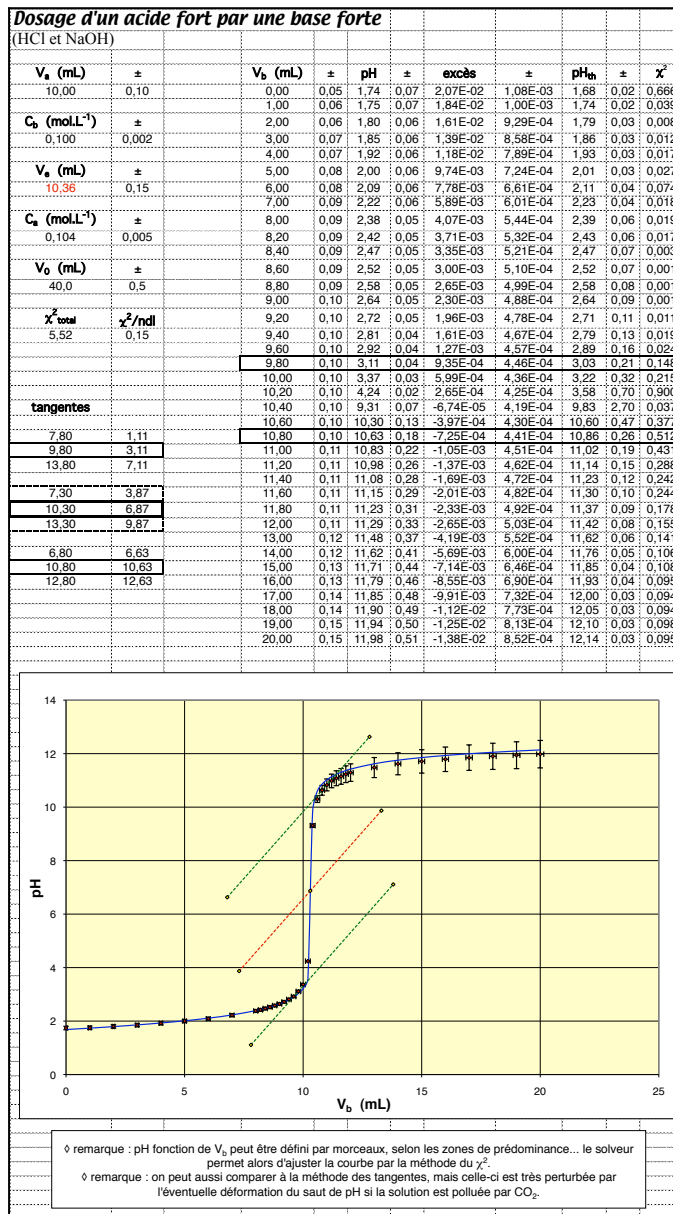
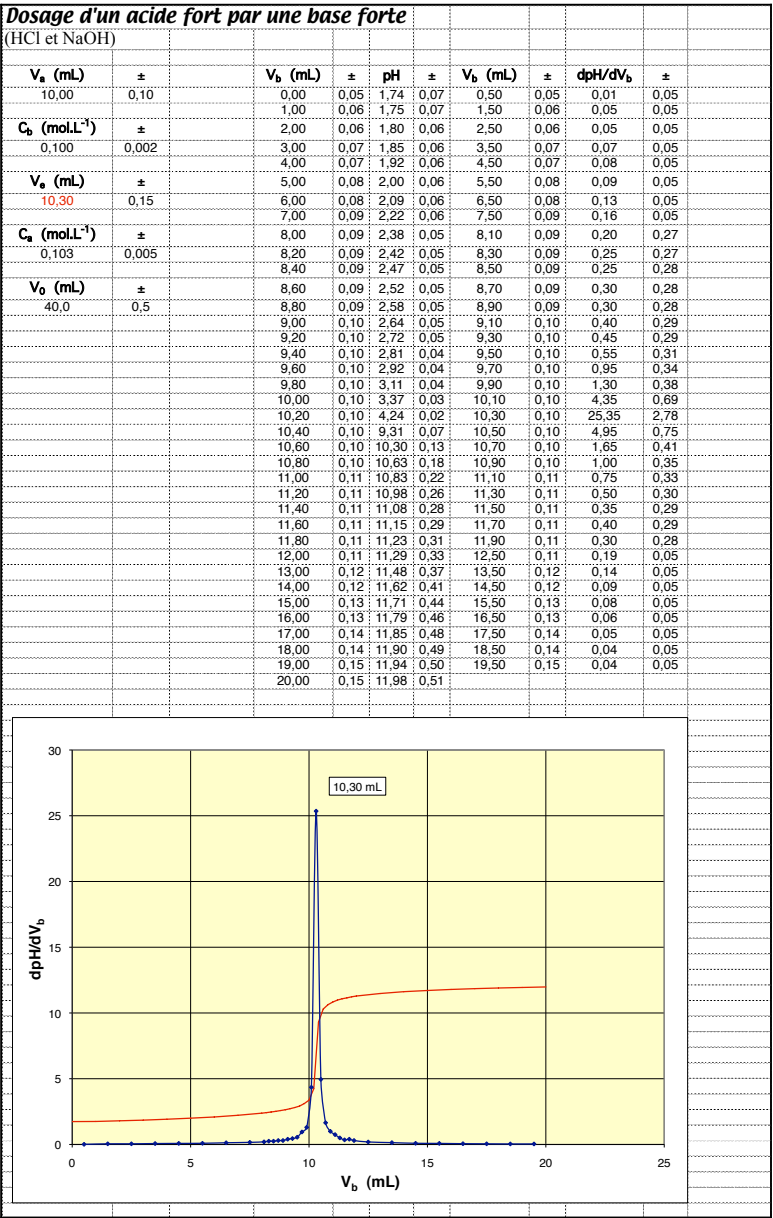
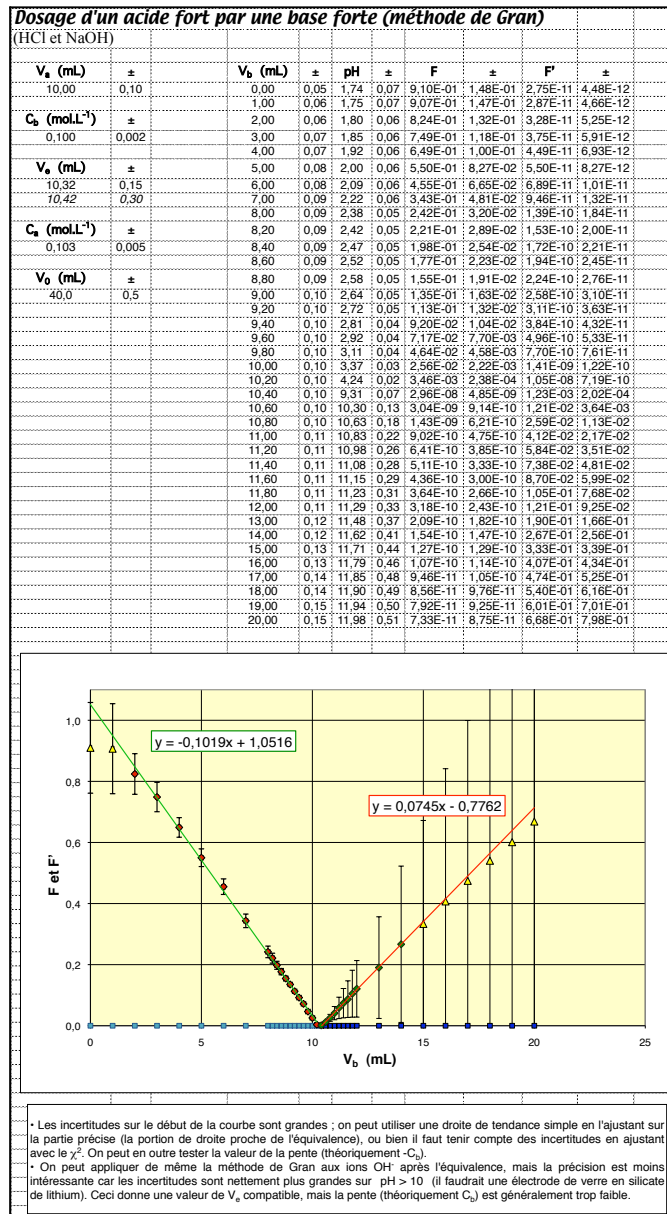
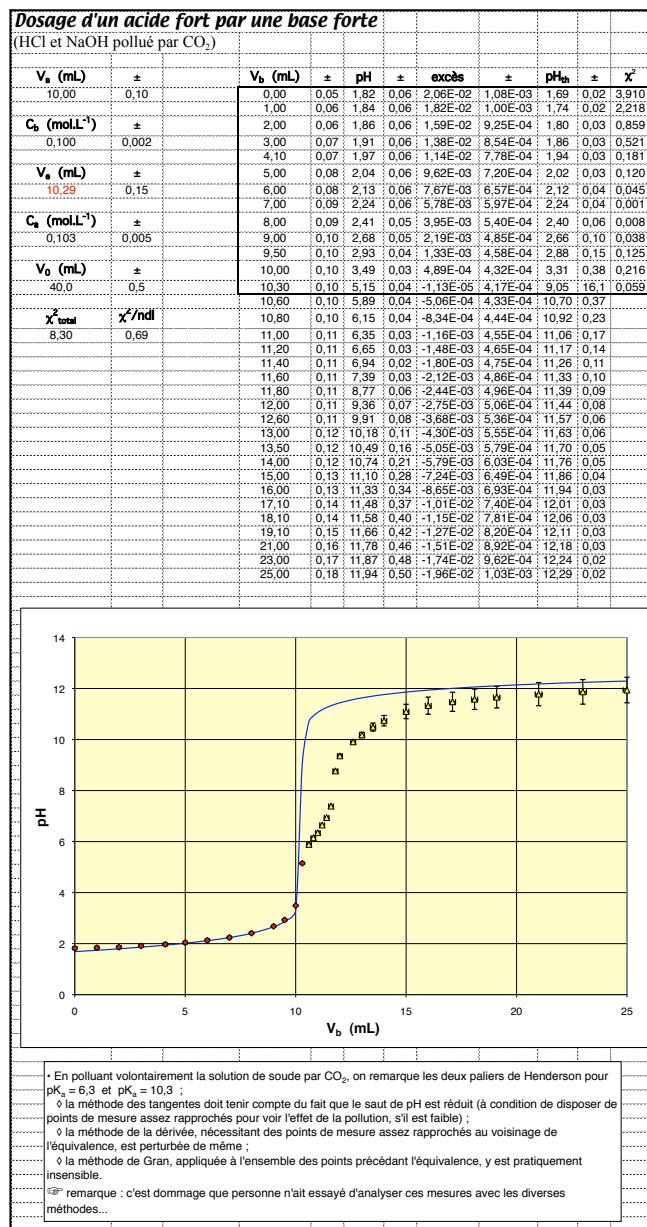








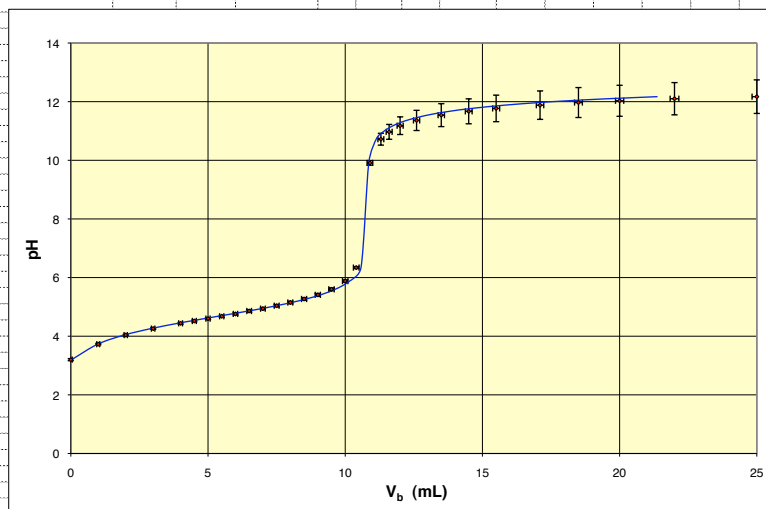


(CH₃COOH et NaOH)

V_0 (mL)	$\pm$	V_0 (mL)	$\pm$	pH	$\pm$	V_{01}	$\pm_1$	$\pm_2$	$\pm_3$	$\pm_4$	$\pm$	χ^2
10,00	0,10	0,00	0,05	3,20	0,04	0,03	0,01	0,08	0,01	0,05	0,14	0,031
		1,00	0,06	3,73	0,03	0,98	0,00	0,22	0,02	0,06	0,30	0,003
C_0 (molL ⁻¹)	$\pm$	2,00	0,06	4,04	0,02	1,95	0,00	0,37	0,03	0,08	0,48	0,011
0,100	0,002	3,00	0,07	4,26	0,03	2,92	0,00	0,49	0,04	0,13	0,66	0,010
		4,00	0,07	4,44	0,03	3,90	0,00	0,58	0,05	0,17	0,80	0,016
