CiviLab 7.1 — Vérification à la main

Essais de catégorie C : chaque résultat CiviLab comparé à un calcul manuel détaillé

Bakhti Softwares — 06/11/2026 — complément du dossier « Validation-CiviLab-7.1-Tous-les-essais »

Pour chaque essai sans exemple publié vérifiable (catégorie C), le calcul est refait à la main : formule de la norme, données, étapes avec les valeurs numériques, résultat. Le calcul est indépendant du code de CiviLab et des formules du classeur Excel. Le résultat est comparé à la valeur produite par CiviLab, obtenue en exécutant le code de la bibliothèque (« exécuté ») ou en suivant pas à pas le code de la fenêtre de saisie (« code relu »).

Synthèse

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	✔
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 %	✔

Bilan : 26 vérifications, toutes concordantes. 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 sur l'exemple : 0,09 MPa.

Laboratoire

1. Proctor — wOPN et ρd max

Formule : NF P 94-093 : w = (mh − ms)/(ms − tare) ; ρd = (Mh/V)/(1 + w) ; optimum : polynôme du 2e degré

Données : V = 944 cm³ ; moule 4 220 g ; 5 points (masse moule + sol ; tare + sol humide ; tare + sol sec ; tare 40 g)

1. Point 1 : w = (152,3 − 143,1)/(143,1 − 40) × 100 = 8,923 % ; Mh = 6 100 − 4 220 = 1 880 g ; ρd = 1 880/944/(1 + 0,08923) = 1,8284 g/cm³
2. Points 2 à 5 : w = 11,24 ; 13,74 ; 16,31 ; 18,54 % ; ρd = 1,8759 ; 1,8777 ; 1,8325 ; 1,7739 g/cm³
3. Ajustement ρd = a·w² + b·w + c (moindres carrés, 5 points) : a = -0,003272 ; b = 0,08361 ; c = 1,3452
4. wOPN = −b/(2a) = 12,78 % ; ρd max = a·w² + b·w + c = 1,8794 g/cm³

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
wOPN 12,78 % ; ρd max 1,879 g/cm³	**12,78 % ; 1,879 g/cm³**	✔	code relu (Proctor.vb, CalculerPolynome)

2. Limites d'Atterberg — Casagrande et cône

Formule : NF P 94-051 : w = a + b·log N, wL à N = 25 ; NF P 94-052-1 : w = a + b·enfoncement, wL à 17 mm

Données : Casagrande : N = 15, 22, 29, 35 ; w = 48,9 ; 46,6 ; 44,8 ; 43,6 % — Cône : enfoncement 13,2 ; 16,1 ; 19,4 ; 22,8 mm ; w = 41,0 ; 43,9 ; 46,8 ; 49,9 % ; wP = 22,4 %

1. log N = 1,1761 ; 1,3424 ; 1,4624 ; 1,5441 ; moyennes : log N = 1,3812, w = 45,975
2. b = Σ(Δx·Δy)/Σ(Δx²) = -14,4264 ; a = w̄ − b·x̄ = 65,9014
3. wL = a + b·log 25 = 65,9014 + (-14,4264) × 1,39794 = 45,73 % ; IP = wL − wP = 23,33
4. Cône : b = 0,92135 ; a = 28,9309 ; wL = a + 17·b = 44,59 %

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
wL 45,73 % ; IP 23,33 ; wL cône 44,59 %	**45,7 % ; 23,3 ; 44,6 %**	✔	code relu (Limite.Calculer)

3. CBR

Formule : NF P 94-078 : CBR = max(100·F2,5/13,35 ; 100·F5/19,93)

Données : F(2,5 mm) = 2,71 kN ; F(5 mm) = 4,42 kN

1. CBR 2,5 = 100 × 2,71/13,35 = 20,30
2. CBR 5 = 100 × 4,42/19,93 = 22,18
3. Indice CBR = max = 22,18

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
22,2	**22,2**	✔	code relu (CBRClass.CBRValueCalculation)

4. Sédimentométrie — diamètre de Stokes

Formule : NF P 94-057 : D = √(18·η·Hr/((ρs − ρw)·g·t))

