenêtre de saisie — Méthode ACI (ACI 211.1)



BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: RN 18 — N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2026-10-06
Réalisé par: BAKHTI

Vérifié par: LAIB

FORMULATION DE BÉTON
Méthode ACI

A- Résistance à la compression requise à 28 jours = 32 MPa
B- Ciment :
Description :
La masse volumique absolue = 3,1
C- Gravier :
Description : gravel discrip
Type : Gravier concassé
La masse volumique absolue = 2,85
Masse volumique = 1600 kg/m³
Taille maximale de l'agrégat = 21 mm
Teneur en eau = 2 %
Absorption = 0,5 %
D- Sable :
Description :
La masse volumique absolue = 2,65
Module de finesse = 2,63
Teneur en eau = 6 %
Absorption = 0,7 %

E- Entraînement d'air :
Description :
Dosage = 0,5 g/kg
F- Réducteur d'eau :
Description :
Dosage = 3 g/kg
Réduisez l'eau de 10 %
G- Mise en œuvre :
Béton exposé au gel et au dégel à l'état humide ou dégivreurs
Niveau d'exposition : Exposition modérée
H- Information additionnelle :
Béton à air entraîné : Oui
Données statistiques disponibles : Non
Exposition au sulfate : Sévère
Béton immergé : Non
Ouvrabilité souhaitée Entre 75 et 100 mm

Matériau	Volume /1 m³	Poids avant l'essai /1 m³		Poids après l'essai /1 m³
		Granulats secs	Granulats humides	
Eau	0,163	163 kg	113 kg	**115**
Ciment	0,156	485 kg	485 kg	**485**
Gravier	0,367	1046 kg	1067 kg	**1070**
Sable	0,245	650 kg	689 kg	**680**
Entraînement d'air	/	0,242 kg	0,242 kg	**242 g**
Réducteur d'eau	/	1,454 kg	1,454 kg	**1454 g**
Air	0,068	/	/	**/**
Densité du béton	/	2354 kg	/	**2350**

Affaissement = 70 mm || Sulfate soluble dans l'eau (SO4) dans le sol (pourcentage en masse) = 0.20 à 2.00
Type de ciment = V, HS || Sulfate (SO4) dans l'eau (ppm) = 1500 à 10,000

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Méthode ACI (ACI 211.1)

22.6 Les feuilles de formulation

Courbes granulométriques des constituants, courbe de référence et courbe de mélange, tableau des dosages pour 1 m³ (volumes et masses), rapport C/E et densité.

23. Compression du béton

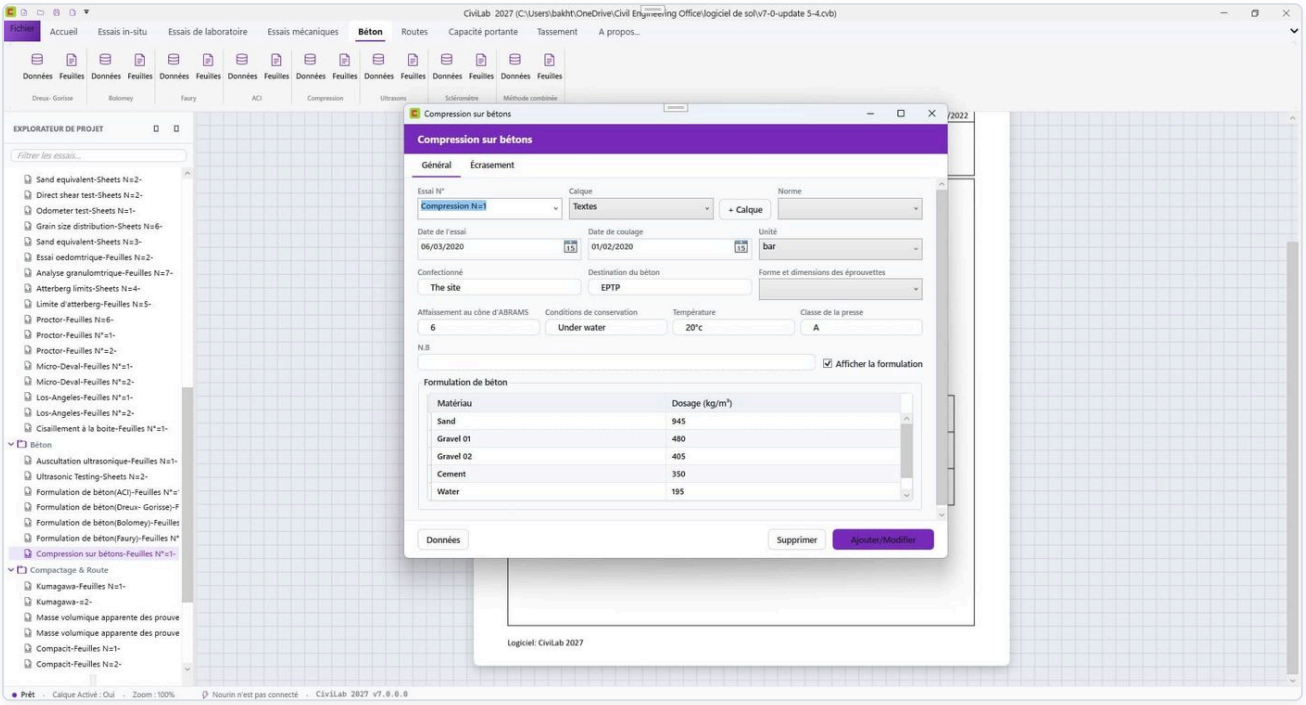
23.1 Objet et normes

L’essai de compression mesure la résistance d’une éprouvette (cylindrique, cubique ou carotte) soumise à une force croissante jusqu’à la rupture. Normes : **ASTM C39**, **NF P 18-406**.

23.2 Saisie

Onglet **Général** (informations du procès-verbal) : **Essai N°**, **Date de coulage**, **Date de l’essai**, **Norme**, **Calque**, **Confectionné** (au chantier, au laboratoire), **Destination du béton** (poteaux, poutres…), **Forme et dimensions des éprouvettes** (16×32, 11×22 cylindriques ; 10, 15, 20 cm cubiques ; 6×12 et 4×8 pouces en FPS), **Affaissement au cône d’ABRAMS**, **Conditions de conservation** (bassin…), **Température**, **Classe de la presse**, **N.B**, **Unité**. **Afficher la formulation** reprend sur la feuille une formulation du projet (matériaux et dosages).

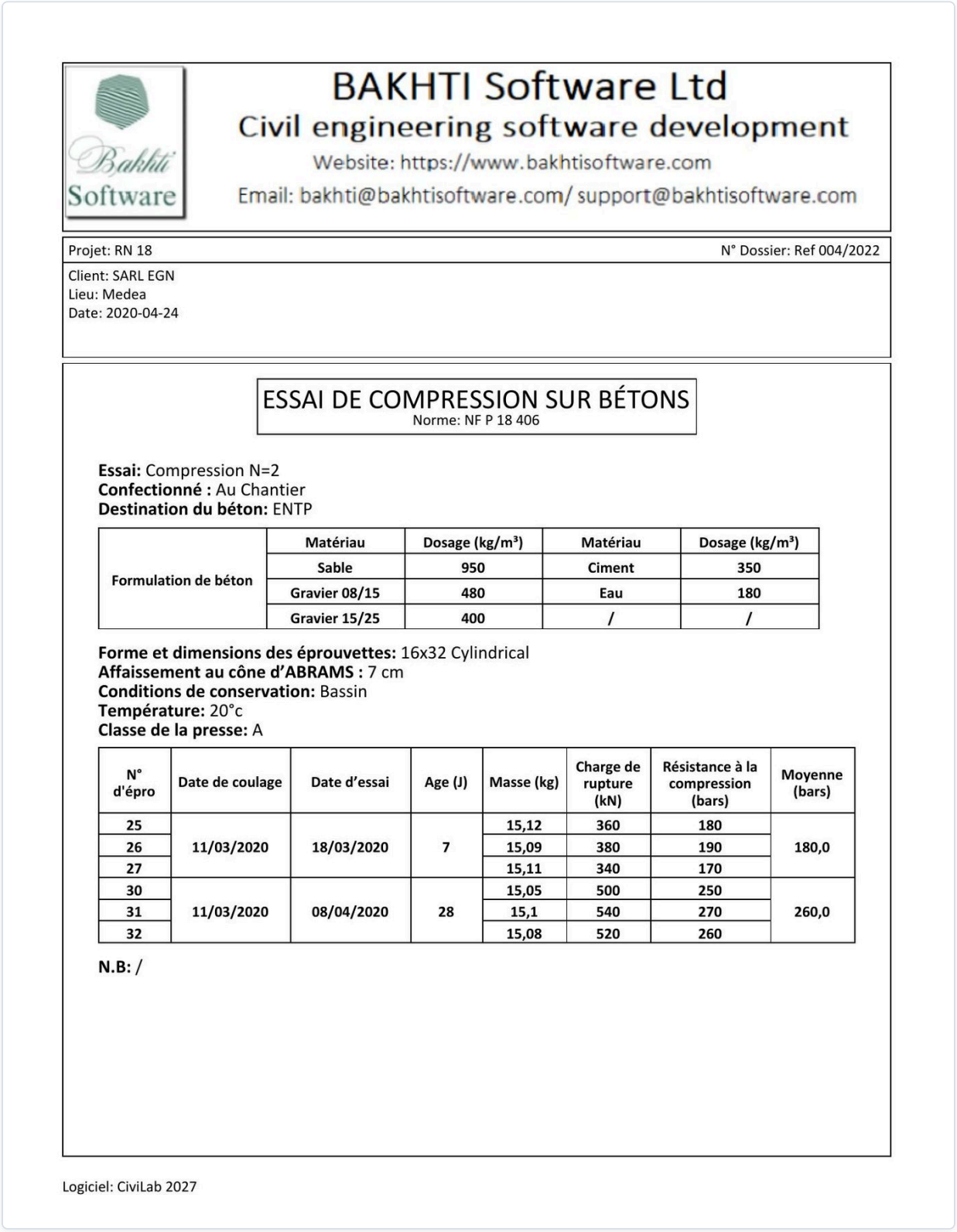
Onglet **Écrasement** : pour chaque éprouvette, **N° d’éprouvette**, âge en **Jours**, **Masse**, **Charge de rupture**.



Fenêtre de saisie — Compression du béton

23.3 Calcul et feuille

Résistance à la compression fc = F / A (A : section de l'éprouvette), pour chaque éprouvette, et moyenne par âge.



BAKHTI Software Ltd
Civil engineering software development
Website: https://www.bakhtisoftware.com
Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: RN 18 — N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2020-04-24

ESSAI DE COMPRESSION SUR BÉTONS
Norme: NF P 18 406

Essai: Compression N=2
Confectionné : Au Chantier
Destination du béton: ENTP

	Matériau	Dosage (kg/m³)	Matériau	Dosage (kg/m³)
Formulation de béton	Sable	950	Ciment	350
	Gravier 08/15	480	Eau	180
	Gravier 15/25	400	/	/

Forme et dimensions des éprouvettes: 16x32 Cylindrical
Affaissement au cône d'ABRAMS : 7 cm
Conditions de conservation: Bassin
Température: 20°c
Classe de la presse: A

N° d'épro	Date de coulage	Date d'essai	Age (J)	Masse (kg)	Charge de rupture (kN)	Résistance à la compression (bars)	Moyenne (bars)
25	11/03/2020	18/03/2020	7	15,12	360	180	180,0
26				15,09	380	190	
27				15,11	340	170	
30	11/03/2020	08/04/2020	28	15,05	500	250	260,0
31				15,1	540	270	
32				15,08	520	260	

N.B: /

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Compression du béton

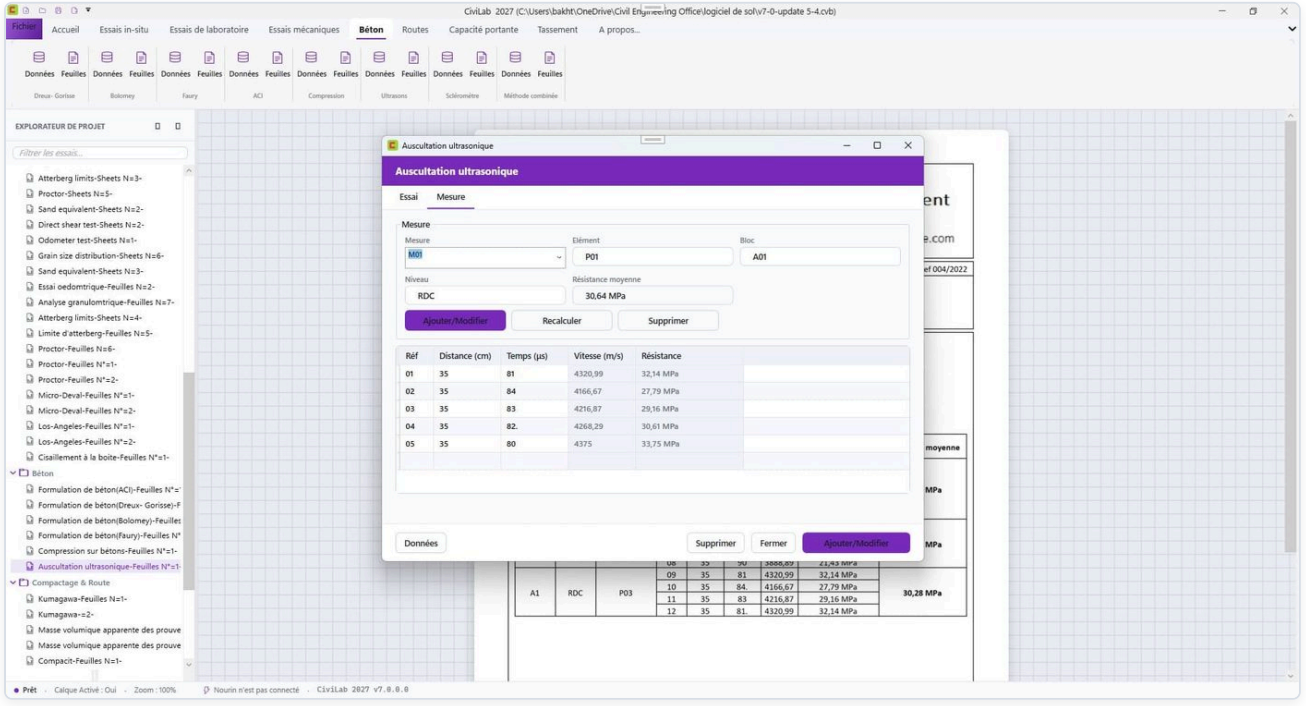
24. Auscultation ultrasonique

24.1 Objet et normes

L'essai mesure le temps de propagation d'une onde ultrasonique longitudinale à travers un élément de béton ; la vitesse dépend de la qualité du béton et, par corrélation, de sa résistance. Norme : **ASTM C597**. Corrélations : **Courbe de RILEM**, **Yun et al. (1988)**, **Recommandations canadiennes**, **CNERIB**, **Autres...** (corrélation définie par l'utilisateur).

24.2 Saisie et calcul

1. Onglet **Informations** : **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Norme**, **Calque**, **Entreprise**, **Méthode / Corrélation**.
2. Onglet **Mesures** : structure **Bloc** > **Niveau** > **Elément** ; pour chaque mesure, **Réf**, **Distance** et **Temps**.
3. CiviLab calcule la **Vitesse** V = distance / temps, la qualité du béton (**Très mauvaise**, **mauvaise**, **Douteuse**, **Bonne**, **Excellente**) et la **Résistance** estimée par la corrélation, puis la **Résistance moyenne** de l'élément.
4. Conclusion de la feuille : **N'affiche pas le résultat**, **Résultat acceptable**, **Résultat n'est pas acceptable**. **Recalculer** relance le calcul après un changement de corrélation.



Fenêtre de saisie — Auscultation ultrasonique

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: RN 18 — N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2020-03-04

AUSCULTATION ULTRASONIQUE

Norme: P 18-414

Essai: Auscultation ultrasonique N=1
Entreprise: ENTP
Méthode / Corrélation: RILEM

Bloc	Niveau	Elément	Réf	Distance (cm)	Temps (µs)	Vitesse (m/s)	Résistance	Résistance moyenne
A01	RDC	P01	01	35	81	4320,99	32,14 MPa	**30,64 MPa**
			02	35	84	4166,67	27,79 MPa	
			03	35	83	4216,87	29,16 MPa	
			04	35	82.	4268,29	30,61 MPa	
			05	35	80	4375,00	33,75 MPa	
A1	RDC	P02	05	35	84	4166,67	27,79 MPa	**22,92 MPa**
			06	35	89	3932,58	22,34 MPa	
			07	35	91	3846,15	20,58 MPa	
			08	35	90	3888,89	21,43 MPa	
A1	RDC	P03	09	35	81	4320,99	32,14 MPa	**30,28 MPa**
			10	35	84.	4166,67	27,79 MPa	
			11	35	83	4216,87	29,16 MPa	
			12	35	81.	4320,99	32,14 MPa	

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Auscultation ultrasonique

25. Scléromètre

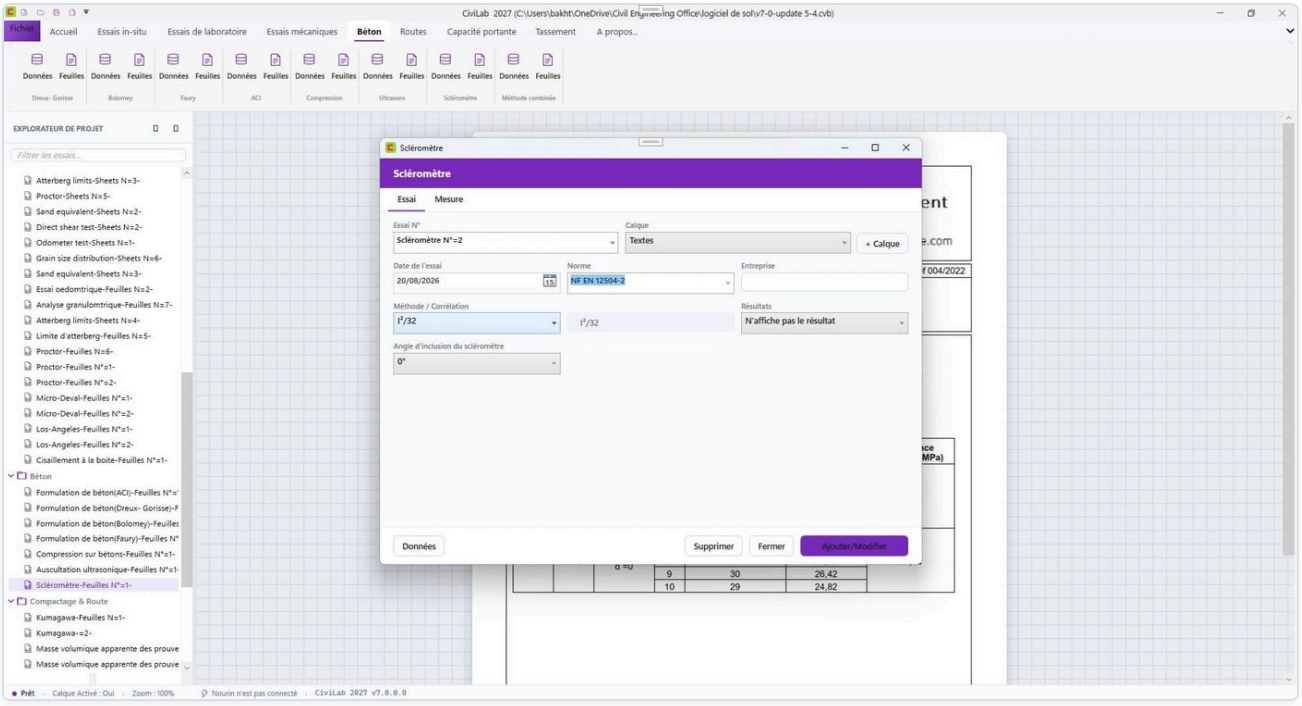
25.1 Objet et normes

L'essai sclérométrique mesure l'indice de rebond d'une masse projetée contre la surface du béton ; cet indice est converti en résistance par une corrélation. Norme : **ASTM C805**. Méthodes : **I²/32**, **Lima et Silva (2000) - Cylindrique**, **Gonçalves (1995) - Cylindrique**, **Boukhelkhal (2015) - Cylindrique**, **Courbe de transformation unique**, **Autres...**

25.2 Saisie et calcul

Béton > Scléromètre > Données ouvre la même fenêtre que l'auscultation ultrasonique, en mode scléromètre :

1. **Méthode / Corrélation**, structure **Bloc** > **Niveau** > **Elément**, **Angle d'inclusion du scléromètre** α de chaque élément.
2. Pour chaque référence : les **Indices de rebondissement**.
3. CiviLab écarte les valeurs aberrantes, applique la correction d'orientation, calcule l'indice moyen, la **Résistance** correspondante (MPa) et la **Résistance moyenne** de l'élément et du niveau.