V_0 (mL)	$\pm$	4,50	0,07	4,52	0,03	4,37	0,00	0,60	0,06	0,18	0,85	0,022
10,81	0,15	5,00	0,08	4,60	0,03	4,86	0,00	0,62	0,07	0,20	0,88	0,024
		5,50	0,08	4,68	0,03	5,36	0,00	0,62	0,07	0,21	0,91	0,023
C_0 (molL ⁻¹)	$\pm$	6,00	0,08	4,76	0,04	5,86	0,00	0,62	0,08	0,22	0,92	0,023
		6,50	0,08	4,86	0,04	6,47	0,00	0,60	0,09	0,22	0,91	0,001
0,108	0,005	7,00	0,09	4,94	0,04	6,94	0,00	0,57	0,10	0,22	0,89	0,004
V_0 (mL)	$\pm$	7,50	0,09	5,04	0,04	7,49	0,00	0,53	0,10	0,22	0,85	0,000
40,0	0,5	8,00	0,09	5,15	0,04	8,05	0,00	0,47	0,11	0,20	0,79	0,003
		8,50	0,09	5,27	0,05	8,58	0,00	0,41	0,12	0,19	0,71	0,011
pK_a	$\pm$	9,00	0,10	5,41	0,05	9,09	0,00	0,33	0,13	0,16	0,62	0,022