Données : η = 0,001002 Pa·s (eau à 20 °C) ; ρs = 2 650 ; ρw = 998,2 kg/m³ ; g = 9,81 ; t = 30 s ; Hr = 15,2 cm

1. (ρs − ρw)·g·t = 1 651,8 × 9,81 × 30 = 486124,7
2. 18·η·Hr = 18 × 0,001002 × 0,152 = 0,0027415
3. D = √(0,0027415/486124,7) = 0,00007510 m = 0,0751 mm
4. Autres temps (60 s à 86 400 s) : D = 0,05380 ; 0,03852 ; 0,02474 ; 0,01454 ; 0,00742 ; 0,00156 mm

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
0,0751 mm	**0,0751 mm**	✔	code relu (TamisageClass.ParticleDiameter)

5. Cisaillement direct — c', φ'

Formule : NF EN ISO 17892-10 : τf = c' + σ'n·tan φ' (régression linéaire)

Données : σ'n = 100 ; 200 ; 300 kPa ; τmax = 74,2 ; 131,5 ; 189,3 kPa

1. Moyennes : σ̄ = 200 ; τ̄ = 131,6667
2. tan φ' = Σ(Δσ·Δτ)/Σ(Δσ²) = (−100 × -57,467 + 100 × 57,633)/20 000 = 0,57550
3. φ' = arctan(0,57550) = 29,92°
4. c' = τ̄ − σ̄·tan φ' = 131,6667 − 200 × 0,57550 = 16,57 kPa

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
c' 16,6 kPa ; φ' 29,9°	**16,6 kPa ; 29,9°**	✔	code relu (Cisaillement.vb, MoindreCarre)

6. Oedomètre — Cc

Formule : NF EN ISO 17892-5 : Hs = Ms/(ρs·S) ; e = (H − Hs)/Hs ; Cc = −Δe/Δlog σ'

Données : Ø 7 cm ; H0 = 2 cm ; Ms = 128,4 g ; ρs = 2,7 ; tassements 0,80 mm (200 kPa) et 2,08 mm (800 kPa)

1. S = π × 3,5² = 38,485 cm² ; Hs = 128,4/(2,7 × 38,485) = 1,23571 cm
2. e(200) = (2 − 0,080 − 1,23571)/1,23571 = 0,55377 ; e(800) = (2 − 0,208 − 1,23571)/1,23571 = 0,45018
3. Cc = (0,55377 − 0,45018)/log(800/200) = 0,10358/0,60206 = 0,1721

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
0,172	**0,172**	✔	code relu (EssaiOdometrique.vb)

7. Los Angeles, Micro-Deval, équivalent de sable

Formule : NF EN 1097-2 : LA = 100·(M − m)/M ; NF EN 1097-1 : MDE = 100·(500 − m)/500 ; NF EN 933-8 : SE = 100·h2/h1

Données : LA : 5 000 g, refus à 1,6 mm 3 870 g ; MDE : 500 g, refus 431 g ; SE : (112 ; 86) et (110 ; 85) mm

1. LA = 100 × (5 000 − 3 870)/5 000 = 22,6
2. MDE = 100 × (500 − 431)/500 = 13,8
3. SE1 = 100 × 86/112 = 76,79 ; SE2 = 100 × 85/110 = 77,27 ; SE = moyenne = 77,03

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
22,6 ; 13,8 ; 77,0	**22,6 ; 13,8 ; 77,0**	✔	code relu (EssaiFeuille.LaboRoutesBeton.vb)

8. Granulométrie — Mf, Cu, Cc

Formule : NF EN 12620 annexe B : Mf = Σ refus cumulés (4 ; 2 ; 1 ; 0,5 ; 0,25 ; 0,125)/100 ; Cu = D60/D10 ; Cc = D30²/(D60·D10) (interpolation linéaire en log d, comme TamisageClass.InterpolationDiametre)

Données : Tamis 4 ; 2 ; 1 ; 0,5 ; 0,25 ; 0,125 ; 0,063 mm — passants 98 ; 86 ; 69 ; 48 ; 24 ; 7 ; 3 %