Fenêtre de saisie — Scléromètre

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: RN 18 N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2026-08-20

ESSAI AU SCLÉROMÈTRE

Norme: NF EN 12504-2

Essai: Schmidt hammer N°=1
Entreprise:
Corrélation: Lima et Silva (2000) - Cylindrique

Bloc	Niveau	Elément	Réf	Indice de rebondissement	Résistance (MPa)	Résistance moyenne (MPa)
A1	RDC	P1 α =0	1	25	18,88	**21,27**
			2	24	17,51	
			3	26	20,29	
			4	28	23,26	
			5	30	26,42	
A1	RDC	P2 α =0	6	31	28,06	**27,12**
			7	33	31,49	
			8	29	24,82	
			9	30	26,42	
			10	29	24,82	

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Scléromètre

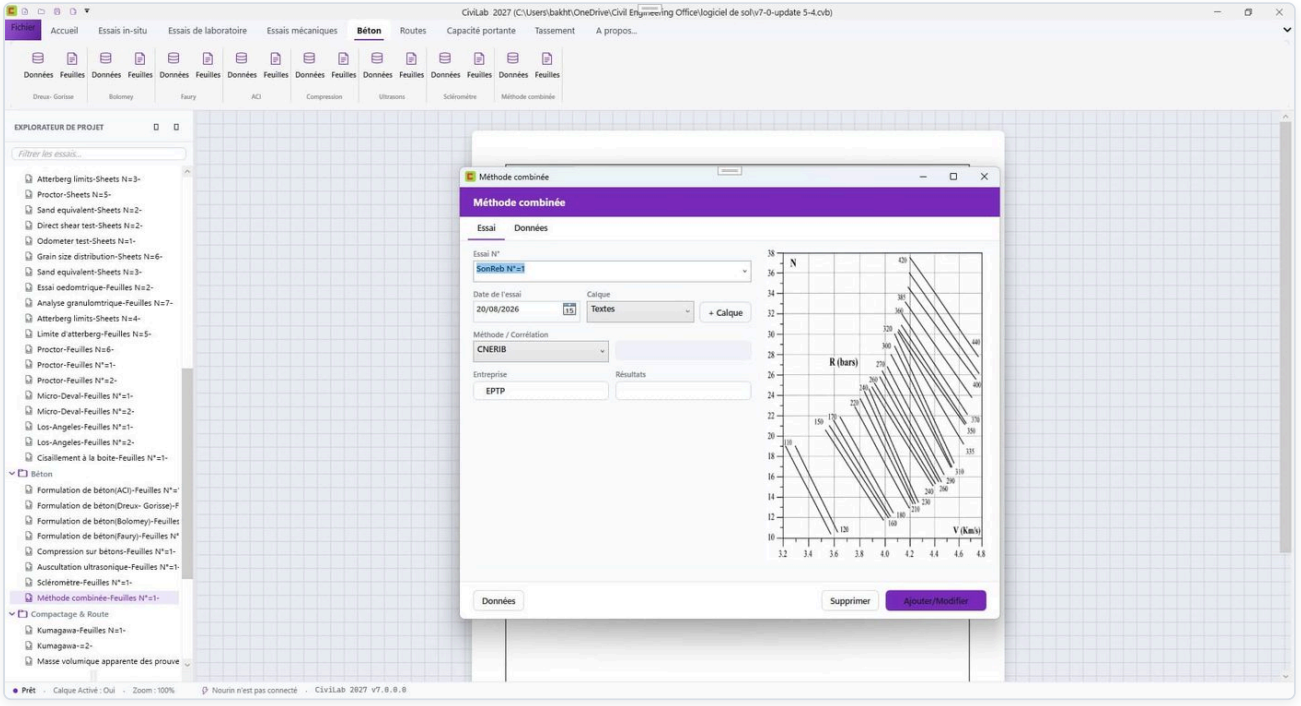
26. Méthode combinée (SonReb)

26.1 Objet

La méthode SonReb combine la vitesse ultrasonique V et l'indice de rebond R pour estimer la résistance d'un béton ordinaire (granulats de 25 mm au plus). Corrélations : **CNERIB**, **Meynink et al. (1979)**, **Bellander. (1979)**, **Arioglu et al. (1996)**, **Faella et al. (2011)**, **Autres...**

26.2 Saisie et calcul

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Calque**, **Entreprise**, **Méthode / Corrélation**.
2. Pour la méthode CNERIB : **Type de ciment** (CPA, CPJ, CRS), **Dosage de ciment** (200 à 400 kg/m³) et **Adjuvant** (**Hydrofuges**, **Superplastifiant / Réducteur d'eau**, **Retardateur / Fluidifiant**) ; CiviLab applique les coefficients correcteurs correspondants (ciment, dosage, adjuvant).
3. Structure **Bloc** > **Niveau** > **Elément** ; pour chaque **Réf** : **Valeur sclerometre** R, **Distance** et **Temps** ; CiviLab calcule la **Vitesse** et la **Résistance** (MPa), puis la **Résistance moyenne**.



Fenêtre de saisie — Méthode combinée (SonReb)

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: RN 18 — N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2026-08-20

MÉTHODE COMBINÉE

Essai: SonReb N°=1
Entreprise: EPTP
Méthode / Corrélation: CNERIB

Type de ciment: CPA
Dosage de ciment: 200 Kg/m³
Adjuvant: Hydrofuges

Bloc	Niveau	Elément	Réf	Valeur sclerometre	Distance (cm)	Temps (µs)	Vitesse (m/s)	Résistance	Résistance moyenne
A1	RDC	P1	1	26	40	95	4210,53	26,2 MPa	**27,2 MPa**
			2	24	40	94	4255,32	25,5 MPa	
			3	28	40	89	4494,38	32,2 MPa	
			4	25	40	96	4166,67	24,8 MPa	
			5	26	40	94	4255,32	27,1 MPa	

R = Cc x Cd x Cadj x Rab. Avec : Cc = 1,00 ,Cd = 0,83 ,Cadj = 1,00

Logiciel: CiviLab 2027

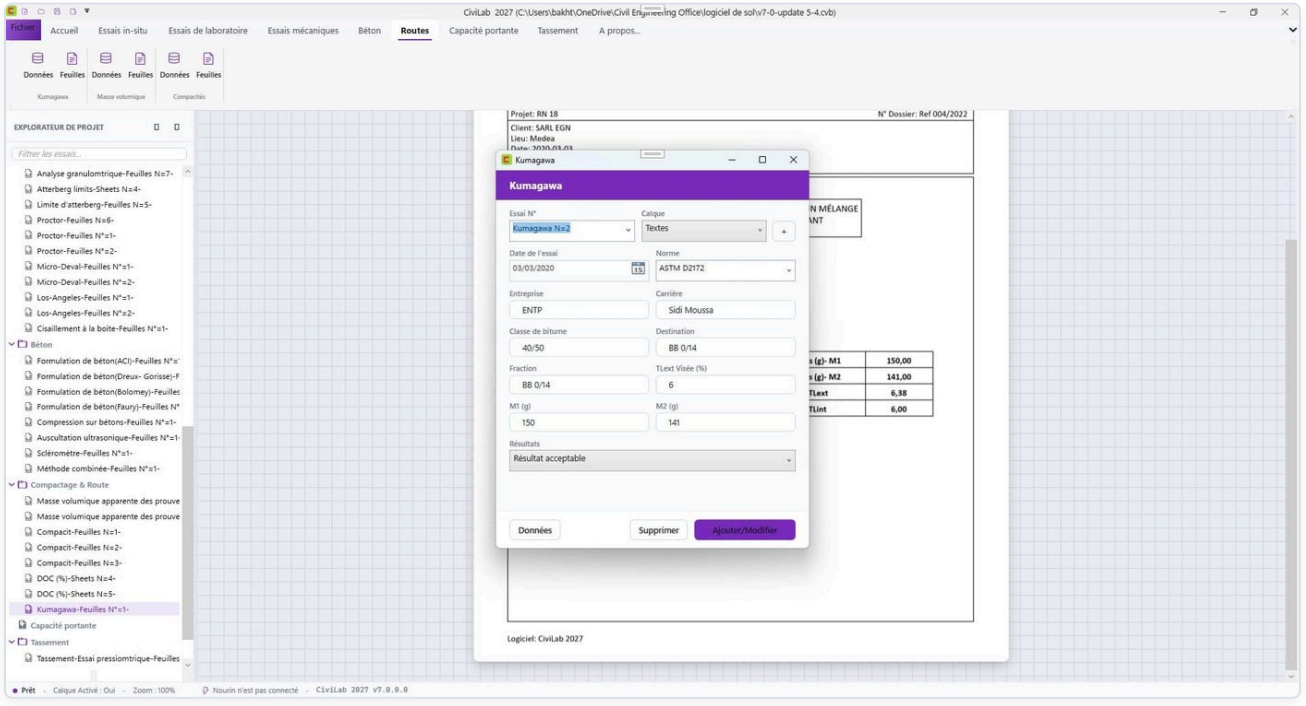
Feuille de l'essai — Méthode combinée (SonReb)

27. Essais routiers

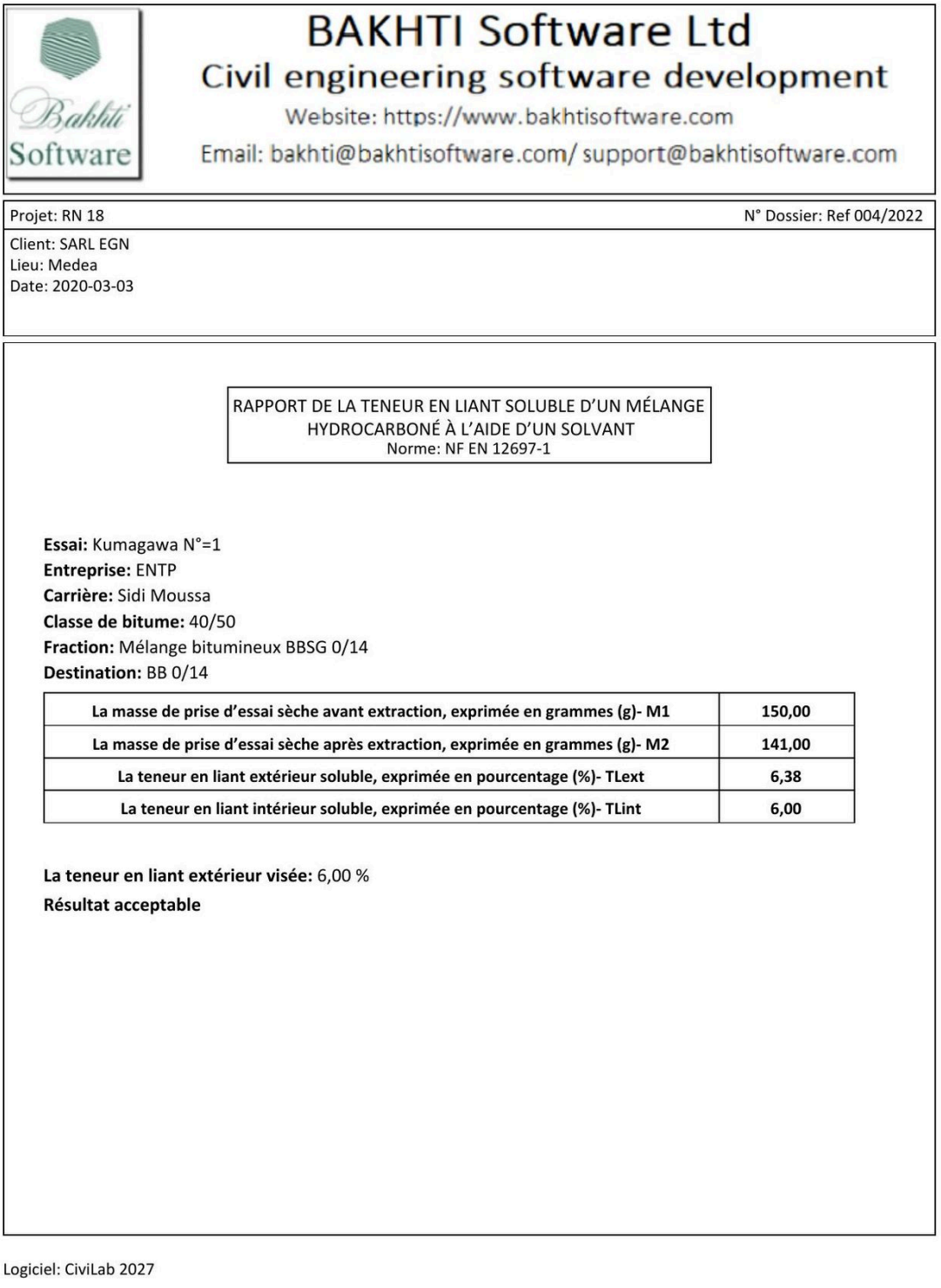
27.1 Extraction de bitume (Kumagawa)

L'essai détermine la teneur en liant d'un enrobé, en extrayant le liant à chaud avec un solvant. Norme : **ASTM D2172**.

1. **Essai N°**, **Date de l'essai**, **Norme**, **Calque**, **Classe de bitume**, **Destination**, **Fraction**, **Entreprise**, **Carrière**.
2. **M1** : masse de la prise d'essai sèche avant extraction (g) ; **M2** : masse après extraction (g) ; **TLext Visée** : teneur en liant extérieur visée.
3. CiviLab calcule :
   - teneur en liant extérieur **TLext = 100 · (M1 − M2) / M2** ;
   - teneur en liant intérieur **TLint = 100 · (M1 − M2) / M1** ;
   - et compare TLext à la valeur visée (**Résultat acceptable** / **Résultat n'est pas acceptable**).



Fenêtre de saisie — Extraction de bitume (Kumagawa)



BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: RN 18 — N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2020-03-03

RAPPORT DE LA TENEUR EN LIANT SOLUBLE D'UN MÉLANGE HYDROCARBONÉ À L'AIDE D'UN SOLVANT
Norme: NF EN 12697-1

Essai: Kumagawa N°=1
Entreprise: ENTP
Carrière: Sidi Moussa
Classe de bitume: 40/50
Fraction: Mélange bitumineux BBSG 0/14
Destination: BB 0/14

La masse de prise d'essai sèche avant extraction, exprimée en grammes (g)- M1	**150,00**
La masse de prise d'essai sèche après extraction, exprimée en grammes (g)- M2	**141,00**
La teneur en liant extérieur soluble, exprimée en pourcentage (%)- TLext	**6,38**
La teneur en liant intérieur soluble, exprimée en pourcentage (%)- TLint	**6,00**

La teneur en liant extérieur visée: 6,00 %
Résultat acceptable

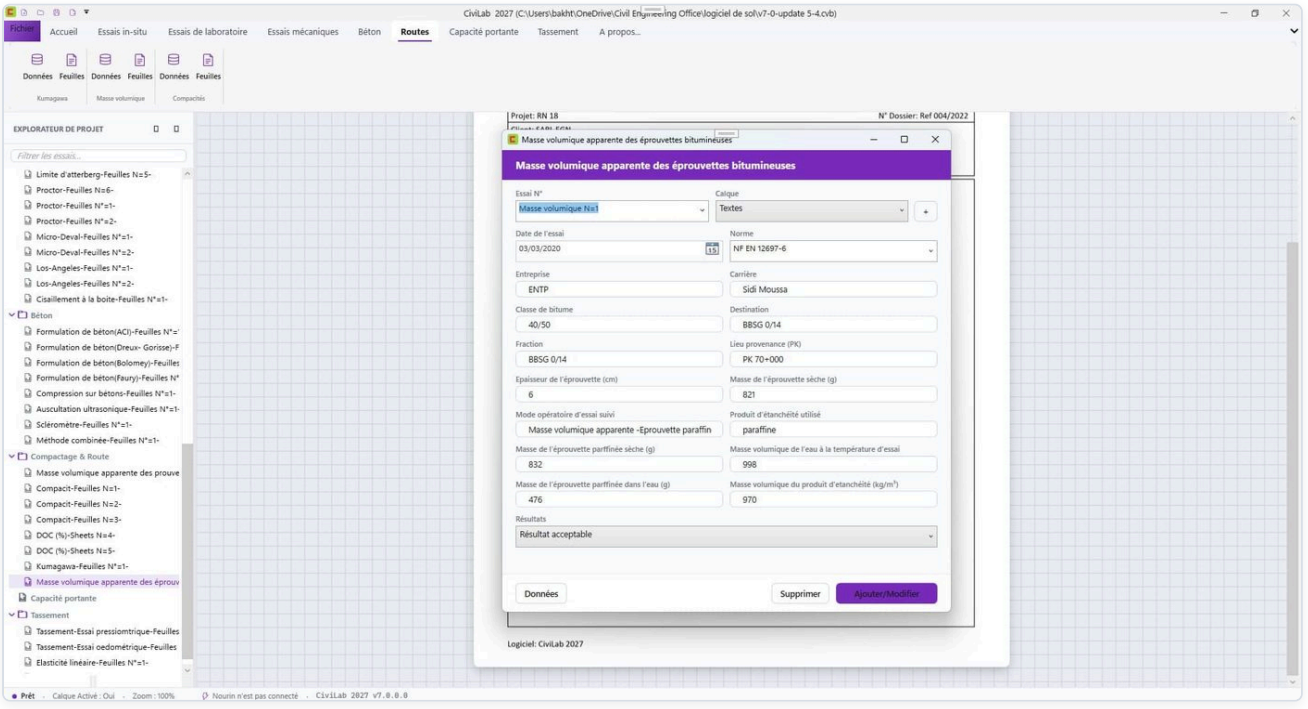
Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Extraction de bitume (Kumagawa)

