CiviLab 7.1 — Dossier de validation des essais et calculs

Synthèse de tous les modules : laboratoire, in situ, fondations, tassements, stabilité, triaxial, béton, routes

Bakhti Softwares — édition du 06/11/2026. Dossiers détaillés : Validation-Stabilite-CiviLab-7.1.pdf ; classeurs Validation-Essais-7.1.xlsx et Validation-Triaxial-7.1.xlsx.

1. Démarche et catégories

Pour chaque essai et chaque calcul de CiviLab, ce dossier indique le cas de contrôle, sa source, la valeur attendue et la valeur obtenue par CiviLab. La **catégorie** dit d'où vient la valeur attendue :

A	**Exemple publié** : données et résultat tirés d'une publication citée (rapport, manuel, étude de référence), reproduits avec le code de CiviLab.
B	**Norme ou solution analytique** : valeurs données par la norme (tableaux, expressions) ou solution exacte.
C	**Calcul indépendant** : jeu de données construit (valeurs plausibles, non mesurées) et résultat recalculé indépendamment selon la formule de la norme (classeur Excel). Aucun exemple publié chiffré et vérifiable n'a été trouvé pour ces essais.

Exécution : « Exécuté » = la valeur CiviLab est produite en exécutant le code de CiviLab (bibliothèque de calcul ou tests automatiques) ; « Code relu » = le calcul est fait dans la fenêtre de saisie, le résultat est obtenu en appliquant pas à pas le code relu, sans exécuter la fenêtre.

Bilan : **9** contrôles de catégorie A, **5** de catégorie B, **22** de catégorie C.

2. Tableau de validation

Cat.	Essai / calcul	Cas et source	Attendu	CiviLab 7.1	Exécution
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 %)	Exécuté (moteur + 14 tests)
B	Équilibre exact φ = 0 ; pente infinie statique et sismique	Solutions analytiques	1,39264 ; 1,4004 ; 1,1087	1,39258 ; 1,4012 ; 1,1093	Exécuté
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	Exécuté
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	Exécuté (tests)

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	Exécuté (tests)
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	Exécuté (tests)
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)	Exécuté (formule de la fenêtre)
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	Exécuté (Limite.Calculer, MoindreCarre)
C	Limites — cône 80 g/30°	NF P 94-052-1 : w à 17 mm	44,6 %	44,6 %	Code relu
C	Proctor — wOPN, ρd max	NF P 94-093 : optimum par polynôme de degré 2	12,78 % ; 1,879	identiques	Code relu
C	CBR	NF P 94-078 : max(F2,5/13,35 ; F5/19,93)	22,2	22,2	Code relu
C	Sédimentométrie — diamètre de Stokes	NF P 94-057	0,0751 mm	identique	Code relu
C	Cisaillement direct — c', φ'	NF EN ISO 17892-10 : régression des τ de rupture	16,6 kPa ; 29,9°	identiques	Code relu
C	Oedomètre — Cc	NF EN ISO 17892-5	0,172	identique	Code relu
C	Los Angeles, Micro-Deval, Équivalent de sable	NF EN 1097-2, 1097-1, 933-8	22,6 ; 13,8 ; 77,0	identiques	Code relu
C	Granulométrie — Mf, Cu, Cc	NF EN 12620 annexe B ; définitions de Cu et Cc	2,68 ; 5,26 ; 0,84	identiques	Code relu
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	Exécuté
C	Pressiomètre Ménard — EM	NF P 94-110-1 § D.2.2	8,80 MPa	identique	Code relu
C	Pénétromètre dynamique — qd	NF EN ISO 22476-2, formule des Hollandais	3,39 MPa	identique	Code relu
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	Code relu
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)	Exécuté (QnetCalc)

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	Exécuté
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	Exécuté
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	Code relu
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	Code relu
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)	Exécuté (ComputeSc, EC7 et DTU)
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	Exécuté (ComputeSc)
C	Pressiométrique Ménard — sc, sd	NF P 94-261 annexe H	0,40 ; 0,85 cm	0,40 ; 0,85 cm	Exécuté
C	Élastique ; module de réaction	s = cf·(1−ν²)·q·B/E ; 1/kv (Ménard)	1,28 cm	identique	Code relu
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	Exécuté (test)
C	Scléromètre	NF EN 12504-2 § 8 (médiane) ; ASTM C805 § 9.1 (moyenne avec rejet)	32 ; 31,33 ; zone dispersée rejetée	identiques	Exécuté (tests)
C	Compression ; ultrasons	NF EN 12390-3 ; NF EN 12504-4	26,2 MPa ; 4161 m/s	identiques	Code relu
C	SonReb	Corrélations publiées (Meynink 1979…) appliquées telles quelles	34,5 MPa	identique	Code relu
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	Code relu
Routes et enrobés					
C	Masse volumique paraffinée	NF EN 12697-6 méthode D	2,341 g/cm³	2,341	Exécuté
C	Kumagawa ; compacité	Teneur en liant ; C = 100·γ/γmax	5,63 % ; 96,6 %	identiques	Code relu

3. Observations

- **CPT** : qc = 10·Qc/Ac et fs = 10 000·Qs/As (Qc, Qs en kN ; Ac, As en cm² ; calcul revu en 7.1). Les essais CPT enregistrés avec une version antérieure doivent être rouverts et validés pour recalculer qc et fs.

- **Capacité portante c-φ** : CiviLab applique le Nγ de la norme choisie (DTU 13.12 : tableau ; EN 1997-1 : 2(Nq−1)·tan φ) ; l'exemple FHWA utilise le Nγ de Vesic. Les termes de cohésion et de surcharge sont identiques à l'exemple publié.
- **Exemple de limites publié** : dans le tableau 5-1 du manuel de Kennesaw, la masse d'eau de l'essai 1 (7,2 g) ne correspond pas aux masses publiées (31,6 − 24,6 = 7,0 g) ; CiviLab calcule la teneur à partir des masses (39,77 %).
- **Catégorie C — vérification à la main** : chaque calcul a été refait à la main, étape par étape, et comparé à CiviLab : 26 vérifications, toutes concordantes (document Verification-a-la-main-CiviLab-7.1.pdf). Point à vérifier sur la source originale : coefficient 0,0297 (CiviLab) ou 0,0294 (ALCONPAT 2023) de la corrélation SonReb de Meynink et al. (1979), écart 0,09 MPa sur l'exemple.
- **Catégorie C** : ces essais appliquent des formules de norme simples ou des méthodes empiriques ; ils sont contrôlés par calcul indépendant. Pour les faire passer en catégorie A, il suffit d'ajouter des procès-verbaux d'essais réels dont les résultats ont été établis par un autre moyen (laboratoire agréé, autre logiciel, publication) : les données sont saisies dans CiviLab et les résultats comparés.

4. Références

- FHWA (2006). Soils and Foundations Reference Manual, Vol. I (FHWA-NHI-06-088) et Vol. II (FHWA-NHI-06-089), N.C. Samtani, E.A. Nowatzki.
- Hu D., Kwon J., Kaplan A., Bangerjee G. (2025). Geotechnical Engineering Lab Manual. Kennesaw State University, licence CC BY-NC 4.0.
- British Geological Survey (2006). Rapport IR/06/065 (essais triaxiaux CIU). University of Waterloo (2006), CIV E 353, essais CD sur l'argile de Winnipeg.
- ACI 211.1-91, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, annexe 1, exemple 1.
- Giam P.S.K., Donald I.B. (1989) ; Arai et Tagyo (1985) ; Greco (1996) ; Seequent/GeoStudio (2025) — voir le dossier de stabilité.
- 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.