1. Mf = (2 + 14 + 31 + 52 + 76 + 93)/100 = 2,68
2. D10 entre 0,125 (7 %) et 0,25 (24 %) : log D10 = log 0,125 + (log 0,25 − log 0,125) × (10 − 7)/(24 − 7) → D10 = 0,14126 mm
3. D30 = 0,25 × 2^(6/24) = 0,2973 mm ; D60 = 0,5 × 2^(12/21) = 0,7430 mm
4. Cu = 0,7430/0,14126 = 5,260 ; Cc = 0,2973²/(0,7430 × 0,14126) = 0,842

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
2,68 ; 5,26 ; 0,84	**2,68 ; 5,26 ; 0,84**	✔	code relu (TamisageClass)

In situ

9. Pénétromètre dynamique — qd

Formule : NF EN ISO 22476-2, formule des Hollandais : rd = M·g·H/(A·e) ; qd = rd·M/(M + M') ; e = Δz/N

Données : M = 63,5 kg ; H = 0,75 m ; A = 20 cm² ; Δz = 0,20 m ; à 0,2 m : N = 4 ; M' = enclume 18 + 1 tige 6 = 24 kg

1. e = 0,20/4 = 0,05 m
2. rd = 63,5 × 9,81 × 0,75/(0,0020 × 0,05) = 4672013 Pa = 4,672 MPa
3. qd = 4,672 × 63,5/(63,5 + 24) = 3,391 MPa

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
3,39 MPa	**3,39 MPa**	✔	code relu (PDLClass)

10. Pressiomètre Ménard — EM, Vl

Formule : NF P 94-110-1 § D.2.2 : EM = 2(1 + ν)(Vs + Vm)·Δp/ΔV, Vm = (V1 + V2)/2 ; Vl = Vs + 2V1

Données : Vs = 554,84 cm³ ; ν = 0,33 ; p1 = 0,41941 MPa (V1 = 180 cm³) ; p2 = 0,91875 MPa (V2 = 300 cm³)

1. Vm = (180 + 300)/2 = 240 cm³ ; Vs + Vm = 794,84 cm³
2. Δp/ΔV = (0,91875 − 0,41941)/(300 − 180) = 0,0041612 MPa/cm³
3. EM = 2 × 1,33 × 794,84 × 0,0041612 = 8,798 MPa
4. Vl = 554,84 + 2 × 180 = 914,84 cm³

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
EM 8,80 MPa ; Vl 914,84 cm³	**8,80 MPa ; 914,84 cm³**	✔	EM : code relu ; Vl, pl : exécuté

11. Pressiomètre Ménard — pl par la courbe inverse

Formule : NF P 94-110-1 annexe D : droite 1/V = A·p + B pour p ≥ p2 ; pl = p pour V = Vl

Données : Points p ≥ p2 de la courbe construite (loi hyperbolique) ; Vl = 914,84 cm³

1. Régression 1/V = A·p + B sur les points (0,91875 ; 1/300), (1,21094 ; 1/380), (1,47681 ; 1/470), (1,70088 ; 1/570) : A ≈ −0,00202 ; B ≈ 0,00514 (valeurs arrondies)
2. pl = (1/Vl − B)/A ; avec les valeurs non arrondies de la régression : pl = 2,006 MPa

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
2,006 MPa	**2,006 MPa**	✔	exécuté (Module.vb, PL)

12. CPT — qc, fs

Formule : NF EN ISO 22476-1 : qc = Qc/Ac ; fs = Qs/As

Données : Qc = 2,1 kN ; Ac = 10 cm² ; Qs = 0,75 kN ; As = 150 cm²

1. Qc = 2,1 kN = 2 100 N ; Ac = 10 cm² = 0,0010 m² ; qc = 2 100/0,0010 = 2 100 000 Pa = 2,10 MPa
2. Qs = 750 N ; As = 0,0150 m² ; fs = 750/0,015 = 50 000 Pa = 50,0 kPa ; Rf = 100 × 0,050/2,10 = 2,38 %