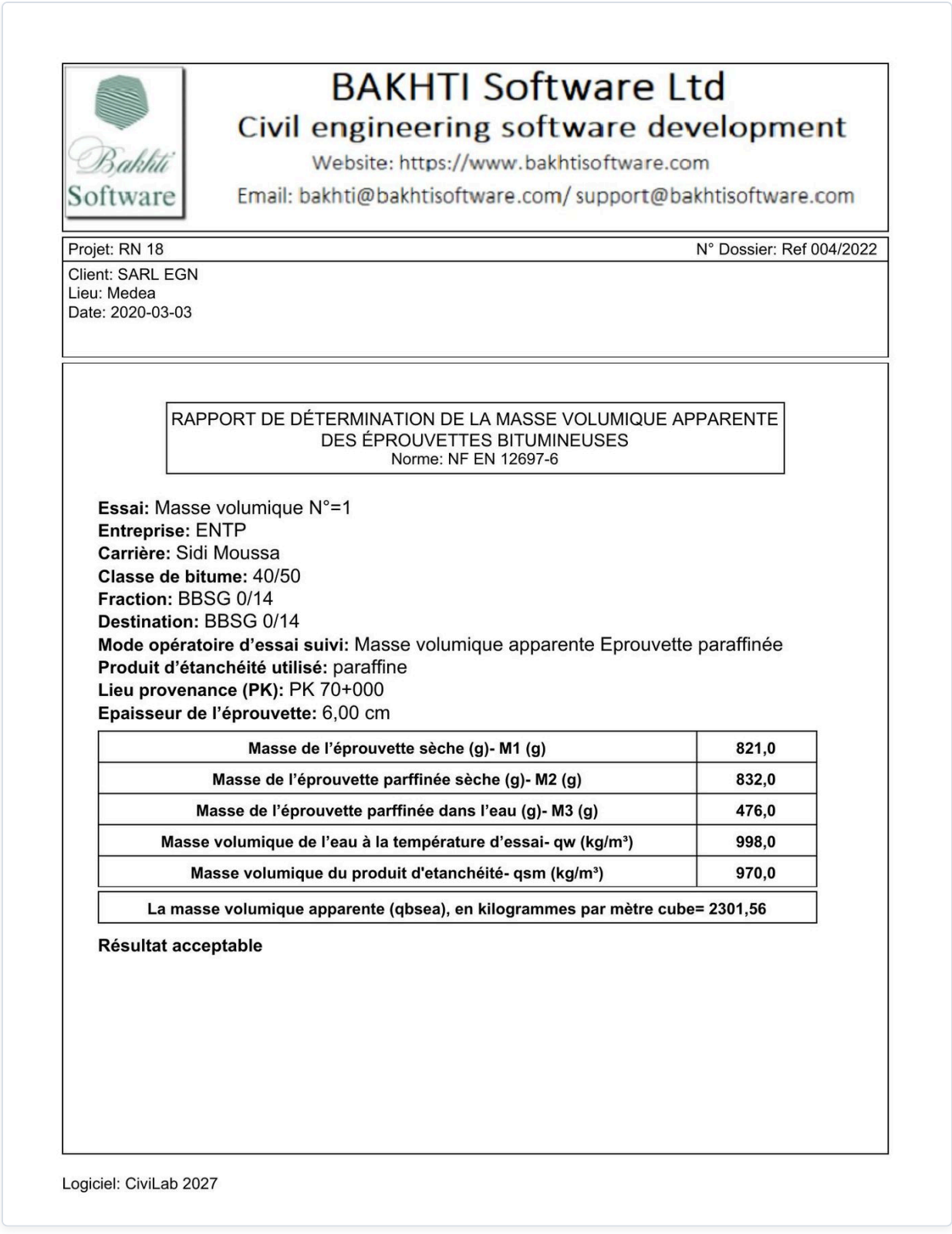
27.2 Masse volumique apparente des éprouvettes bitumineuses

Le contrôle du compactage des enrobés passe par la masse volumique apparente des éprouvettes.

1. Identification : **Norme**, **Classe de bitume**, **Destination**, **Fraction**, **Entreprise**, **Carrière**, **Lieu provenance (PK)**, **Epaisseur de l'éprouvette**, **Mode opératoire d'essai suivi**, **Produit d'étanchéité utilisé**.
2. Mesures : **Masse de l'éprouvette sèche** m1 (g), **Masse de l'éprouvette paraffinée sèche** m2 (g), **Masse de l'éprouvette paraffinée dans l'eau** m3 (g), **Masse volumique de l'eau à la température d'essai** ρw, **Masse volumique du produit d'étanchéité** ρp.
3. Résultat : **masse volumique apparente** de l'éprouvette (kg/m³), comparée à la valeur attendue.



Fenêtre de saisie — Masse volumique apparente des éprouvettes bitumineuses



BAKHTI Software Ltd
Civil engineering software development
Website: https://www.bakhtisoftware.com
Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: RN 18 — N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2020-03-03

RAPPORT DE DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE APPARENTE
DES ÉPROUVETTES BITUMINEUSES
Norme: NF EN 12697-6

Essai: Masse volumique N°=1
Entreprise: ENTP
Carrière: Sidi Moussa
Classe de bitume: 40/50
Fraction: BBSG 0/14
Destination: BBSG 0/14
Mode opératoire d'essai suivi: Masse volumique apparente Eprouvette paraffinée
Produit d'étanchéité utilisé: paraffine
Lieu provenance (PK): PK 70+000
Epaisseur de l'éprouvette: 6,00 cm

Masse de l'éprouvette sèche (g)- M1 (g)	**821,0**
Masse de l'éprouvette parffinée sèche (g)- M2 (g)	**832,0**
Masse de l'éprouvette parffinée dans l'eau (g)- M3 (g)	**476,0**
Masse volumique de l'eau à la température d'essai- qw (kg/m³)	**998,0**
Masse volumique du produit d'etanchéité- qsm (kg/m³)	**970,0**

La masse volumique apparente (qbsea), en kilogrammes par mètre cube= 2301,56

Résultat acceptable

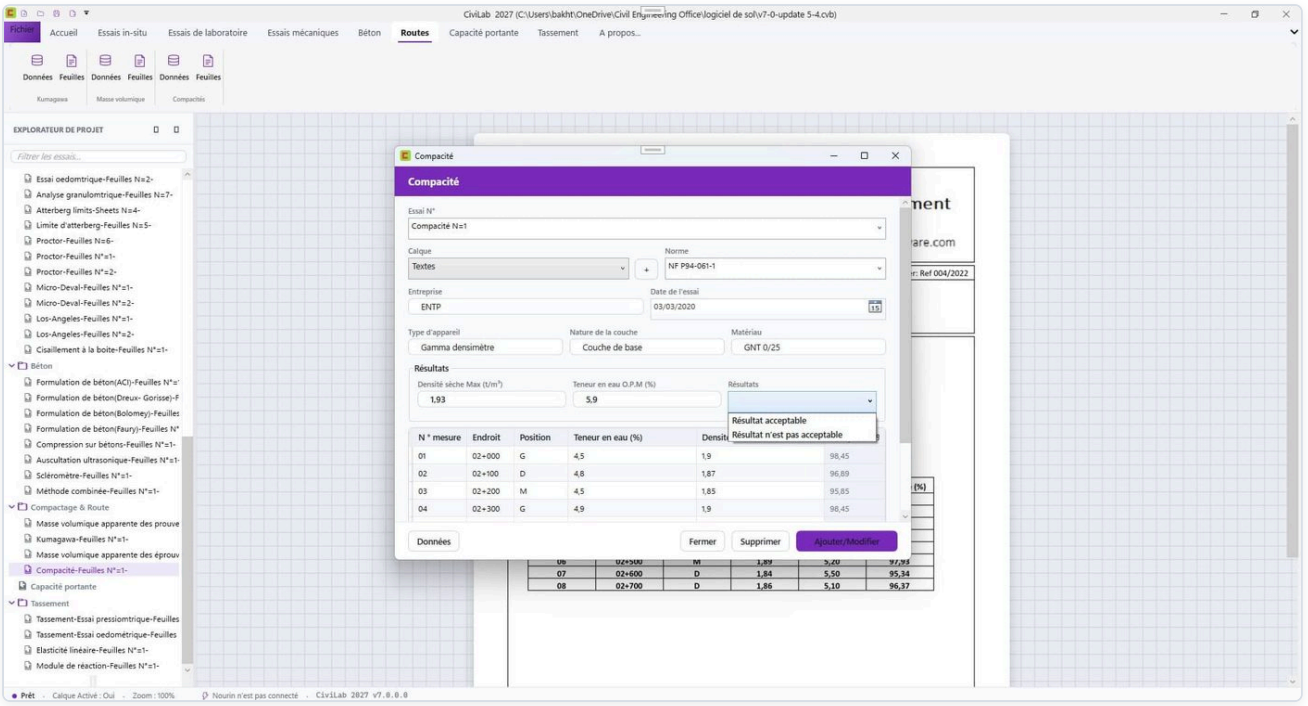
Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Masse volumique apparente des éprouvettes bitumineuses

27.3 Compacité en place

Le taux de compactage est le rapport entre la densité sèche mesurée en place (cône de sable, densitomètre à membrane, gammadensimètre…) et la densité de référence Proctor. Normes : **ASTM D1556 / D1556M**, **NF P 94-061-1**.

1. **Norme**, **Nature de la couche**, **Matériau**, **Densité sèche Max** et **Teneur en eau O.P.M** de la référence Proctor, **Type d'appareil**, **Entreprise**.
2. Pour chaque mesure : **N ° mesure**, **Endroit**, **Position**, **Teneur en eau**, **Densité sèche** en place.
3. CiviLab calcule le **taux de compactage = 100 · γd / γd max** de chaque mesure et conclut (**Résultat acceptable** / **Résultat n'est pas acceptable**).



Fenêtre de saisie — Compacité en place

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: RN 18 N° Dossier: Ref 004/2022

Client: SARL EGN
Lieu: Medea
Date: 2020-03-03

MESURE DE LA DENSITÉ EN PLACE

Norme: ASTM D1556 / D1556M

Essai: Compacité RN 18
Entreprise: ENTP
Type d'appareil : Sand-Cone Method
Nature de la couche : 1st
Matériau: 0/25
Densité sèche Max= 1,93 t/m³
Teneur en eau O.P.M= 5,9 %

N ° mesure	Endroit	Position	Densité sèche	Teneur en eau	Compacité (%)
01	02+000	G	1,91	4,50	98,96
02	02+100	D	1,87	4,80	96,89
03	02+200	M	1,85	4,50	95,85
04	02+300	G	1,90	4,90	98,45
05	02+400	D	1,88	5,10	97,41
06	02+500	M	1,89	5,20	97,93
07	02+600	D	1,84	5,50	95,34
08	02+700	D	1,86	5,10	96,37

Accepted result

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Compacité en place

28. Capacité portante des fondations superficielles

28.1 Principe commun

L'onglet **Capacité portante** calcule la contrainte admissible d'une semelle superficielle (isolée, filante ou radier) à partir des essais du projet :

Groupe du ruban	Méthode	Essai utilisé	Normes
Essais de laboratoire	Méthode c-φ	Paramètres de cisaillement	Eurocode 7 (NF P 94-261), DTR BC 2.331, DTU 13.12
Essai pressiométrique	Méthode pressiométrique	Profil pressiométrique	Eurocode 7 (NF P 94-261), DTR BC 2.331, DTU 13.12
Pénétromètre dynamique	Méthode pénétrométrique	Essai DPT	DTR BC 2.331, DTU 13.12
CPT	Méthode pénétrométrique statique	Essai CPT	Eurocode 7 (NF P 94-261), DTR BC 2.331, DTU 13.12
SPT	Meyerhof, Meyerhof-Bowles, Terzaghi-Peck	Essai SPT	—

Chaque calcul a un **Nom**, une **Date**, un **Calque** et une **Méthode** (norme). La feuille rappelle les formules, les données, les **Annexes de calcul** et le résultat à l'**État Limite Ultime (ELU)** et à l'**État Limite de Service (ELS)** (ou avec un **Facteur de securité ≥ 3** selon le DTR et le DTU), avec un schéma de la fondation.

Propriétés géométriques (bouton commun) : type de fondation (**Semelle filante**, **Semelle isolée** rectangulaire, carrée ou circulaire, **Radier**), largeur **B**, longueur **L**, profondeur d'encastrement **D**, inclinaison de la base α, **Talus** (angle, distance au bord), **Charge inclinée** (angle ou composantes H et V), **Charge excentrée** (excentricités eB, eL). L'onglet **Schéma** illustre chaque paramètre.

28.2 Méthode c-φ (essais de laboratoire)

Onglet **Sol** : **Méthode** (**Eurocode 7 (NF P 94-261)**, **DTR BC 2.331**, **DTU 13.12**), **Comportement non drainé** (case à cocher), **Angle de frottement** φ', cohésion **C** (kPa), poids volumiques **γ1** (au-dessus de la base) et **γ2** (sous la base), surcharge **q** ; **Poids volumique moyen** calcule γ à partir de couches.

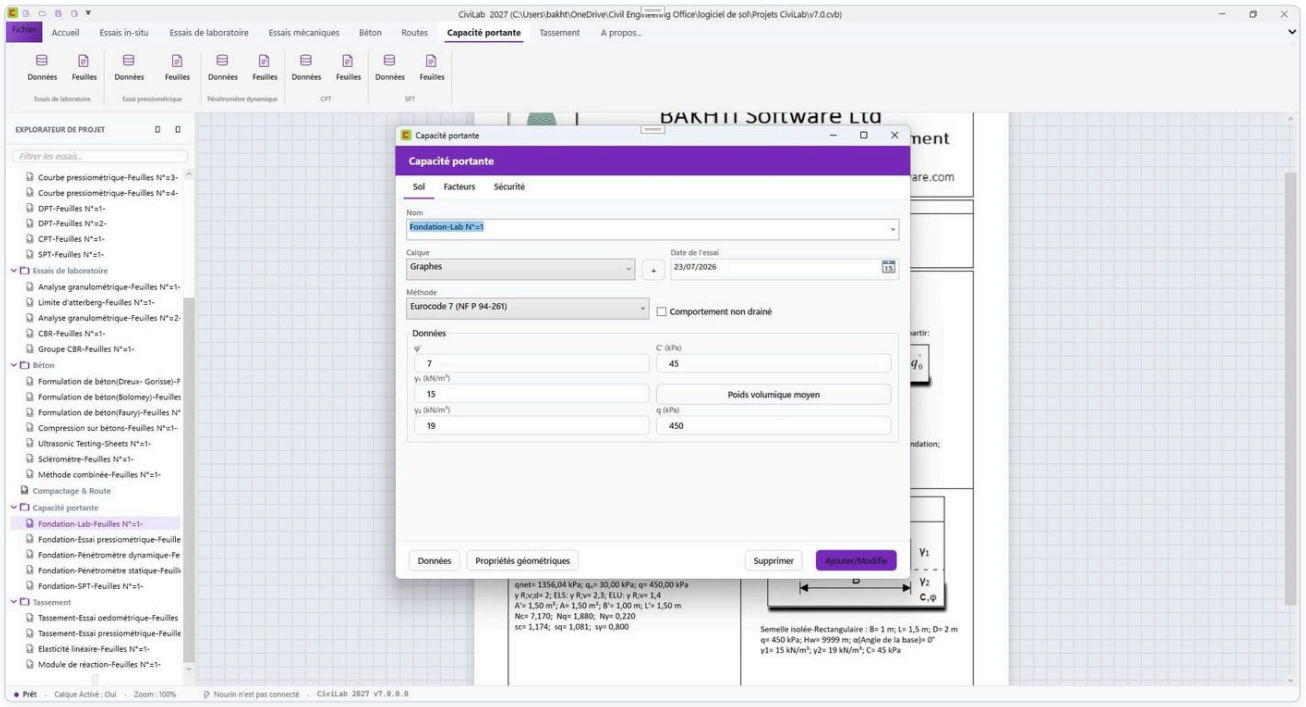
Onglet **Facteurs** : CiviLab détermine automatiquement les **facteurs de capacité portante Nc, Nq, Nγ**, les **coefficients de base inclinée** bc, bq, bγ, les **coefficients de forme** sc, sq, sγ et les **coefficients d'inclinaison de la charge** ic, iq, iγ. Ils restent modifiables.

Onglet **Sécurité** : facteurs partiels **γR;v (ELU)** (1,4), **γR;v (ELS)** (2,3) et coefficient de modèle **γR;d;v**.

Formules (Eurocode 7) :

- conditions drainées : **qnet = c′ · Nc · bc · sc · ic + q′0 · Nq · bq · sq · iq + 0,5 · γ′ · B′ · Nγ · bγ · sγ · iγ − q0** ;
- conditions non drainées : **qnet = (π + 2) · cu · bc · sc · ic** ;
- vérification : **σv;d ≤ qnet / (γR;v · γR;d;v) + q0**.

Selon le DTR BC 2.331 et le DTU 13.12, CiviLab calcule la contrainte ultime qu (formule de Terzaghi avec la largeur effective B′) et la contrainte admissible avec un facteur de sécurité de 3.



Fenêtre de saisie — Méthode c-φ (essais de laboratoire)

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Site Investigation Report "DL 2026" N° Dossier: 002605

Client: AADL
Lieu:
Date: 2026-07-23

Capacité portante: Méthode C-ϕ

Norme: Eurocode 7 (NF P 94-261)

En conditions drainées, la contrainte qnet du terrain sous une fondation superficielle doit être déterminée à partir:

$$q_{net} = c' N_c b_c s_c i_c + q'_0 N_q b_q s_q i_q + q N_q b_q s_q i_q + 0{,}5\gamma' B' N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma - q'_0$$

Avec:

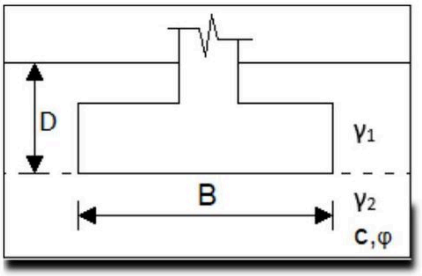
- c' est la valeur de la cohésion non drainée du sol d'assise de la fondation;
- Nc, Nq et Nγ sont les facteurs de capacité portante;
- γ' est le poids volumique effectif du sol sous la base de la fondation;
- q et q'0 sont la pression de surcharge et la pression effective due au poids des terres à la base de la fondation;
- bc, bq et bγ sont les coefficients de base inclinée;
- sc, sq et sγ sont les coefficients de forme;
- ic, iq et iγ sont les coefficients d'inclinaison de la charge.