4,68	0,10	9,50	0,10	5,60	0,05	9,64	0,00	0,24	0,13	0,12	0,49	0,073
		10,00	0,10	5,88	0,04	10,16	0,00	0,14	0,14	0,06	0,34	0,202
χ^2_{total}	χ^2_{ndf}	10,40	0,10	6,34	0,03	10,57	0,00	0,05	0,15	0,02	0,22	0,530
1,95	0,07	10,90	0,10	9,91	0,08	10,86	0,00	0,00	0,15	0,01	0,16	0,408
		11,30	0,11	10,72	0,20	11,13	0,01	0,00	0,15	0,15	0,31	0,270
		11,60	0,11	10,97	0,25	11,38	0,01	0,00	0,16	0,34	0,51	0,178
		12,00	0,11	11,18	0,30	11,74	0,02	0,00	0,16	0,66	0,84	0,092
		12,60	0,11	11,36	0,34	12,23	0,03	0,00	0,17	1,16	1,35	0,072
		13,50	0,12	11,54	0,39	12,99	0,05	0,00	0,18	2,03	2,26	0,050
		14,50	0,12	11,67	0,43	13,79	0,06	0,00	0,19	3,07	3,32	0,045
		15,50	0,13	11,77	0,45	14,61	0,08	0,00	0,20	4,22	4,50	0,039
		17,10	0,14	11,88	0,48	15,80	0,11	0,00	0,21	6,03	6,35	0,042
		18,50	0,14	11,97	0,51	17,07	0,14	0,00	0,23	8,12	8,49	0,028
		20,00	0,15	12,03	0,53	18,11	0,16	0,00	0,24	9,96	10,36	0,033
		22,00	0,16	12,10	0,55	19,57	0,20	0,00	0,26	12,70	13,16	0,034
		25,00	0,18	12,17	0,57	21,36	0,25	0,00	0,28	16,32	16,85	0,047

◊ remarque : une légère pollution par CO₂ semble possible.

♦ remarque : une légère pollution par CO_2 semble possible.

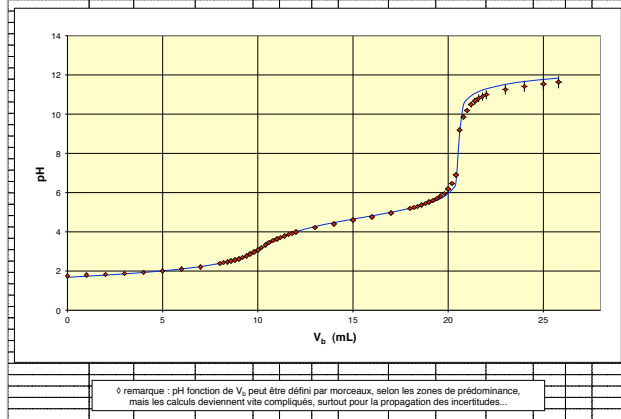


♦ remarque : si pH fonction de V_b devient trop compliqué, rien n'interdit d'étudier V_b en fonction de pH...