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
2,10 MPa ; 50,0 kPa ; 2,38 %	**2,100 MPa ; 50,000 kPa ; 2,381 %**	✔	code relu (CPTFrm.RecalculerRow ; CPTClass.DrawRf)

Fondations

13. Capacité portante laboratoire (DTU 13.12)

Formule : DTU 13.12 § 3.2.1 : qu = sc·ic·c·Nc + ½·sγ·iγ·γ·B·Nγ + sq·iq·γ·D·Nq

Données : B = 1,5 ; L = 2 ; D = 1 m ; γ = 18 kN/m³ ; c = 10 kPa ; φ = 30° (Nc 30 ; Nγ 18,1 ; Nq 18,4) ; δ = 10°

1. sc = 1 + 0,2·B/L = 1,15 ; sγ = 1 − 0,2·B/L = 0,85 ; sq = 1
2. ic = iq = (1 − δ/90)² = (1 − 10/90)² = 0,7901 ; iγ = (1 − δ/φ)² = (1 − 10/30)² = 0,4444
3. terme c : 1,15 × 0,7901 × 10 × 30 = 272,59 ; terme γ : 0,5 × 0,85 × 0,4444 × 18 × 1,5 × 18,1 = 92,31 ; terme q : 0,7901 × 18 × 18,4 = 261,69
4. qu = 626,59 kPa

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
626,6 kPa	**626,6 kPa**	✔	code relu (FondationCPhiClass.QnetCalc)

14. Capacité portante pressiométrique (DTU 13.12)

Formule : DTU 13.12 § 3.2.2 : ple* = moyenne des pl* écrêtés à 1,5·min ; qu = Kp·ple*·iδ + γ·D

Données : pl* = 0,62 ; 0,95 ; 1,38 MPa ; Kp = 1,1 ; iδ = 1 ; γ = 19 kN/m³ ; D = 1 m

1. 1,5 × min = 1,5 × 0,62 = 0,93 MPa → valeurs écrêtées : 0,62 ; 0,93 ; 0,93
2. ple* = (0,62 + 0,93 + 0,93)/3 = 0,82667 MPa
3. qu = 1,1 × 826,67 × 1 + 19 × 1 = 928,33 kPa

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
928,3 kPa	**928,3 kPa**	✔	code relu (FondationPREClass.qu)

15. Capacité portante pénétrométrique (DTU 13.12)

Formule : DTU 13.12 § 3.2.3.1 : qce = moyenne des qc écrêtés à 1,3·qcm ; qu = Kc·qce·iδ + γ·D

Données : qc = 4,2 ; 5,1 ; 12,8 ; 4,8 ; 5,5 ; 4,9 MPa ; Kc = 0,12 ; γ = 19 ; D = 1 m

1. qcm = 37,3/6 = 6,2167 MPa ; 1,3·qcm = 8,0817 MPa → 12,8 écrêté à 8,0817
2. qce = 32,5817/6 = 5,43028 MPa
3. qu = 0,12 × 5430,28 + 19 = 670,63 kPa

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
670,6 kPa	**670,6 kPa**	✔	code relu (FondationCPTClass.qu)

16. SPT — Meyerhof (1956)

Formule : q = 12·N·Kd (B ≤ 1,2 m) ; q = 8·N·((B + 0,3)/B)²·Kd (B > 1,2 m) ; Kd = min(1 + 0,33·D/B ; 1,33)

Données : N = 18 ; B = 1,8 m ; D = 1,2 m

1. Kd = 1 + 0,33 × 1,2/1,8 = 1,220
2. ((B + 0,3)/B)² = (2,1/1,8)² = 1,36111
3. q = 8 × 18 × 1,36111 × 1,220 = 239,12 kPa

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
239,1 kPa	**239,1 kPa**	✔	code relu (FondationSPTClass.CapaciteSansCharge)

Tassements

17. Tassement pressiométrique Ménard

Formule : NF P 94-261 annexe H : sc = α·(q' − σ'v0)·λc·B/(9·Ec) ; sd = 2·(q' − σ'v0)·B0·(λd·B/B0)^α/(9·Ed)