Résultats

$$\sigma_{V;d} \leq \frac{q_{net}}{\gamma_{R;v}\,\gamma_{R;d;v}} + q_0$$

ELU: σ V;d ≤ 514,30 kPa; ELS: σ V;d ≤ 324,79 kPa

qnet= 1356,04 kPa; q_o= 30,00 kPa; q= 450,00 kPa
γ R;v;d= 2; ELS: γ R;v= 2,3; ELU: γ R;v= 1,4
A'= 1,50 m²; A= 1,50 m²; B'= 1,00 m; L'= 1,50 m
Nc= 7,170; Nq= 1,880; Nγ= 0,220
sc= 1,174; sq= 1,081; sγ= 0,800



Semelle isolée-Rectangulaire : B= 1 m; L= 1,5 m; D= 2 m
q= 450 kPa; Hw= 9999 m; α(Angle de la base)= 0°
γ1= 15 kN/m³; γ2= 19 kN/m³; C= 45 kPa

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Méthode c-φ (essais de laboratoire)

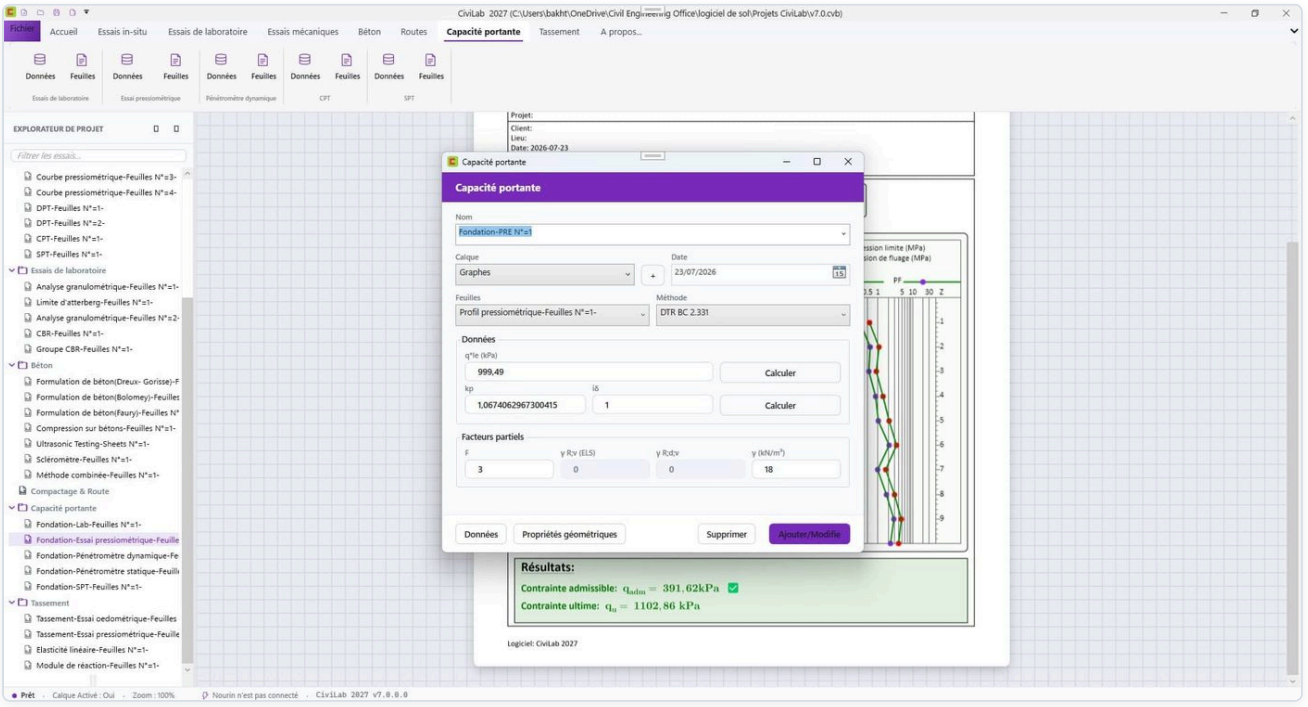
28.3 Méthode pressiométrique

Capacité portante > Essai pressiométrique > Données :

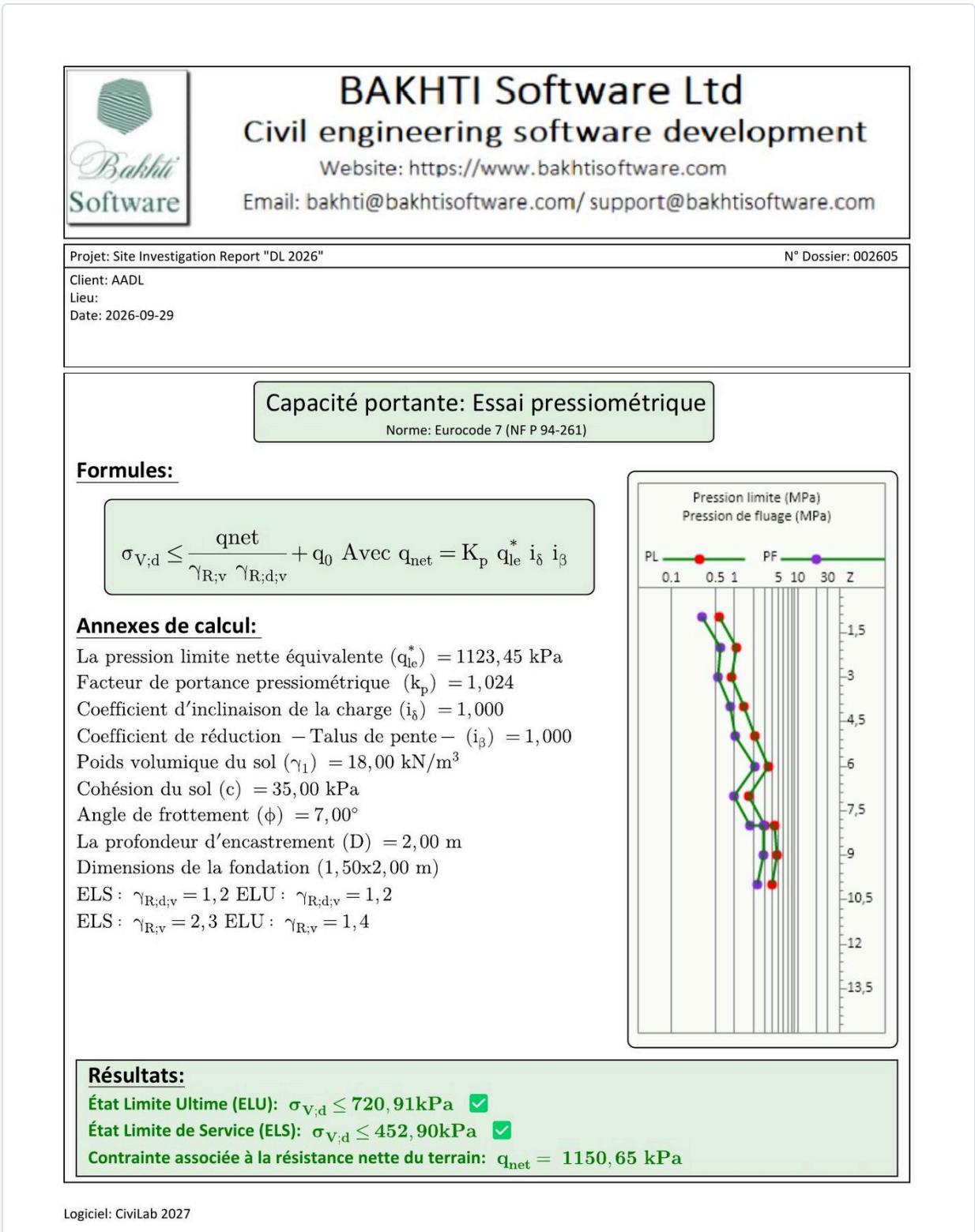
1. Choisissez le **profil pressiométrique** (« Veuillez sélectionner un profil pressiométrique ») et la **Méthode**.
2. Le bouton **Calculer** demande « B D » (largeur et profondeur d'ancrage, séparées par un espace) puis lit le profil : CiviLab calcule la **pression limite nette équivalente ple*** sur la hauteur utile sous la base (moyenne géométrique des pl* de D à D + 1,5 B).
3. Renseignez le **facteur de portance pressiométrique kp** (proposé selon la catégorie de sol, la forme et l'encastrement), le **coefficient d'inclinaison de la charge** et le **coefficient de réduction (talus)** iδβ, le poids volumique γ1, et les facteurs partiels.

Formule : **qnet = kp · ple* · iδβ**, puis vérification à l'ELU et à l'ELS (Eurocode 7) ou contrainte admissible avec un facteur de sécurité de 3 (DTR, DTU).

> **Remarque :** les profils saisis manuellement (tableau Em, Pf*, Pl*) sont utilisés de la même façon.



Fenêtre de saisie — Méthode pressiométrique



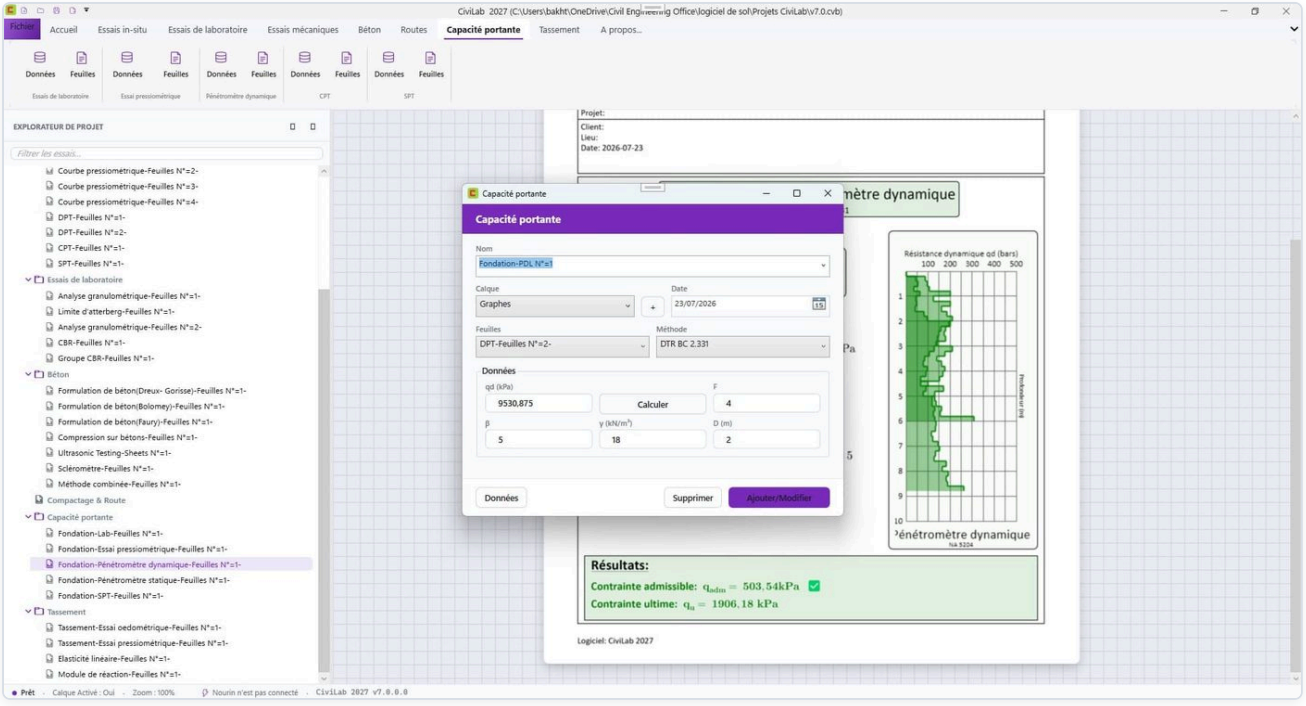
Feuille de l'essai — Méthode pressiométrique

28.4 Méthode du pénétromètre dynamique

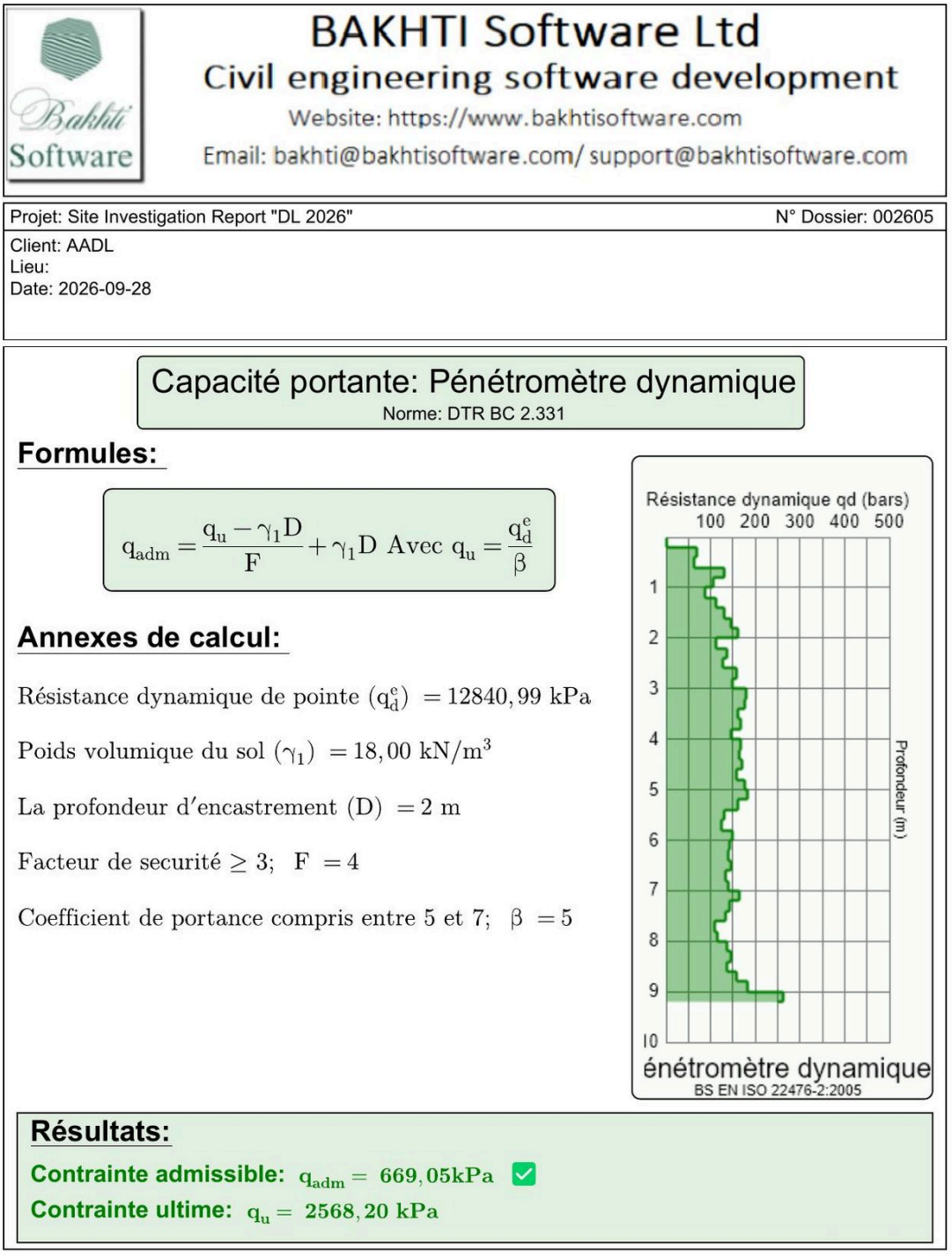
1. Choisissez le **profil DPT** (« Veuillez sélectionner un profil DPT ») et la **Méthode** (DTR BC 2.331 ou DTU 13.12).

2. **Calculer** demande « B D Max » : largeur, profondeur d'ancrage et valeur plafond de qd (qd Max) ; CiviLab calcule la résistance dynamique équivalente qd sous la fondation.
3. Renseignez le **Poids volumique du sol** γ1, le **coefficient de portance β** (compris entre 5 et 7) et le **facteur de sécurité F** (≥ 3).

Formules : **qu = qd / β** ; **qadm = (qu – γ1 · D) / F + γ1 · D**.



Fenêtre de saisie — Méthode du pénétromètre dynamique



BAKHTI Software Ltd
Civil engineering software development
Website: https://www.bakhtisoftware.com
Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Site Investigation Report "DL 2026" N° Dossier: 002605
Client: AADL
Lieu:
Date: 2026-09-28

Capacité portante: Pénétromètre dynamique
Norme: DTR BC 2.331

Formules:

$$q_{adm} = \frac{q_u - \gamma_1 D}{F} + \gamma_1 D \text{ Avec } q_u = \frac{q_d^e}{\beta}$$

Annexes de calcul:

Résistance dynamique de pointe $(q_d^e) = 12840,99$ kPa

Poids volumique du sol $(\gamma_1) = 18,00$ kN/m^3

La profondeur d'encastrement $(D) = 2$ m

Facteur de securité ≥ 3; $F = 4$

Coefficient de portance compris entre 5 et 7; $\beta = 5$

Résultats:

Contrainte admissible: $q_{adm} = 669,05$kPa

Contrainte ultime: $q_u = 2568,20$ kPa

Logiciel: CiviLab 2027

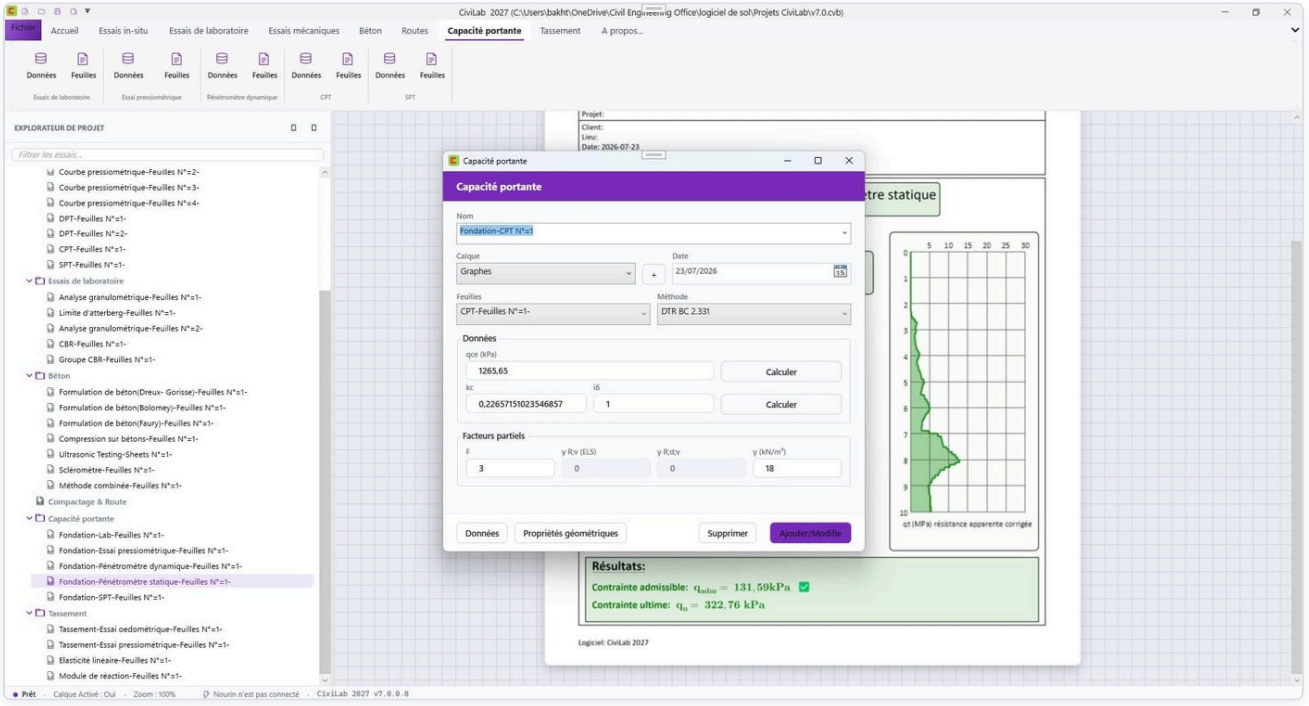
Feuille de l'essai — Méthode du pénétromètre dynamique