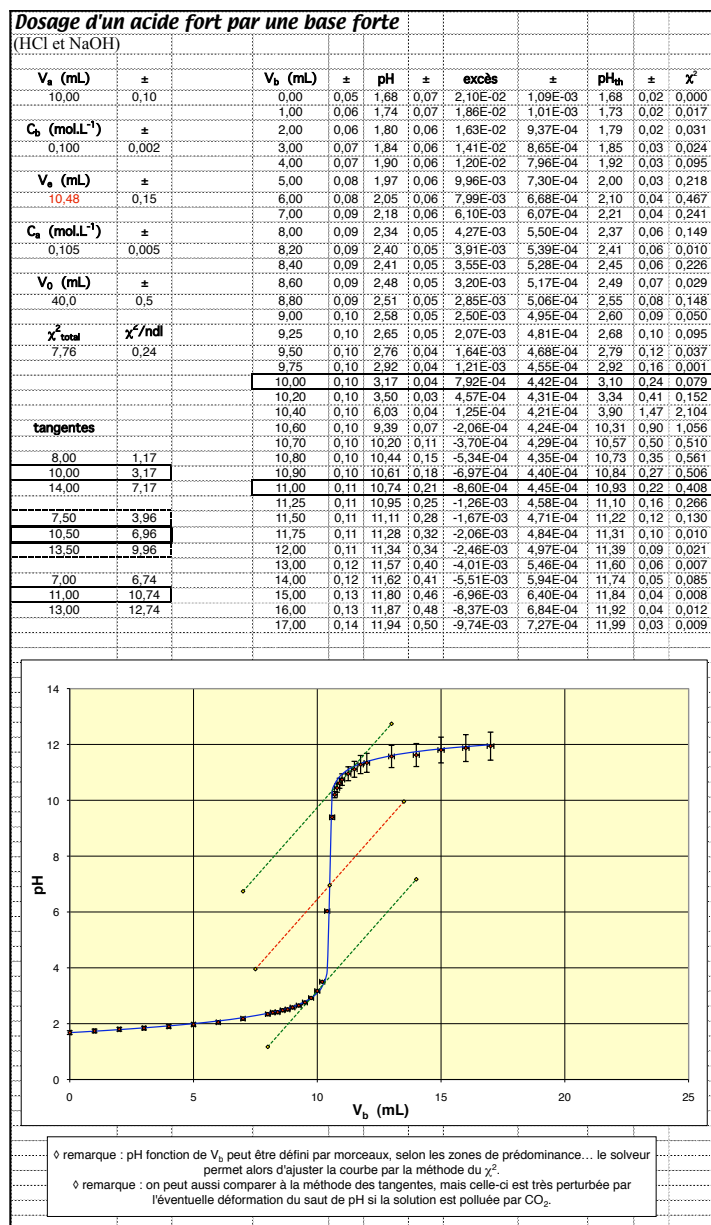
Dosage d'un mélange par une base forte
(HCl, CH₃COOH et NaOH)

V_b (mL)	$\pm$	V_b (mL)	$\pm$	pH	$\pm$	excl ₀	$\pm$	excl ₀ '	$\pm$	pH ₀	$\pm$	χ'
10.00	0.10	0.00	0.05	1.76	0.06	2.07E-02	1.13E-03	4.12E-02	2.14E-03	1.68	0.02	1.237
		1.00	0.06	1.80	0.06	1.84E-02	1.04E-03	3.84E-02	2.03E-03	1.74	0.02	0.873
V_e (mL)	$\pm$	2.00	0.06	1.83	0.06	1.61E-02	9.61E-04	3.58E-02	1.93E-03	1.79	0.03	0.285
10.00	0.10	3.00	0.07	1.88	0.06	1.39E-02	8.84E-04	3.32E-02	1.83E-03	1.86	0.03	0.114
		4.00	0.07	1.93	0.06	1.18E-02	8.11E-04	3.07E-02	1.74E-03	1.93	0.03	0.001
C_0 (mol.L ⁻¹)	$\pm$	5.00	0.08	2.01	0.06	9.76E-03	7.42E-04	2.84E-02	1.65E-03	2.01	0.03	0.000
0.100	0.002	6.00	0.08	2.10	0.06	7.80E-03	6.75E-04	2.61E-02	1.56E-03	2.11	0.04	0.013
		7.00	0.09	2.22	0.06	5.91E-03	5.12E-04	2.38E-02	1.48E-03	2.23	0.04	0.014
V_e (mL)	$\pm$	8.00	0.09	2.39	0.05	4.08E-03	5.51E-04	2.17E-02	1.40E-03	2.39	0.06	0.014
10.37	0.15	8.20	0.09	2.43	0.05	3.72E-03	5.39E-04	2.13E-02	1.39E-03	2.43	0.06	0.000
		8.40	0.09	2.46	0.05	3.37E-03	5.27E-04	2.09E-02	1.37E-03	2.47	0.07	0.022
C_1 (mol.L ⁻¹)	$\pm$	8.60	0.09	2.51	0.05	3.02E-03	5.16E-04	2.05E-02	1.36E-03	2.52	0.07	0.014
0.104	0.005	8.80	0.09	2.56	0.05	2.67E-03	5.04E-04	2.01E-02	1.34E-03	2.57	0.08	0.022
		9.00	0.10	2.62	0.05	2.32E-03	4.93E-04	1.96E-02	1.33E-03	2.65	0.08	0.021
V_e (mL)	$\pm$	9.20	0.10	2.69	0.05	1.97E-03	4.81E-04	1.92E-02	1.31E-03	2.71	0.11	0.017
10.23	0.15	9.40	0.10	2.77	0.04	1.63E-03	4.70E-04	1.88E-02	1.30E-03	2.79	0.13	0.019
		9.60	0.10	2.86	0.04	1.29E-03	4.59E-04	1.84E-02	1.28E-03	2.89	0.15	0.035