Données : B = 2 m ; q' = 300 kPa ; σ'v0 = 36 kPa ; Ec = Ed = 8 000 kPa ; α = 0,5 ; λc = 1,1 ; λd = 1,12 ; B0 = 0,6 m

1. q' − σ'v0 = 264 kPa
2. sc = 0,5 × 264 × 1,1 × 2/(9 × 8 000) = 0,004033 m = 0,403 cm
3. (λd·B/B0)^α = (1,12 × 2/0,6)^0,5 = 1,93218 ; sd = 2 × 264 × 0,6 × 1,93218/(9 × 8 000) = 0,850 cm
4. s = sc + sd = 1,253 cm

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
sc 0,40 ; sd 0,85 cm	**0,40 ; 0,85 cm**	✔	exécuté (TassementPREClass)

18. Oedométrique (3 couches) et élastique

Formule : s = Σ H·Cc/(1 + e0)·log((σ'v0 + Δσ)/σ'v0) (NC) ; s = cf·(1 − ν²)·q·B/E

Données : Couches (H ; e0 ; Cc ; σ'v0 ; Δσ) : (2 ; 0,92 ; 0,31 ; 28 ; 150) (2 ; 0,88 ; 0,28 ; 46 ; 95) (2 ; 0,85 ; 0,26 ; 64 ; 60) — élastique : cf 0,88 ; ν 0,3 ; q 200 kPa ; B 2 m ; E 25 MPa

1. couche 1 : 2 × 0,31/1,92 × log(178/28) = 25,94 cm
2. couche 2 : 2 × 0,28/1,88 × log(141/46) = 14,49 cm
3. couche 3 : 2 × 0,26/1,85 × log(124/64) = 8,07 cm ; total = 48,50 cm
4. élastique : 0,88 × (1 − 0,09) × 0,200 × 2/25 = 0,01281 m = 1,28 cm

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
48,5 cm ; 1,28 cm	**48,5 cm ; 1,28 cm**	✔	code relu (TassementOedometer.ComputeSc ; TassementLinear)

Béton

19. Compression

Formule : NF EN 12390-3 : fc = F/Ac

Données : Cube 10 cm : F = 262,4 kN ; cylindre 16 × 32 : F = 642,1 kN

1. Cube : Ac = 100 × 100 = 10 000 mm² ; fc = 262 400/10 000 = 26,24 MPa
2. Cylindre : Ac = π × 80² = 20106,2 mm² ; fc = 642 100/20106,2 = 31,94 MPa

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
26,2 ; 31,9 MPa	**26,2 ; 31,9 MPa**	✔	code relu (EcrasementBeton.xaml.vb)

20. Ultrasons

Formule : NF EN 12504-4 : V = L/t

Données : P1 : L = 30 cm ; t = 72,1 µs

1. V = 0,30 m / 72,1 × 10^{-6} s = 4 160,9 m/s

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
4 161 m/s	**4 161 m/s**	✔	code relu (UltrasonFrm.xaml.vb)

21. Scléromètre

Formule : NF EN 12504-2 § 8 : médiane arrondie à l'entier ; ASTM C805 : moyenne, rejet des lectures à plus de 6 unités, nouvelle moyenne

Données : Z1 : 30 ; 32 ; 31 ; 33 ; 29 ; 30 ; 31 ; 34 ; 32 ; 45

1. Tri : 29 ; 30 ; 30 ; 31 ; 31 ; 32 ; 32 ; 33 ; 34 ; 45 → médiane = (31 + 32)/2 = 31,5 ; une seule lecture (45) à plus de 25 % de la médiane → indice EN = 32
2. ASTM : moyenne = 327/10 = 32,7 ; 45 s'écarte de plus de 6 → rejet ; moyenne des 9 autres = 282/9 = 31,33

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
32 ; 31,33	**32 ; 31,33**	✔	exécuté (Sclerometre.IndiceRebond)

22. SonReb — corrélation « Meynink et al. (1979) »

Formule : Formule de CiviLab : fc = −24,668 + 1,427·N + 0,0297·V⁴ (V en km/s) ; l'article ALCONPAT (2023), tableau 5, imprime 0,0294 au lieu de 0,0297 (à vérifier sur l'article original, RILEM 1979)