28.5 Méthode du pénétromètre statique (CPT)

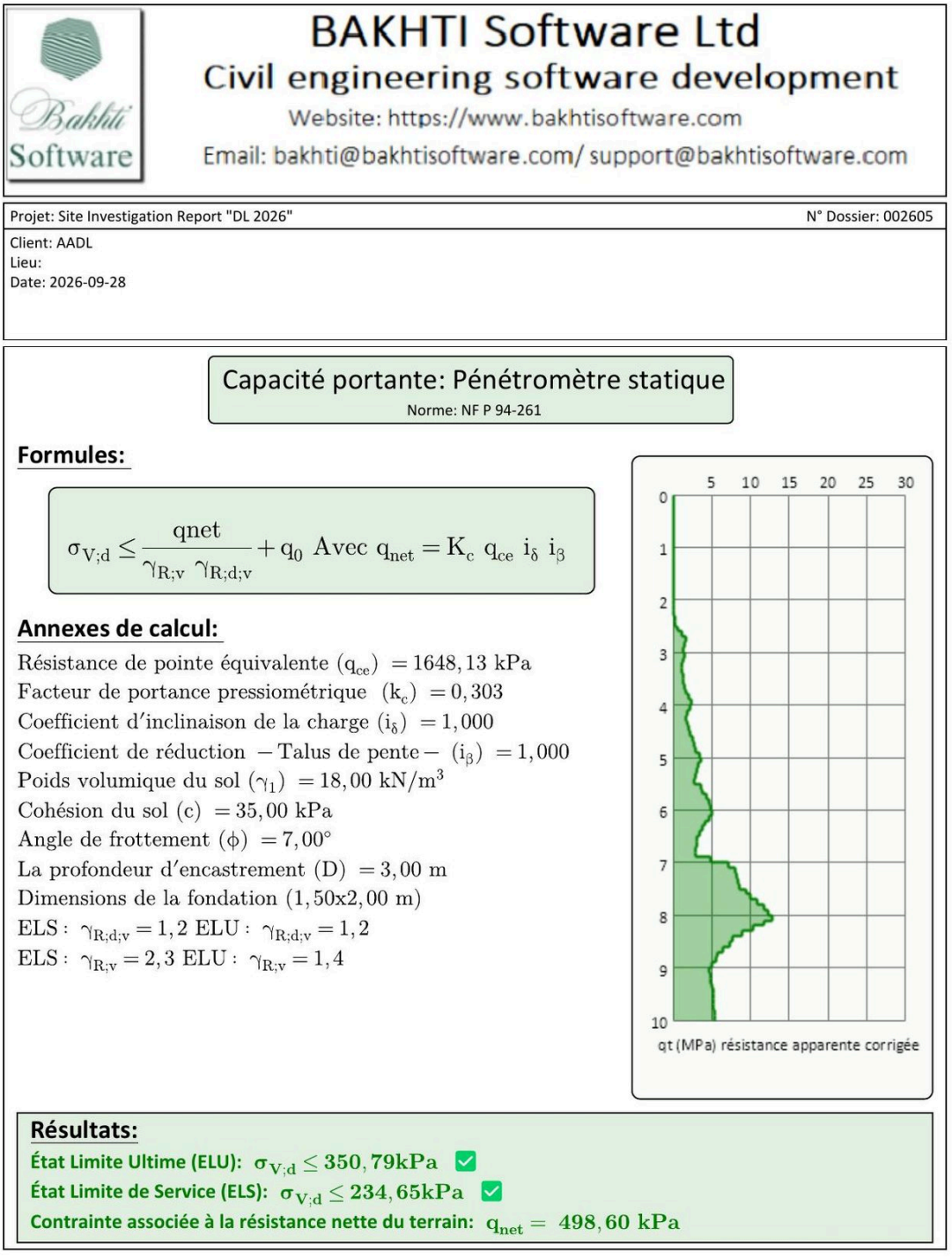
1. Choisissez l'**essai CPT** (« Veuillez sélectionner un essai CPT ») et la **Méthode**.
2. **Calculer** demande « B D » ; CiviLab calcule la **résistance de pointe équivalente qce** (moyenne des résistances de pointe écrêtées sur la hauteur utile).

3. Renseignez le **facteur de portance kc**, les coefficients d'inclinaison et de talus, et les facteurs partiels.

Formule : **qnet = kc · qce · iδβ**, puis vérification ELU / ELS ou facteur de sécurité.



Fenêtre de saisie — Méthode du pénétromètre statique (CPT)

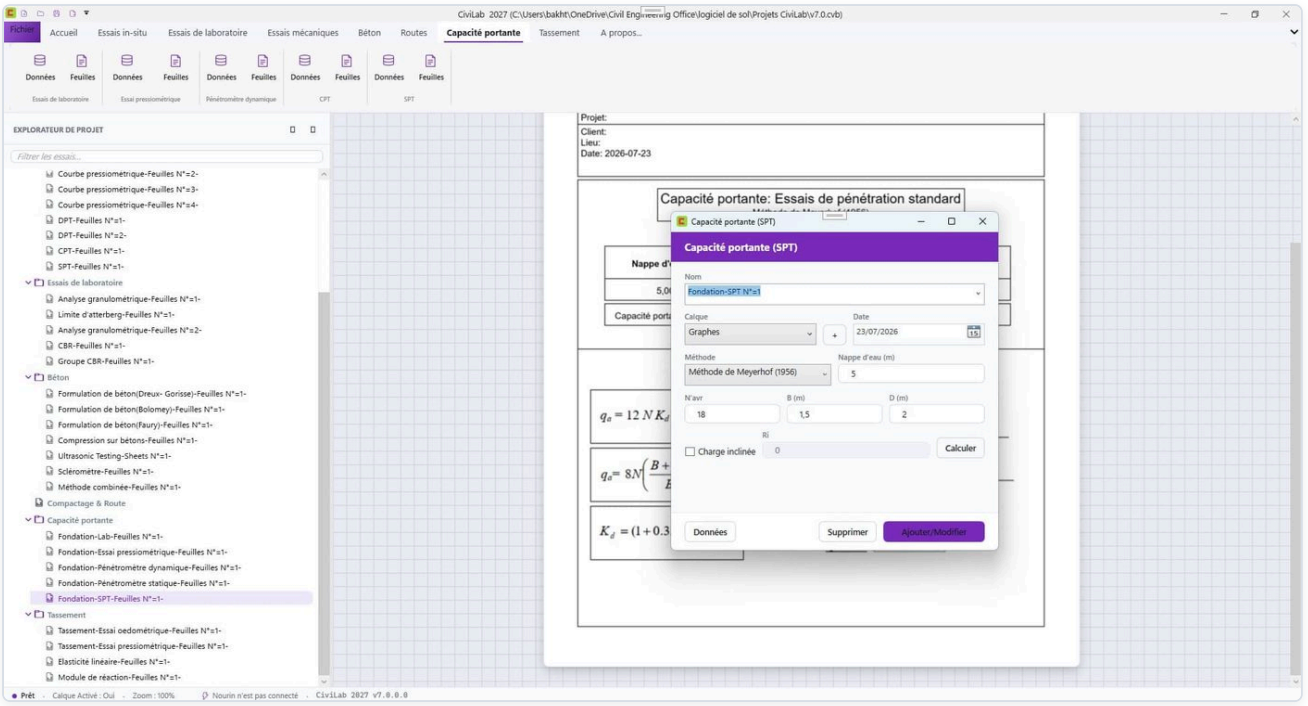


Feuille de l'essai — Méthode du pénétromètre statique (CPT)

28.6 Méthode SPT

1. **Méthode** : **Méthode de Meyerhof (1956)**, **Méthode Meyerhof modifiée par Bowles (SPT), 1977** ou **Méthode de Terzaghi et Peck (1948)**.

2. Données : **N’avr**, valeur moyenne du nombre de coups SPT de la base de la semelle à 1,5 · B′ sous la base (corrigée à 15 + 0,5 (N − 15) dans les sables fins saturés), **La largeur effective de la fondation** B′, **La profondeur d’encastrement** D, **Nappe d’eau**, **Charge inclinée** (valeur H/V : « Veuillez insérer la valeur H/V »).
3. CiviLab calcule la **capacité portante pour un tassement maximum de 25 mm ou 1 pouce**, corrigée de l’encastrement, de la nappe et de l’**inclinaison de la charge**.



Fenêtre de saisie — Méthode SPT

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Site Investigation Report "DL 2026" N° Dossier: 002605

Client: AADL
Lieu:
Date: 2026-09-28

Capacité portante: Essais de pénétration standard

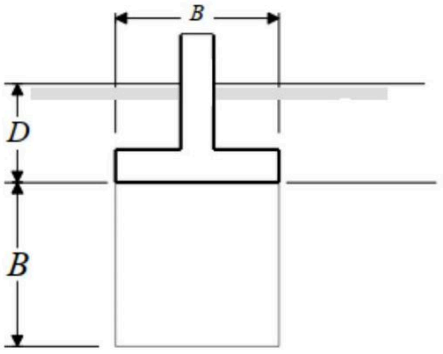
Méthode de Meyerhof (1956)

Nappe d'eau(m)	Ri	B (m)	D (m)	N (SPT)
15,00	/	1,50	2,00	17
Capacité portante pour un tassement maximum de 25 mm ou 1 pouce (kPa)				260,467

$$q_a = 12\,N\,K_d \qquad B \le 1.2\ \text{m}$$

$$q_a = 8N\left(\frac{B+0.3}{B}\right)^2 K_d \qquad B > 1.2\ \text{m}$$

$$K_d = (1+0.33\frac{D}{B}) \le 1.33$$



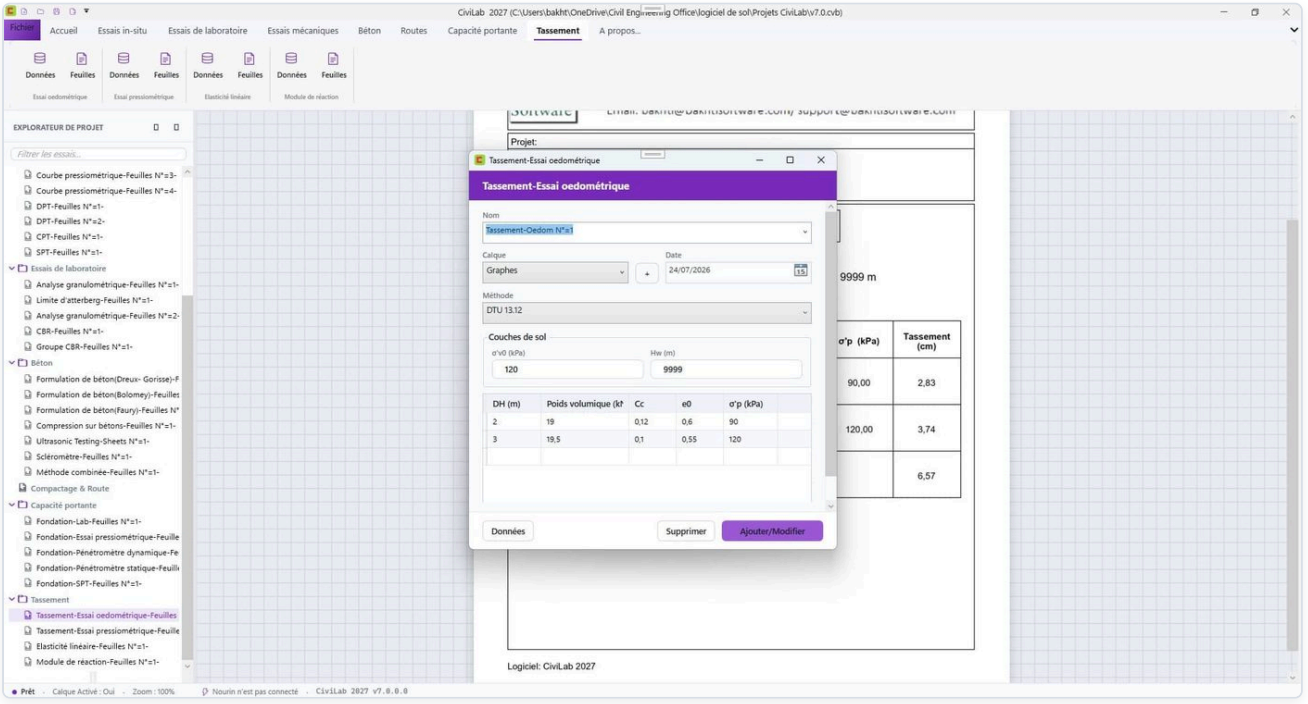
Feuille de l'essai — Méthode SPT

29. Tassement des fondations superficielles

29.1 Tassement à partir de l'essai œdométrique

Tassement > Essai oedomètrique > Données calcule le tassement d'une semelle rigide (filante ou isolée) par la méthode des couches :

1. **Nom**, **Date**, **Méthode** (Eurocode 7 : NF P 94-261, DTR BC 2.331, DTU 13.12).
2. **Couches de sol** : pour chaque couche, épaisseur, **Poids volumique**, essai œdométrique associé et **Etat** du sol (normalement consolidé ou surconsolidé ; « Veuillez sélectionner l'etat de sol »).
3. **La contrainte verticale apportée par la fondation**, profondeur de la nappe.
4. CiviLab calcule, au milieu de chaque couche, la contrainte effective initiale et l'accroissement de contrainte, puis le tassement de la couche à partir de Cc, Cs, σ'p et e0 de l'essai œdométrique ; le **Tassement total** est la somme des tassements des couches.



Fenêtre de saisie — Tassement à partir de l'essai œdométrique

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Site Investigation Report "DL 2026" N° Dossier: 002605

Client: AADL
Lieu:
Date: 2026-07-24

Tassement-Essai oedométrique

Norme: DTU 13.12
Profondeur de la nappe: 9999 m
La contrainte verticale apportée par la fondation: 120 kPa

N° Couche	H (m)	γ (kN/m³)	Indice des vides	Cc	σ'p (kPa)	Tassement (cm)
1	2,00	19,00	0,60	0,1200	90,00	2,83
2	3,00	19,50	0,55	0,1000	120,00	3,74
Tassement total (cm)						6,57

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Tassement à partir de l'essai œdométrique

29.2 Tassement pressiométrique

1. **Nom**, **Date**, **Méthode** (**Eurocode 7 (NF P 94-261)**, **DTR BC 2.331**, **DTU 13.12**), **Type de sol** : **Sol homogène**, **Sol hétérogène** ou **Couche molle intercalaire**.

2. **Largeur de fondation** B, contrainte appliquée **q'**, contrainte initiale **σ'v0 = γ · D**.

3. Modules : **EM** (sol homogène) ou **E1 à E16** par tranches de B/2 (sol hétérogène). Le bouton de calcul automatique les lit sur un **profil pressiométrique** (**Calculer**) :

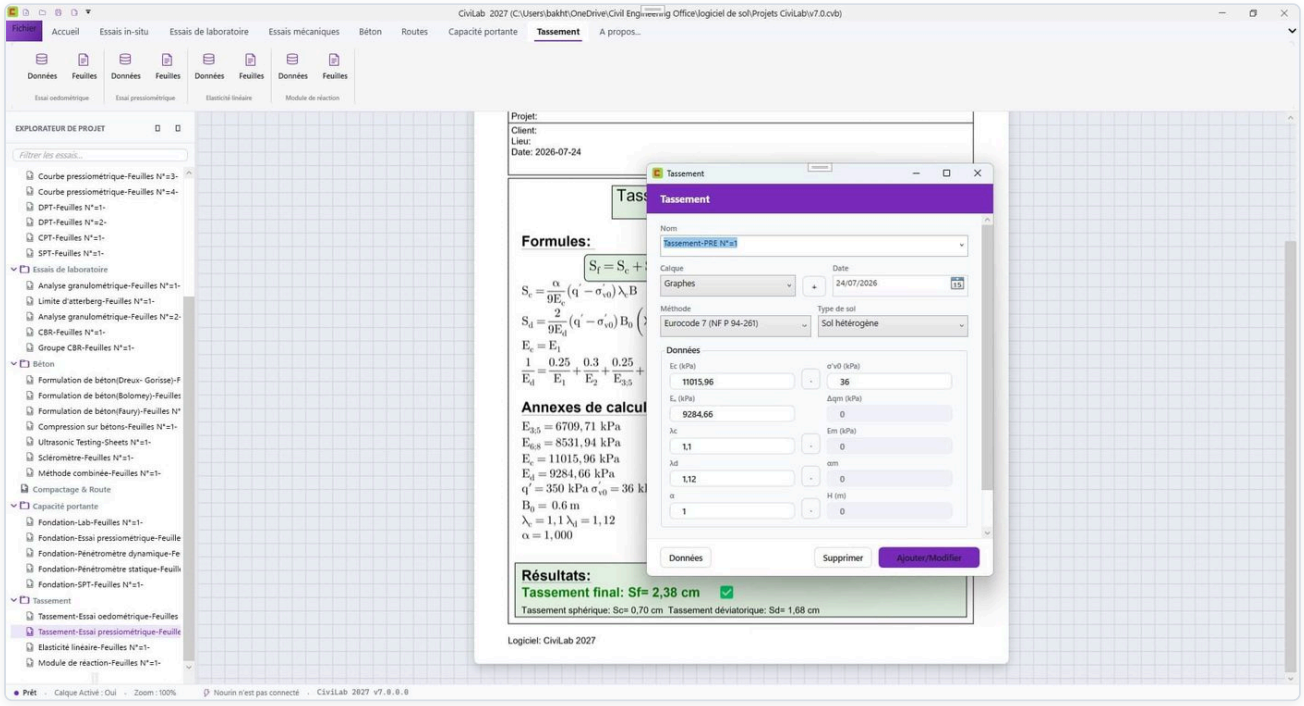
4. **Coefficient rhéologique α** selon le sol (tourbe, argile, limon, sable, grave, rocher) et son état (surconsolidé, normalement consolidé, sous-consolidé) :

5. **Coefficients de forme λc et λd**, selon le rapport L/B.