Données : N = 35 ; V = 4,2 km/s

1. 1,427 × 35 = 49,945
2. V⁴ = 4,2⁴ = 311,1696 ; 0,0297 × 311,1696 = 9,2417
3. fc = −24,668 + 49,945 + 9,2417 = 34,52 MPa
4. Avec 0,0294 : fc = 34,43 MPa (écart 0,09 MPa)

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
34,5 MPa	**34,5 MPa**	✔	code relu (EssaiCombineeFrm.Resistance, cas 1)

23. Dreux-Gorisse

Formule : YA = 50 − √D + K + Ks + Kp ; Ks = 6·Mf − 15 ; XA = D/2 ; Vabs = 1 000·γ − C/ρc ; E = C/(C/E)

Données : D = 20 mm ; Mf = 2,6 ; C = 350 kg/m³ ; C/E = 1,9 ; K = 0 ; Kp = 0 ; γ = 0,825 ; ρc = 3,1

1. Ks = 6 × 2,6 − 15 = 0,6 ; YA = 50 − √20 + 0 + 0,6 + 0 = 46,13 % ; XA = 10 mm
2. Vabs = 1 000 × 0,825 − 350/3,1 = 712,10 L/m³
3. E = 350/1,9 = 184,21 L/m³

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
YA 46,13 % ; eau 184,2 L	**46,13 % ; 184,2 L**	✔	code relu (BetonFormulation.vb)

24. Bolomey

Formule : P(d) = A + (100 − A)·√(d/D)

Données : D = 25 mm ; A = 10 ; ciment 350 + fines 40 kg/m³

1. P(0,08) = 10 + 90 × √(0,08/25) = 10 + 90 × 0,05657 = 15,09 %
2. E1 = 0,23 × (350 + 40) = 89,7 L ; E2 (granulats ≥ 0,16 mm) = 100,11 L ; E = 189,8 L

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
P(0,08) 15,1 % ; eau 189,8 L	**15,1 % ; 189,8 L**	✔	code relu (BetonFormulation.CalculerPoints)

25. Faury

Formule : y(D/2) = A + 17,8·D^(1/5) + B/(R/(1,25·D) − 0,75) ; n = K/D^(1/5) + K'/(R/D − 0,75)

Données : D = 20 mm ; A = 28 ; B = 1,5 ; R = 100 mm ; K = 0,28 ; K' = 0,003

1. D^(1/5) = 20^0,2 = 1,82056 ; R/(1,25·D) = 4
2. y = 28 + 17,8 × 1,82056 + 1,5/(4 − 0,75) = 60,87 %
3. n = 0,28/1,82056 + 0,003/(5 − 0,75) = 0,15450 ; eau = 1 000·n = 154,5 L/m³

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
60,87 % ; 154,5 L	**60,87 % ; 154,5 L**	✔	code relu (BetonFormulation.BetonFaury)

Routes et enrobés

26. Kumagawa, masse volumique paraffinée, compacité

Formule : TL ext = 100·(M1 − M2)/M2 ; NF EN 12697-6 D : ρ = m1/[(m2 − m3)/ρw − (m2 − m1)/ρp] ; C = 100·γd/γd max

Données : M1 = 1 250 ; M2 = 1 183,4 g — m1 = 1 012,5 ; m2 = 1 036,8 ; m3 = 578,2 g ; ρw 0,9982 ; ρp 0,9 — γd 1,98 ; γd max 2,05 t/m³

1. TL ext = 100 × 66,6/1 183,4 = 5,63 %
2. Volume = (1 036,8 − 578,2)/0,9982 − (1 036,8 − 1 012,5)/0,9 = 459,427 − 27,000 = 432,427 cm³ ; ρ = 1 012,5/432,427 = 2,341 g/cm³
3. C = 100 × 1,98/2,05 = 96,59 %

Résultat à la main	CiviLab 7.1	Concordance	Obtention de la valeur CiviLab
5,63 % ; 2,341 ; 96,6 %	**5,63 % ; 2,341 ; 96,6 %**	✔	Kumagawa, compacité : code relu ; ρ : exécuté