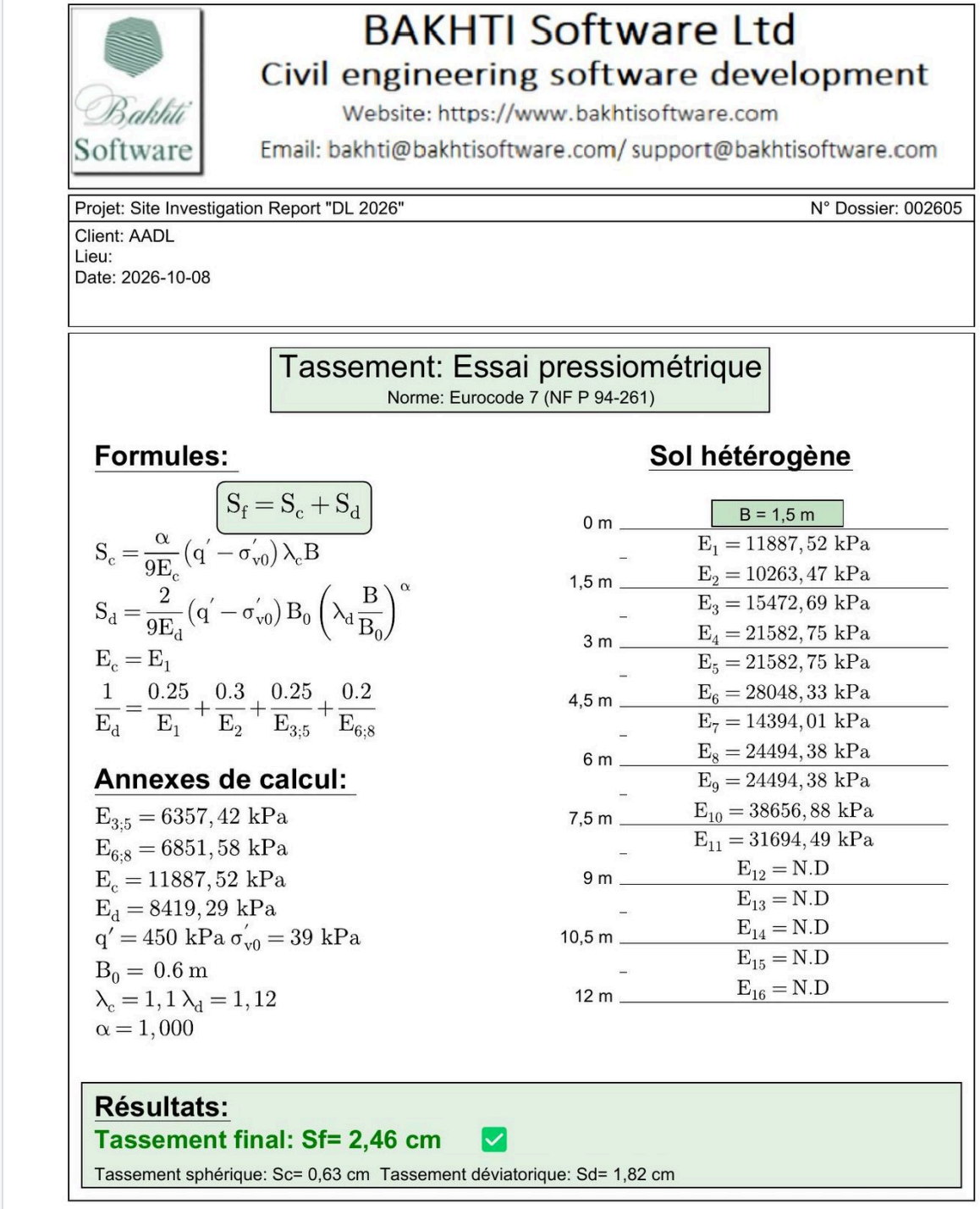
6. **Couche molle intercalaire** : épaisseur de la couche, module **Em**, coefficient **αm**, surcharge **Δqm** au niveau de la couche.

Formules (méthode pressiométrique) :

- tassement sphérique : **sc = (α / 9Ec) · (q' – σ'v0) · λc · B** ;
- tassement déviatorique : **sd = (2 / 9Ed) · (q' – σ'v0) · B0 · (λd · B / B0)^α**, avec B0 = 0,6 m ;
- sol hétérogène : Ec = E1 ; Ed par la moyenne harmonique 4/Ed = 1/E1 + 1/(0,85 E2) + 1/E3,5 + 1/(2,5 E6,8) + 1/(2,5 E9,16) ;
- **tassement final sf = sc + sd** (+ supplément de tassement de la couche molle).



Fenêtre de saisie — Tassement pressiométrique



BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Site Investigation Report "DL 2026" N° Dossier: 002605

Client: AADL
Lieu:
Date: 2026-10-08

Tassement: Essai pressiométrique

Norme: Eurocode 7 (NF P 94-261)

Formules:

$$S_f = S_c + S_d$$

$$S_c = \frac{\alpha}{9E_c}(q' - \sigma'_{v0})\,\lambda_c B$$

$$S_d = \frac{2}{9E_d}(q' - \sigma'_{v0})\,B_0\left(\lambda_d \frac{B}{B_0}\right)^{\alpha}$$

$$E_c = E_1$$

$$\frac{1}{E_d} = \frac{0.25}{E_1} + \frac{0.3}{E_2} + \frac{0.25}{E_{3;5}} + \frac{0.2}{E_{6;8}}$$

Annexes de calcul:

$E_{3;5} = 6357,42$ kPa
$E_{6;8} = 6851,58$ kPa
$E_c = 11887,52$ kPa
$E_d = 8419,29$ kPa
$q' = 450$ kPa $\sigma'_{v0} = 39$ kPa
$B_0 = 0.6$ m
$\lambda_c = 1,1$ $\lambda_d = 1,12$
$\alpha = 1,000$

Sol hétérogène

B = 1,5 m

0 m	
	$E_1 = 11887,52$ kPa
1,5 m	$E_2 = 10263,47$ kPa
	$E_3 = 15472,69$ kPa
3 m	$E_4 = 21582,75$ kPa
	$E_5 = 21582,75$ kPa
4,5 m	$E_6 = 28048,33$ kPa
	$E_7 = 14394,01$ kPa
6 m	$E_8 = 24494,38$ kPa
	$E_9 = 24494,38$ kPa
7,5 m	$E_{10} = 38656,88$ kPa
	$E_{11} = 31694,49$ kPa
9 m	$E_{12} = N.D$
	$E_{13} = N.D$
10,5 m	$E_{14} = N.D$
	$E_{15} = N.D$
12 m	$E_{16} = N.D$

Résultats:

Tassement final: Sf= 2,46 cm

Tassement sphérique: Sc= 0,63 cm Tassement déviatorique: Sd= 1,82 cm

Logiciel: CiviLab 2027

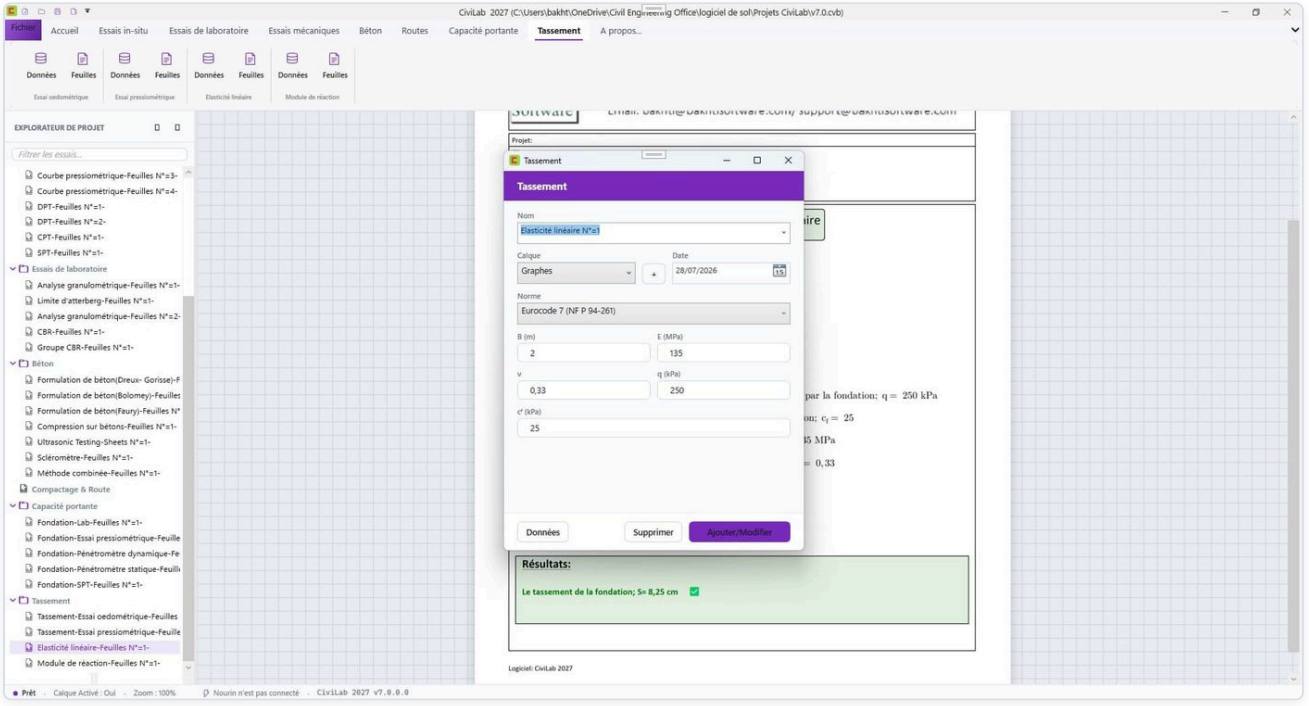
Feuille de l'essai — Tassement pressiométrique

29.3 Tassement par élasticité linéaire

Tassement > Elasticité linéaire (Eurocode 7, NF P 94-261) :

1. **Nom**, **Date**, **Norme**, **Largeur de fondation** B.

2. **Le module d'Young drainé ou non drainé du massif de sol** E, **Le coefficient de Poisson** ν, **La contrainte verticale effective appliquée par la fondation au terrain** q, coefficient de forme et de rigidité f.
3. **Tassement : $s = q \cdot B \cdot f \cdot (1 - \nu^2) / E$.**



Fenêtre de saisie — Tassement par élasticité linéaire

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Site Investigation Report "DL 2026" N° Dossier: 002605

Client: AADL
Lieu:
Date: 2026-07-28

Tassement: Elasticité linéaire

Norme: Eurocode 7: NF P 94-261

Formules:

$$s = c_f \frac{1-\nu^2}{E} B\ q$$

Annexes de calcul:

La largeur de la fondation; $B = 2$ m

La contrainte verticale effective (uniforme ou moyenne) appliquée par la fondation; $q = 250$ kPa

Un coefficient dépendant de la forme et de la rigidité de la fondation; $c_f = 25$

Le module d'Young drainé ou non drainé du massif de sol; $E = 135$ MPa

Le coefficient de Poisson drainé ou non drainé du massif de sol; $\nu = 0,33$

Résultats:

Le tassement de la fondation; S= 8,25 cm ☑

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Tassement par élasticité linéaire

30. Module de réaction

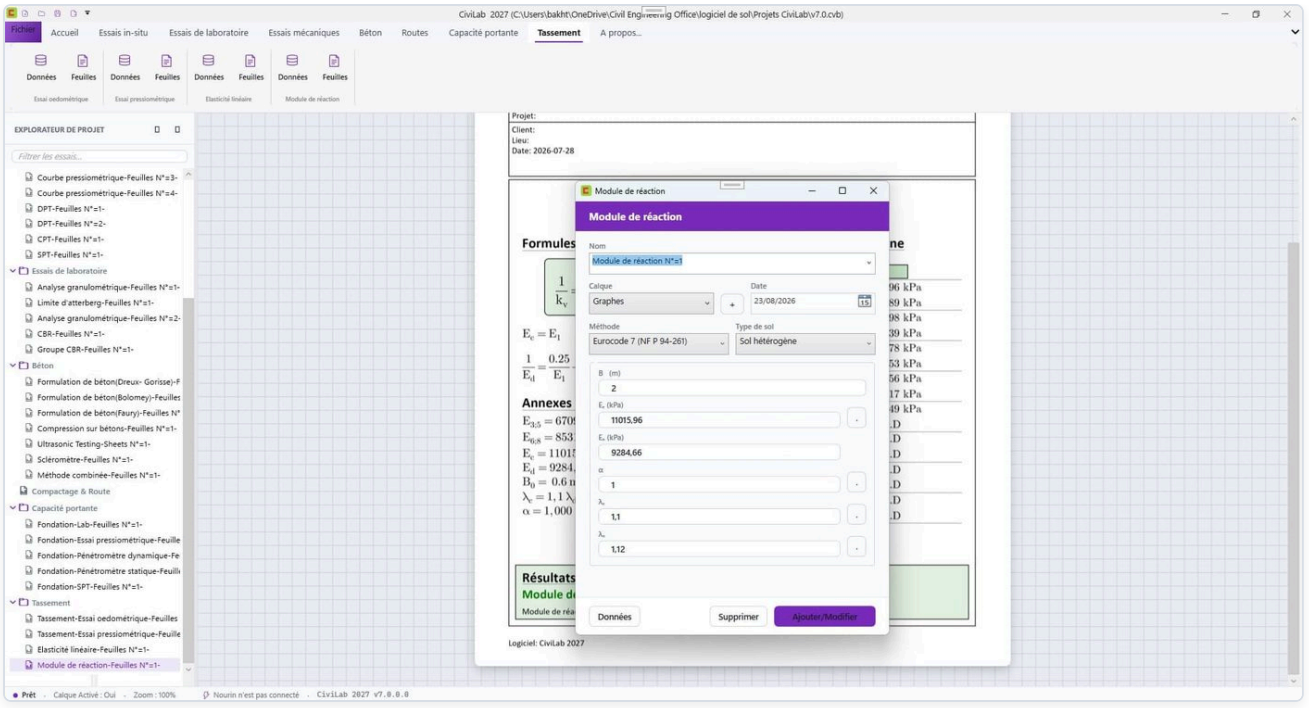
30.1 Principe

Le module de réaction représente le sol par des ressorts sous la semelle : en tout point, la pression p et le déplacement vertical y sont liés par **p = k · y**. CiviLab évalue k à partir des essais pressiométriques, selon l'annexe F de la norme NF P 94-261 (Eurocode 7) ou le Fascicule 62 titre V : le tassement s de la fondation sous une pression uniforme q est calculé par la méthode pressiométrique, puis **kv = q / s**.

> **Attention :** la semelle doit être suffisamment rigide dans le sens de sa largeur B, ce qui exclut les grands radiers ; les déplacements obtenus sont peu représentatifs des déplacements réels.

30.2 Saisie

1. **Nom**, **Date**, **Méthode** (**Eurocode 7 (NF P 94-261)** ou **Fascicule 62 – Titre V**), **Type de sol** (**Sol homogène** ou **Sol hétérogène**).
2. Géométrie : **Largeur de fondation** B, longueur L, encastrement D, type de semelle (isolée, filante, radier de largeur limitée).
3. Modules : **EM** ou **E1 à E16**, lus automatiquement sur le profil pressiométrique ; **coefficient rhéologique α** ; **coefficients de forme λc et λd**.
4. CiviLab calcule **Ec**, **Ed**, le tassement s puis le **module de réaction à long terme** kv et le **module de réaction à court terme**.



Fenêtre de saisie — Module de réaction

BAKHTI Software Ltd

Civil engineering software development

Website: https://www.bakhtisoftware.com

Email: bakhti@bakhtisoftware.com/ support@bakhtisoftware.com

Projet: Site Investigation Report "DL 2026" N° Dossier: 002605

Client: AADL
Lieu:
Date: 2026-09-25

Module de réaction: Essai pressiométrique

Norme: Eurocode 7 (NF P 94-261)

Formules:

$$\frac{1}{k_v} = \frac{\alpha B}{9E_c}\lambda_c + \frac{2B_0}{9E_d}\left(\lambda_d \frac{B}{B_0}\right)^{\alpha}$$

$$E_c = E_1$$

$$\frac{1}{E_d} = \frac{0.25}{E_1} + \frac{0.3}{E_2} + \frac{0.25}{E_{3;5}} + \frac{0.2}{E_{6;8}}$$

Annexes de calcul:

$E_{3;5} = 6709,71\ \text{kPa}$
$E_{6;8} = 8531,94\ \text{kPa}$
$E_c = 11015,96\ \text{kPa}$
$E_d = 9284,66\ \text{kPa}$
$B_0 = 0.6\ \text{m}$
$\lambda_c = 1,1\ \lambda_d = 1,12$
$\alpha = 1,000$

Sol hétérogène

B = 2 m

0 m	
	$E_1 = 11015,96$ kPa
2 m	$E_2 = 12340,89$ kPa
	$E_3 = 18023,98$ kPa
4 m	$E_4 = 24394,39$ kPa
	$E_5 = 19024,78$ kPa
6 m	$E_6 = 18132,53$ kPa
	$E_7 = 29987,56$ kPa
8 m	$E_8 = 34831,17$ kPa
	$E_9 = 31694,49$ kPa
10 m	$E_{10} = \text{N.D}$
	$E_{11} = \text{N.D}$
12 m	$E_{12} = \text{N.D}$
	$E_{13} = \text{N.D}$
14 m	$E_{14} = \text{N.D}$
	$E_{15} = \text{N.D}$
16 m	$E_{16} = \text{N.D}$

Résultats:

Module de réaction à long terme: kv= 13,19 MN/m³ ☑

Module de réaction à court terme: ki= 26,38 MN/m³

Logiciel: CiviLab 2027

Feuille de l'essai — Module de réaction

31. Stabilité des talus

31.1 Objet et normes

CiviLab calcule la stabilité d'un talus par la **méthode des tranches** (tranches verticales). Quatre méthodes sont disponibles :

Méthode	Équilibre	Surfaces	Rôle
Bishop simplifiée (1955)	moments	cercles	méthode de référence possible
Spencer (1967), f(x) = 1	forces et moments	toutes	méthode de référence possible
Morgenstern-Price (1965), f(x) demi-sinus	forces et moments	toutes	méthode de référence possible
Fellenius (méthode ordinaire)	moments	cercles	comparaison seulement

Bishop : **$F = \Sigma\,[\,c'\cdot b + (W - u\cdot b)\cdot\tan\varphi'\,] \,/\, m\alpha \div \Sigma\, W\cdot\sin\alpha$**, avec **$m\alpha = \cos\alpha \cdot (1 + \tan\alpha \cdot \tan\varphi' / F)$** (résolution par itération). Spencer et Morgenstern-Price : forces entre tranches X = λ·f(x)·E, F et λ résolus ensemble selon l'algorithme de Zhu, Lee, Qian et Chen (2005).

Deux résultats sont donnés :

- le **coefficient de sécurité classique F** (valeurs caractéristiques), comparé à F requis (1,5 par défaut ; **1,15 en séisme RPA 2024**, §10.3.6) ;
- la **vérification Eurocode 7** selon **NF P 94-270 §10** (stabilité générale) : approche de calcul 3, ensembles **A2 + M2 + R3** (annexe C) et inégalité **Tdst;d ≤ Rst;d / γR;d** (10.2.1), soit **Fd ≥ γR;e · γR;d**.

Facteur	Valeur	Source (NF P 94-270)
γG / γQ (actions)	1,0 / 1,3	tableau C.2.1, ensemble A2
γφ′ (sur tan φ′) / γc′ / γcu / γγ	1,25 / 1,25 / 1,4 / 1,0	tableau C.3.1, ensemble M2
γR;e (résistance)	1,0	tableau C.6.2, ensemble R3
γR;d (modèle)	1,10 (1,20 près d'une structure sensible)	§10.5

Surfaces de rupture

- **Cercles** : recherche sur une grille de centres et de rayons, puis trois grilles resserrées autour du minimum.

- **Polygone imposé** : surface donnée point par point (x croissants, extrémités sur le terrain).
- **Trois blocs le long d'une couche faible** (NF P 94-270 §10.3, figures 10.3 et 10.4) : bloc amont (actif), bloc central dans la couche faible, bloc aval (passif). Les extrémités du bloc central, sa cote dans la couche et l'inclinaison des deux blocs sont recherchées automatiquement (grille, puis recherche directe).

Les surfaces non circulaires sont calculées par Spencer ou Morgenstern-Price (Bishop ne s'applique qu'aux cercles : si Bishop est choisi, Morgenstern-Price est utilisé et un message le signale). Les tranches d'un polygone sont découpées aux sommets de la surface, du terrain, des couches et de la nappe, et aux points où la base change de couche.

Séisme (calcul pseudo-statique)

Force horizontale **kh·W** dirigée vers l'aval, appliquée au centre de gravité de chaque tranche, et force verticale **±kv·W**. Les deux combinaisons (kh, kv) et (kh, −kv) sont calculées ; la plus défavorable est retenue et indiquée.

Règlement	kh	kv	Exigence
RPA 2024 §10.3	A·I·S·ST / 3 (10.22)	±kh/2 en type 1 (zones IV à VI), ±kh/3 en type 2 (zones I à III) (10.23)	F ≥ 1,15 (§10.3.6)
NF P 94-270 annexe I.4	½·(ag/g)·S·ST (I.4.1)	±0,5·kh si avg/ag > 0,6 ; ±0,33·kh sinon (I.4.2, I.4.3)	même principe qu'en statique (I.4(1)) : Fd ≥ γR;e·γR;d avec les facteurs saisis
kh, kv imposés	saisi	saisi	F requis saisi

RPA 2024 : A selon la zone (tableau 3.2 : 0,07 ; 0,10 ; 0,15 ; 0,20 ; 0,25 ; 0,30), I selon le groupe d'importance (tableau 3.10 : 1,40 ; 1,20 ; 1,00 ; 0,80 ; I = 1 en l'absence d'ouvrage), S selon la classe de site (tableau 3.3 pour le type 1, 3.4 pour le type 2), ST selon l'annexe C (valeur maximale à mi-hauteur de la pente). Les forces s'appliquent au sol et aux charges supportées. La méthode ne s'applique pas en présence de sols liquéfiables (§10.3.3). Pour NF P 94-270, les forces s'appliquent à la masse du sol.

31.2 Saisie

Onglet **Stabilité**, quatre groupes séparés, chacun avec sa fenêtre, sa liste de calculs et ses feuilles (**Données** ouvre la fenêtre du groupe, **Page** la liste des feuilles du groupe) :

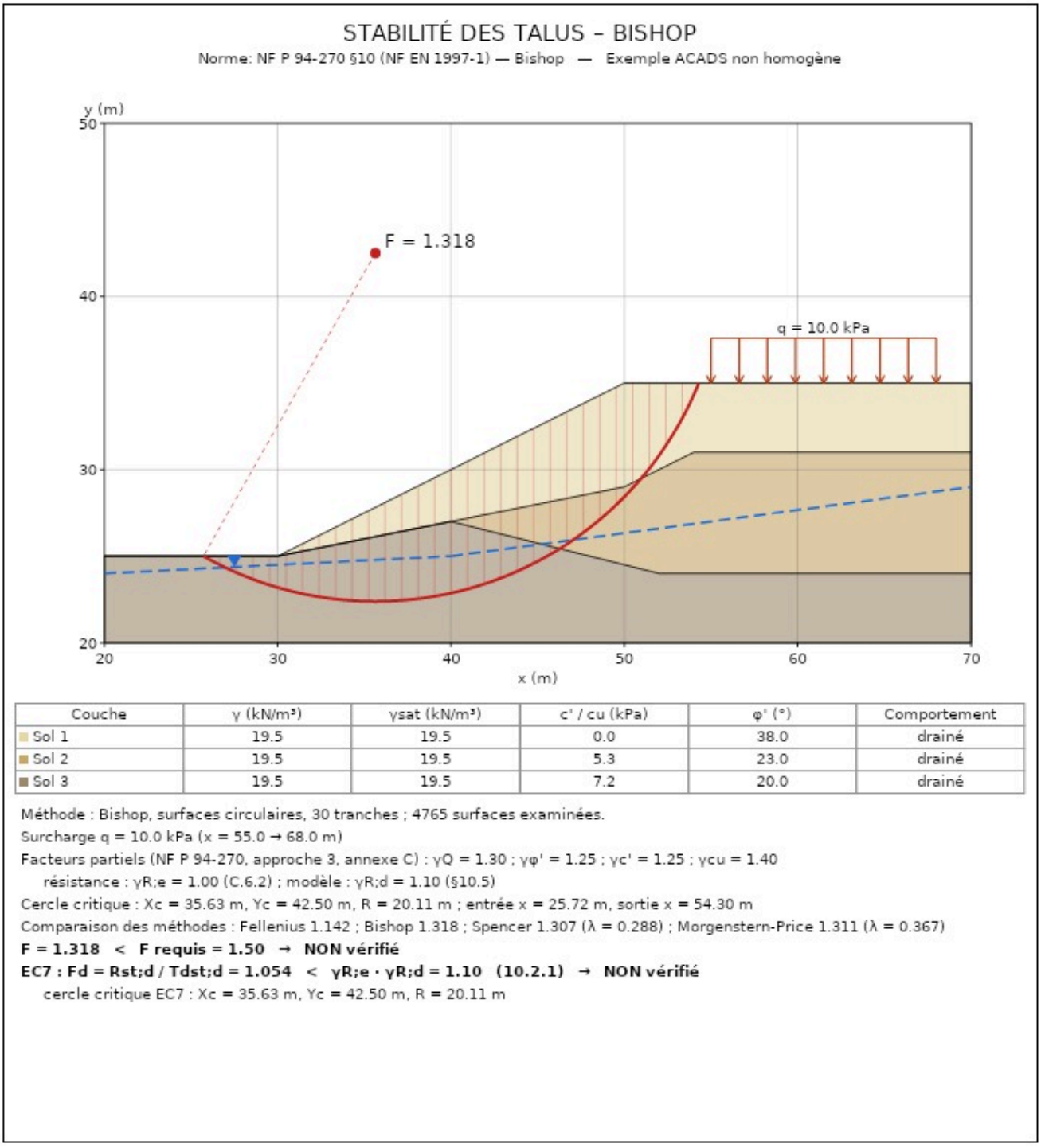
Groupe	Fenêtre	Contenu propre
Méthode Bishop	Stabilité des talus — Méthode Bishop	cercles, Bishop (Fellenius en comparaison)
Spencer / Morgenstern-Price	Stabilité des talus — Spencer / Morgenstern-Price	cercles ; choix Spencer ou Morgenstern-Price
Surfaces non circulaires	Stabilité des talus — Surfaces non circulaires	polygone imposé ou trois blocs (couche faible) ; Spencer ou Morgenstern-Price ; exemple de couche faible au départ
Séisme	Stabilité des talus — Séisme	onglet Séisme (RPA 2024, NF P 94-270 I.4, kh et kv imposés) ; cercles ; Bishop, Spencer ou Morgenstern-Price

Un calcul enregistré avant cette séparation est rangé automatiquement : séisme → Séisme ; surface non circulaire → Surfaces non circulaires ; Spencer ou Morgenstern-Price → Spencer / Morgenstern-Price ; sinon Méthode Bishop. La fenêtre suit l'ordre des logiciels de stabilité usuels ; la coupe à l'échelle est dessinée en permanence à droite.

1. **Données de l'essai** : nom, calque, date ; rappel des méthodes.
2. **Géométrie et sols** : couches de haut en bas. Pour chaque couche : γ, γsat (sous la nappe), c′ (ou cu), φ′, case **Non drainé** (cu, φ = 0, facteur γcu) et la **limite supérieure** (points x, y). La limite de la couche 1 est la surface du terrain ; une couche s'étend jusqu'à la limite de la couche suivante.
3. **Eau et surcharge** : points de la nappe (pression hydrostatique u = γw·(zw − z)), γw ; surcharge q (action variable) entre x1 et x2.
4. **Séisme** : aucun, RPA 2024, NF P 94-270 annexe I.4 ou kh et kv imposés. Pour RPA 2024 : zone, groupe d'importance, classe de site et ST ; pour NF P 94-270 : ag/g, S, avg/ag et ST. Le cadre affiche kh, kv et le détail du calcul.
5. **Analyse** : **méthode de référence** (Bishop, Spencer, Morgenstern-Price) et **surface de rupture** (cercles, polygone imposé avec sa grille de points, ou trois blocs avec le choix de la couche faible) ; grille des centres et rayons (cercles), nombre de tranches, **fond du modèle**, F requis, facteurs partiels. **Grille automatique** propose une grille déduite de la géométrie.
6. ▶ **Calculer** : onglet **Résultats** avec les cartes F, Fd, surface critique et séisme, la combinaison sismique défavorable et le **tableau de comparaison des méthodes** (Fellenius, Bishop, Spencer, Morgenstern-Price, avec λ) sur la surface critique.
7. **Ajouter/Modifier** enregistre le calcul dans le projet ; **Page** (menu) crée la feuille.

31.3 La feuille

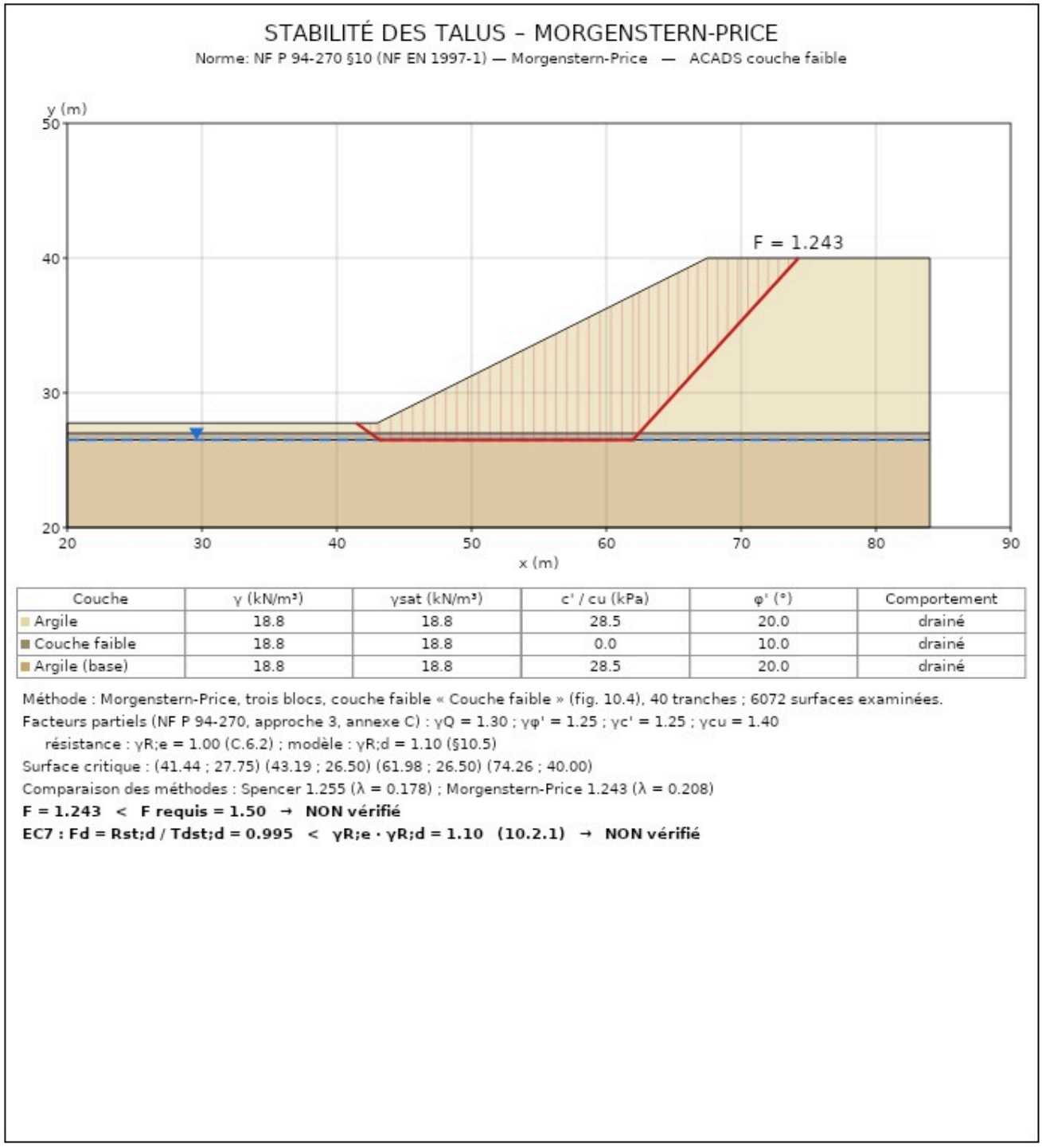
La feuille montre la coupe à l'échelle (couches, nappe, surcharge, surface critique, tranches, centre et F), le tableau des sols, les données sismiques (kh, kv et leur origine), les facteurs partiels avec leur source, la surface critique, la **comparaison des méthodes**, **F** (avec la combinaison sismique retenue) et **Fd** avec l'inégalité 10.2.1. Les pages « Données de l'essai » donnent la géométrie, les sols, la nappe, le détail des tranches de la surface critique (x, b, α, W, u, c, φ), les points de la surface (non circulaire) et la comparaison des méthodes.



Couche	γ (kN/m³)	γsat (kN/m³)	c' / cu (kPa)	φ' (°)	Comportement
Sol 1	19.5	19.5	0.0	38.0	drainé
Sol 2	19.5	19.5	5.3	23.0	drainé
Sol 3	19.5	19.5	7.2	20.0	drainé

Méthode : Bishop, surfaces circulaires, 30 tranches ; 4765 surfaces examinées.
Surcharge q = 10.0 kPa (x = 55.0 → 68.0 m)
Facteurs partiels (NF P 94-270, approche 3, annexe C) : γQ = 1.30 ; γφ' = 1.25 ; γc' = 1.25 ; γcu = 1.40
résistance : γR;e = 1.00 (C.6.2) ; modèle : γR;d = 1.10 (§10.5)
Cercle critique : Xc = 35.63 m, Yc = 42.50 m, R = 20.11 m ; entrée x = 25.72 m, sortie x = 54.30 m
Comparaison des méthodes : Fellenius 1.142 ; Bishop 1.318 ; Spencer 1.307 (λ = 0.288) ; Morgenstern-Price 1.311 (λ = 0.367)
F = 1.318 < F requis = 1.50 → NON vérifié
EC7 : Fd = Rst;d / Tdst;d = 1.054 < γR;e · γR;d = 1.10 (10.2.1) → NON vérifié
cercle critique EC7 : Xc = 35.63 m, Yc = 42.50 m, R = 20.11 m

Feuille — Stabilité des talus (exemple ACADS non homogène, avec nappe et surcharge)



Couche	γ (kN/m³)	γsat (kN/m³)	c' / cu (kPa)	φ' (°)	Comportement
Argile	18.8	18.8	28.5	20.0	drainé
Couche faible	18.8	18.8	0.0	10.0	drainé
Argile (base)	18.8	18.8	28.5	20.0	drainé

Méthode : Morgenstern-Price, trois blocs, couche faible « Couche faible » (fig. 10.4), 40 tranches ; 6072 surfaces examinées.
Facteurs partiels (NF P 94-270, approche 3, annexe C) : γQ = 1.30 ; γφ' = 1.25 ; γc' = 1.25 ; γcu = 1.40
résistance : γR;e = 1.00 (C.6.2) ; modèle : γR;d = 1.10 (§10.5)
Surface critique : (41.44 ; 27.75) (43.19 ; 26.50) (61.98 ; 26.50) (74.26 ; 40.00)
Comparaison des méthodes : Spencer 1.255 (λ = 0.178) ; Morgenstern-Price 1.243 (λ = 0.208)
F = 1.243 < F requis = 1.50 → NON vérifié
EC7 : Fd = Rst;d / Tdst;d = 0.995 < γR;e · γR;d = 1.10 (10.2.1) → NON vérifié

Feuille — Recherche trois blocs le long d'une couche faible (ACADS, Morgenstern-Price)

31.4 Validation

Cas (ACADS, Giam et Donald 1989 ; manuel de vérification GeoStudio)	Référence ACADS	GeoStudio	CiviLab 7.1
Talus simple 1(a) (§2.1)	1,00	Bishop 0,993 ; M-P 0,993	Bishop 0,985 ; M-P 0,985

Cas (ACADS, Giam et Donald 1989 ; manuel de vérification GeoStudio)	Référence ACADS	GeoStudio	CiviLab 7.1
Talus non homogène, 3 couches (§2.3)	1,39	Bishop 1,413 ; M-P 1,382	Bishop 1,393 ; M-P 1,365
Non homogène avec séisme kh = 0,15 (§2.4)	1,00	Bishop 1,016 ; M-P 0,989	Bishop 1,011 ; M-P 0,983
Couche faible, recherche (§2.7)	1,26	M-P 1,261	M-P 1,243 (trois blocs)
Couche faible, surface imposée (§2.8)	1,34	M-P 1,261	M-P 1,260

CiviLab trouve des valeurs légèrement inférieures en recherche (surface plus défavorable trouvée) ; sur la surface imposée, l'écart avec GeoStudio est de 0,001. Sur la couche faible, les cercles donnent F = 1,506 : ils ne trouvent pas ce mécanisme, d'où la recherche trois blocs.

Le classeur **Validation-Essais-7.1.xlsx** recalcule par des formules Excel, tranche par tranche, sur le cercle critique du cas 1(a) :

- « Stabilité talus (Bishop) » : F = 0,985 et Fd = 0,788 ;
- « Talus séisme (Bishop) » : Fellenius et Bishop avec kh = 0,15 (0,68711 et 0,71586) ;
- « Talus Morgenstern-Price » : itérations explicites de F et λ (M-P 0,98410, λ = 0,529 ; Spencer avec kh = 0,15 : 0,71711) ;
- « Séisme kh kv » : kh et kv selon RPA 2024 et NF P 94-270 ;
- « Talus surface imposée (M-P) » : surface polygonale ACADS §2.8 (couche faible), Morgenstern-Price 1,26033 et Spencer 1,27602.

Toutes ces valeurs sont identiques à CiviLab. Les tests unitaires vérifient aussi le cas φ = 0 : Bishop, Spencer et Morgenstern-Price donnent l'équilibre exact des moments (1,39264).

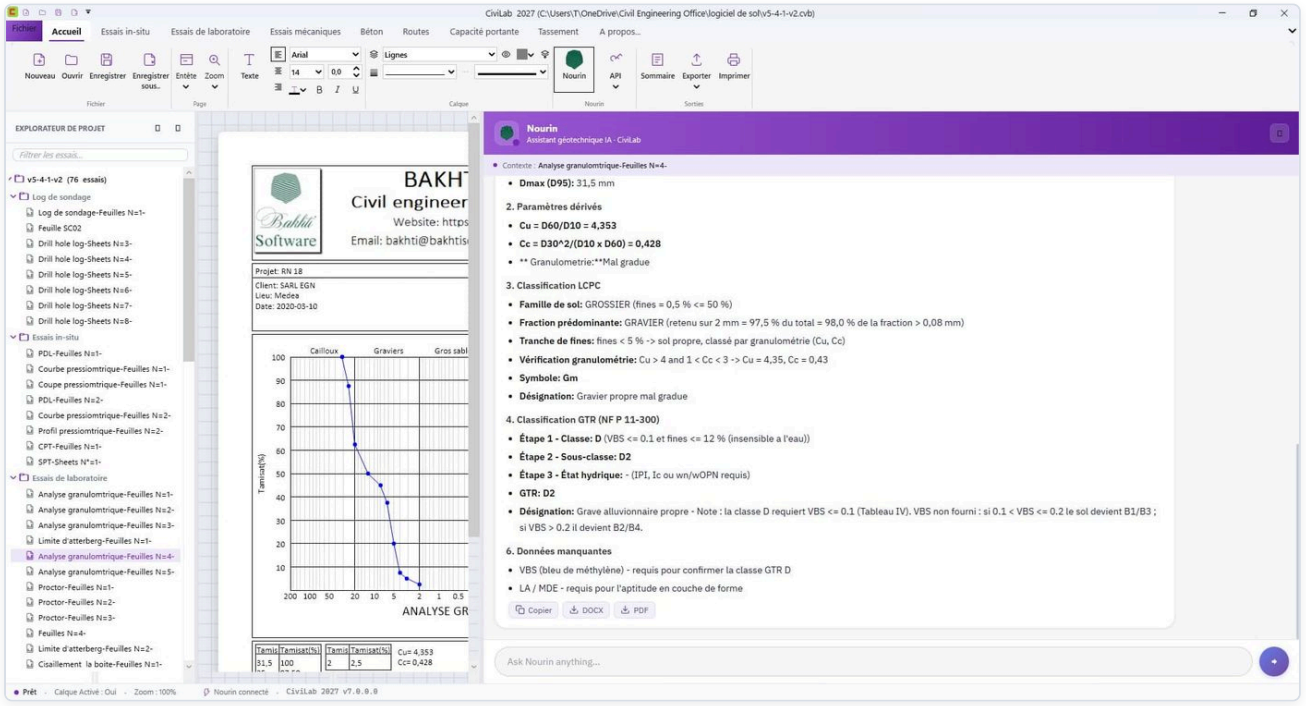
> **Limites :** pas de renforcements ni de fissure de traction ; nappe en pression hydrostatique ; séisme pseudo-statique uniquement (pas de calcul dynamique ni de déplacements) ; non applicable aux sols liquéfiables. Unités SI.

32. Nourin

Le bouton **Accueil > Nourin > Nourin** ouvre le panneau de l'agent géotechnique ; la clé d'accès se saisit dans **Accueil > Nourin > API > Saisir la clé Nourin**.

Nourin lit les feuilles de CiviLab, signale les erreurs, interprète les essais, calcule les fondations par pas de profondeur et rédige le rapport géotechnique et le rapport de formulation de béton.

Son fonctionnement est décrit en détail dans le **manuel de Nourin**.



Écran CiviLab 2027 — Nourin

33. Messages fréquents

Message	Cause	Solution
Impossible de supprimer cet essai: Essai déja utilisé dans une feuille	L'essai est représenté sur une feuille	Supprimez ou modifiez d'abord la feuille
Impossible de supprimer cet essai: Essai déjà utilisé dans un profil pressiométrique	L'essai fait partie d'un profil	Retirez-le du profil
Impossible de supprimer cet essai: Étalonnage déjà utilisé dans un essai pressiométrique	L'étalonnage sert à un essai	Changez l'étalonnage de l'essai
Impossible de tracer le Profil pressiométrique; moins de deux courbes pressiométriques sont fournis	Moins de deux essais cochés	Cochez au moins deux essais, ou utilisez la saisie manuelle
Saisissez au moins deux lignes dans le tableau	Profil manuel avec moins de deux lignes	Complétez le tableau
Valeur invalide à la ligne ...	Valeur non numérique dans le profil manuel	Corrigez la ligne indiquée
Valeur illogique, la valeur de la pression d'étalonnage est supérieure à la valeur de la pression lue	Erreur d'essai ou d'étalonnage pressiométrique	Vérifiez l'étalonnage et les lectures (bouton **Détails**)
L'essai ne permet pas de déterminer la pression limite	Courbe pressiométrique insuffisante	Utilisez l'extrapolation par la courbe inverse ou refaites l'essai
L'essai de Proctor ne peut être fait...	Plus de 25 % d'éléments D > 20 mm	Utilisez une autre référence de compactage
Impossible d'utiliser la formulation Dreux-Gorisse...	Dosage de ciment hors 200-400 kg/m³	Changez le dosage ou la méthode
Ce nom est déjà utilisé dans une autre feuille	Deux feuilles portent le même nom	Choisissez un autre nom
Impossible de trouver l'en-tête, veuillez l'importer	Aucun en-tête importé	**Fichier > Entête > Importer**
Impossible d'ouvrir ce fichier...	Fichier enregistré par une version plus récente	Mettez CiviLab à jour
Impossible de vérifier votre licence...	Pas de connexion Internet	Vérifiez la connexion, ou utilisez l'activation hors ligne

34. Assistance

- **Aide** (dans le ruban et dans le bouton **Fichier**) ouvre ce manuel dans la langue de l’interface.
- Site web : **www.bakhtisoftware.com** : fiches détaillées et exemples de feuilles de chaque essai, vidéos de démonstration, tarifs, contact.
- Le numéro de version et la licence sont affichés dans **A propos...**.

35. Validation

Ce chapitre résume la validation des calculs de CiviLab 7.1. Le détail est dans les documents de vérification publiés avec ce manuel : **Validation-Stabilite-CiviLab-7.1.pdf**, **Validation-CiviLab-7.1-Tous-les-essais.pdf**, **Verification-a-la-main-CiviLab-7.1.pdf** et les classeurs **Validation-Essais-7.1.xlsx** et **Validation-Triaxial-7.1.xlsx**.

35.1 Démarche et catégories

Chaque essai et chaque calcul est contrôlé sur un cas dont le résultat est connu. La catégorie indique l'origine de la valeur attendue :

Catégorie	Origine de la valeur attendue
A	Exemple publié (rapport, manuel, étude de référence), reproduit avec le code de CiviLab
B	Norme (tableaux, expressions) ou solution analytique exacte
C	Calcul indépendant selon la formule de la norme, sur un jeu de données construit, et vérification à la main (aucun exemple publié chiffré et vérifiable trouvé)

35.2 Stabilité des talus — cas publiés

Cas publié	Méthode	Référence	GeoStudio	CiviLab 7.1
ACADS 1(a), talus simple	Bishop	1,00	0,993	0,985
ACADS non homogène	Morgenstern-Price	1,39	1,382	1,365
ACADS non homogène, séisme kh = 0,15	Morgenstern-Price	1,00	0,989	0,983
Arai et Tagyo (1985)	Bishop	1,451	1,417	1,404
Greco (1996), multicouche	Morgenstern-Price	1,40 à 1,42	1,389	1,414
ACADS couche faible, surface imposée	Morgenstern-Price	1,34	1,261	1,260
ACADS couche faible, recherche (trois blocs)	Morgenstern-Price	1,26	1,261	1,243

Solutions analytiques : équilibre exact φ = 0 (1,39264 ; CiviLab 1,39258) ; pente infinie statique (1,4004 ; CiviLab 1,4012) et sismique kh = 0,10 (1,1087 ; CiviLab 1,1093).

35.3 Tableau de validation de tous les essais

Cat.	Essai / calcul	Cas et source	Attendu	CiviLab 7.1
	Stabilité des talus			
A	Bishop, Spencer, Morgenstern-Price, séisme, surfaces non circulaires	7 cas publiés : ACADS (Giam et Donald 1989) §2.1, 2.3, 2.4, 2.7, 2.8 ; Arai et Tagyo (1985) ; Greco (1996) — comparaison aux références et à GeoStudio	voir dossier dédié	écarts 0,1 à 1,8 % (Greco Bishop +2,5 %)
B	Équilibre exact φ = 0 ; pente infinie statique et sismique	Solutions analytiques	1,39264 ; 1,4004 ; 1,1087	1,39258 ; 1,4012 ; 1,1093
B	Coefficients sismiques	RPA 2024 §10.3 (10.22, 10.23) ; NF P 94-270 annexe I.4	0,100 / 0,050 ; 0,120 / 0,060	identiques
	Triaxial (NF EN ISO 17892-8/9, NF P 94-070)			
A	CIU — c′, φ′	British Geological Survey, rapport IR/06/065 : 4 essais publiés (q et σ′3 à la rupture, c′, φ′)	φ′ 24,45 / 26,7 / 17,56 / 26,44° ; c′ 28,78 / 0,36 / 7,4 / 3,76 kPa	identiques à 0,01° et 0,01 kPa
A	CD — rupture, c′, φ′	University of Waterloo, CIV E 353 (2006), argile de Winnipeg : lectures brutes publiées de 4 éprouvettes ; résultat recalculé indépendamment (Python, Excel)	φ′ 17,97° ; c′ 26,14 kPa (calcul indépendant)	17,97° ; 26,14 kPa

Cat.	Essai / calcul	Cas et source	Attendu	CiviLab 7.1
B	UU — formules (1) à (6)	NF EN ISO 17892-8 : calcul à la main des corrections (piston, membrane, section)	calcul à la main	identique
	Laboratoire — sols			
A	Granulométrie — passants	Hu, Kwon, Kaplan, Bangerjee (2025), Geotechnical Engineering Lab Manual, Kennesaw State University (CC BY-NC 4.0), Lab 3, tableau 3-2 (7 tamis, 304,4 g)	95,99 ; 86,63 ; 57,65 ; 23,98 ; 6,01 ; 0,39 %	identiques (au centième)
A	Limites d'Atterberg — wP, wL (Casagrande)	Même manuel, Lab 5, tableau 5-1 : wP = 28 % ; wL = 40 % (lu sur la courbe d'écoulement)	wP 28 % ; wL ≈ 40 %	wP 27,99 % ; wL 39,55 % (teneurs recalculées sur les masses) ; 39,93 % avec les teneurs imprimées
C	Limites — cône 80 g/30°	NF P 94-052-1 : w à 17 mm	44,6 %	44,6 %
C	Proctor — wOPN, ρd max	NF P 94-093 : optimum par polynôme de degré 2	12,78 % ; 1,879	identiques
C	CBR	NF P 94-078 : max(F2,5/13,35 ; F5/19,93)	22,2	22,2
C	Sédimentométrie — diamètre de Stokes	NF P 94-057	0,0751 mm	identique
C	Cisaillement direct — c′, φ′	NF EN ISO 17892-10 : régression des τ de rupture	16,6 kPa ; 29,9°	identiques
C	Oedomètre — Cc	NF EN ISO 17892-5	0,172	identique
C	Los Angeles, Micro-Deval, Équivalent de sable	NF EN 1097-2, 1097-1, 933-8	22,6 ; 13,8 ; 77,0	identiques

Cat.	Essai / calcul	Cas et source	Attendu	CiviLab 7.1
C	Granulométrie — Mf, Cu, Cc	NF EN 12620 annexe B ; définitions de Cu et Cc	2,68 ; 5,26 ; 0,84	identiques
	Essais in situ			
C	Pressiomètre Ménard — pl (courbe inverse, hyperbole)	NF P 94-110-1 annexe D ; courbe construite sur la loi hyperbolique	2,006 MPa	2,006 MPa
C	Pressiomètre Ménard — EM	NF P 94-110-1 § D.2.2	8,80 MPa	identique
C	Pénétromètre dynamique — qd	NF EN ISO 22476-2, formule des Hollandais	3,39 MPa	identique
C	CPT — qc, fs	NF P 94-113 / NF EN ISO 22476-1 : Qc = 2,1 kN, Ac = 10 cm² ; Qs = 0,75 kN, As = 150 cm² ; calcul à la main par conversion d'unités	2,100 MPa ; 50,000 kPa	2,100 MPa ; 50,000 kPa
	Fondations (capacité portante)			
A	c-φ, semelle filante — termes c·Nc et q·Nq	FHWA NHI-06-089 (2006), exemple 8-1 : B = 6 ft, D = 5 ft, c = 500 psf, φ = 20°, γ = 125 pcf	7 400 psf ; 4 000 psf ; qult 13 425 psf (Nγ Vesic 5,4)	7 400 ; 4 000 psf ; qu 12 712 psf avec Nγ DTU 13.12 = 3,5 (écart dû au seul Nγ réglementaire)
B	Facteurs Nc, Nq, Nγ	EN 1997-1 annexe D (expressions) ; DTU 13.12 § 3.2.1 (tableau)	18,40 / 20,09 (φ = 30°) ; 5,14 (φ = 0) ; DTU 30 / 18,4 / 18,1	identiques
B	Facteurs de forme et d'inclinaison	DTU 13.12 § 3.2.1 (B/L = 0,75 ; δ = 10°)	1,15 / 0,85 / 0,790 / 0,444	identiques
C	qu laboratoire, pressiomètre, CPT (DTU 13.12)	DTU 13.12 § 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3.1	626,6 ; 928,3 ; 670,6 kPa	identiques

Cat.	Essai / calcul	Cas et source	Attendu	CiviLab 7.1
C	SPT — Meyerhof (1956), Bowles (1977), Terzaghi et Peck (1948)	q = 12·N·Kd (B ≤ 1,2 m), forme SI publiée	239,1 kPa	identique
	Tassements			
A	Oedométrique — remblai large	FHWA NHI-06-088 (2006), exemple 7-3 : argile NC 10 ft, Cc 0,5, e0 1,0, p0 600 psf, Δp 2 400 psf	1,75 ft (0,53 m)	1,747 ft (0,5326 m)
A	Oedométrique — sous semelle	FHWA NHI-06-089 (2006), exemple 8-3 : argile NC 10 ft, Cc 0,4, e0 0,75, p0 2 145 psf, Δp 208 psf	0,09 ft = 1,1 in	0,0919 ft = 1,10 in
C	Pressiométrique Ménard — sc, sd	NF P 94-261 annexe H	0,40 ; 0,85 cm	0,40 ; 0,85 cm
C	Élastique ; module de réaction	s = cf·(1−ν²)·q·B/E ; 1/kv (Ménard)	1,28 cm	identique
	Béton			
A	Formulation ACI	ACI 211.1-91, annexe 1, exemple 1	eau 181 ; ciment 289,1 ; gros granulat 1136 ; sable 774,4 kg/m³ ; eau à ajouter 123	181 ; 289,1 ; 1136 ; 774,4 ; 122,9
C	Scléromètre	NF EN 12504-2 § 8 (médiane) ; ASTM C805 § 9.1 (moyenne avec rejet)	32 ; 31,33 ; zone dispersée rejetée	identiques
C	Compression ; ultrasons	NF EN 12390-3 ; NF EN 12504-4	26,2 MPa ; 4161 m/s	identiques
C	SonReb	Corrélations publiées (Meynink 1979…) appliquées telles quelles	34,5 MPa	identique
C	Dreux-Gorisse, Bolomey, Faury	Méthodes publiées (Dreux et Festa ; Bolomey 1925 ; Faury 1941)	YA 46,13 % ; P(0,08) 15,1 % ; brisure 60,87 %	identiques

Cat.	Essai / calcul	Cas et source	Attendu	CiviLab 7.1
	Routes et enrobés			
C	Masse volumique paraffinée	NF EN 12697-6 méthode D	2,341 g/cm³	2,341
C	Kumagawa ; compacité	Teneur en liant ; C = 100·γ/γmax	5,63 % ; 96,6 %	identiques

35.4 Vérification à la main (catégorie C)

Chaque calcul est refait à la main (formule, données, étapes, résultat), indépendamment du code et du classeur, puis comparé à CiviLab. Les 26 vérifications concordent.

Essai	À la main	CiviLab 7.1
Laboratoire		
1. Proctor — wOPN et ρd max	wOPN 12,78 % ; ρd max 1,879 g/cm³	12,78 % ; 1,879 g/cm³
2. Limites d'Atterberg — Casagrande et cône	wL 45,73 % ; IP 23,33 ; wL cône 44,59 %	45,7 % ; 23,3 ; 44,6 %
3. CBR	22,2	22,2
4. Sédimentométrie — diamètre de Stokes	0,0751 mm	0,0751 mm
5. Cisaillement direct — c′, φ′	c′ 16,6 kPa ; φ′ 29,9°	16,6 kPa ; 29,9°
6. Oedomètre — Cc	0,172	0,172
7. Los Angeles, Micro-Deval, équivalent de sable	22,6 ; 13,8 ; 77,0	22,6 ; 13,8 ; 77,0
8. Granulométrie — Mf, Cu, Cc	2,68 ; 5,26 ; 0,84	2,68 ; 5,26 ; 0,84
In situ		
9. Pénétromètre dynamique — qd	3,39 MPa	3,39 MPa
10. Pressiomètre Ménard — EM, Vl	EM 8,80 MPa ; Vl 914,84 cm³	8,80 MPa ; 914,84 cm³
11. Pressiomètre Ménard — pl par la courbe inverse	2,006 MPa	2,006 MPa
12. CPT — qc, fs	2,10 MPa ; 50,0 kPa ; 2,38 %	2,100 MPa ; 50,000 kPa ; 2,381 %
Fondations		
13. Capacité portante laboratoire (DTU 13.12)	626,6 kPa	626,6 kPa

Essai	À la main	CiviLab 7.1
14. Capacité portante pressiométrique (DTU 13.12)	928,3 kPa	928,3 kPa
15. Capacité portante pénétrométrique (DTU 13.12)	670,6 kPa	670,6 kPa
16. SPT — Meyerhof (1956)	239,1 kPa	239,1 kPa
Tassements		
17. Tassement pressiométrique Ménard	sc 0,40 ; sd 0,85 cm	0,40 ; 0,85 cm
18. Oedométrique (3 couches) et élastique	48,5 cm ; 1,28 cm	48,5 cm ; 1,28 cm
Béton		
19. Compression	26,2 ; 31,9 MPa	26,2 ; 31,9 MPa
20. Ultrasons	4 161 m/s	4 161 m/s
21. Scléromètre	32 ; 31,33	32 ; 31,33
22. SonReb — corrélation « Meynink et al. (1979) »	34,5 MPa	34,5 MPa
23. Dreux-Gorisse	YA 46,13 % ; eau 184,2 L	46,13 % ; 184,2 L
24. Bolomey	P(0,08) 15,1 % ; eau 189,8 L	15,1 % ; 189,8 L
25. Faury	60,87 % ; 154,5 L	60,87 % ; 154,5 L
Routes et enrobés		
26. Kumagawa, masse volumique paraffinée, compacité	5,63 % ; 2,341 ; 96,6 %	5,63 % ; 2,341 ; 96,6 %

35.5 Corrections et points ouverts

- **CPT** : qc (MPa) = 10·Qc (kN)/Ac (cm²) ; fs (kPa) = 10 000·Qs (kN)/As (cm²) ; le graphique Rf de la feuille utilise fs et qc enregistrés (calcul revu en 7.1). Les essais CPT enregistrés avec une version antérieure doivent être rouverts puis validés.
- **Capacité portante c-φ** : CiviLab applique le Nγ de la norme choisie (DTU 13.12 ou EN 1997-1) ; l'exemple FHWA 8-1 utilise le Nγ de Vesic : les termes de cohésion et de surcharge sont identiques.
- **SonReb** : CiviLab applique 0,0297 pour la corrélation de Meynink et al. (1979) ; l'article ALCONPAT (2023) imprime 0,0294 ; écart de 0,09 MPa sur l'exemple ; à vérifier sur l'article original.
- **Catégorie C** : pour passer en catégorie A, des procès-verbaux d'essais réels dont les résultats ont été établis par un autre moyen peuvent être ajoutés.

35.6 Références

- FHWA (2006). Soils and Foundations Reference Manual, Vol. I et II (FHWA-NHI-06-088, -089).
- Hu D. et al. (2025). Geotechnical Engineering Lab Manual, Kennesaw State University (CC BY-NC 4.0).
- British Geological Survey (2006), rapport IR/06/065 ; University of Waterloo (2006), CIV E 353.
- ACI 211.1-91, annexe 1, exemple 1.
- Giam et Donald (1989), ACADS ; Arai et Tagyo (1985) ; Greco (1996) ; Seequent/GeoStudio (2025), manuel de vérification SLOPE/W.
- Zhu et al. (2005) ; Bishop (1955) ; Spencer (1967) ; Morgenstern et Price (1965).
- Normes : NF P 94-261, NF P 94-270, DTU 13.12, EN 1997-1, NF P 94-110-1, NF EN ISO 22476-1/-2, NF EN ISO 17892-5/-8/-9/-10, NF P 94-051/-052-1/-057/-078/-093, NF EN 933-8, NF EN 1097-1/-2, NF EN 12620, NF EN 12390-3, NF EN 12504-2/-4, ASTM C805, NF EN 12697-6, RPA 2024.