C_2 (mol.L ⁻¹)	$\pm$	9.80	0.10	2.97	0.04	9.49E-04	4.48E-04	1.80E-02	1.27E-03	2.92	0.30	0.031
0.102	0.005	10.00	0.10	3.08	0.04	6.12E-04	4.37E-04	1.77E-02	1.26E-03	3.02	0.30	0.033
		10.20	0.10	3.21	0.04	2.78E-04	4.26E-04	1.73E-02	1.24E-03	3.14	0.30	0.049
V_0 (mL)	$\pm$	10.40	0.10	3.34	0.03	-5.38E-05	4.19E-04	1.69E-02	1.23E-03	3.27	0.30	0.053
30.0	0.5	10.60	0.10	3.45	0.03	-3.84E-04	4.30E-04	1.65E-02	1.21E-03	3.40	0.30	0.034
		10.80	0.10	3.55	0.03	-7.11E-04	4.41E-04	1.61E-02	1.20E-03	3.51	0.30	0.016
pK_a	$\pm$	11.00	0.11	3.64	0.03	-1.04E-03	4.52E-04	1.57E-02	1.19E-03	3.61	0.30	0.009
4.73	0.10	11.20	0.11	3.72	0.03	-1.38E-03	4.63E-04	1.53E-02	1.17E-03	3.68	0.25	0.002
		11.40	0.11	3.79	0.02	-1.68E-03	4.74E-04	1.50E-02	1.16E-03	3.78	0.23	0.002
χ'_{total}	χ'_{ndl}	11.60	0.11	3.86	0.02	-2.00E-03	4.85E-04	1.46E-02	1.15E-03	3.87	0.21	0.001
13.67	0.24	11.80	0.11	3.92	0.02	-2.32E-03	4.96E-04	1.42E-02	1.13E-03	3.94	0.20	0.011
		12.00	0.11	3.98	0.02	-2.63E-03	5.06E-04	1.38E-02	1.12E-03	4.01	0.19	0.021
		13.00	0.12	4.22	0.02	-4.18E-03	5.58E-04	1.21E-02	1.06E-03	4.27	0.17	0.083
		14.00	0.12	4.41	0.03	-5.68E-03	6.08E-04	1.03E-02	9.94E-04	4.47	0.16	0.136
		15.00	0.13	4.59	0.03	-7.13E-03	6.56E-04	8.61E-03	9.35E-04	4.65	0.16	0.123
		16.00	0.13	4.77	0.04	-8.53E-03	7.02E-04	6.96E-03	8.78E-04	4.82	0.16	0.081
		17.00	0.14	4.96	0.04	-9.90E-03	7.47E-04	5.36E-03	8.23E-04	4.99	0.17	0.040
		18.00	0.14	5.19	0.04	-1.12E-02	7.90E-04	3.81E-03	7.70E-04	5.20	0.19	0.002
		18.20	0.14	5.24	0.04	-1.15E-02	7.98E-04	3.51E-03	7.60E-04	5.24	0.20	0.000
		18.40	0.14	5.29	0.05	-1.17E-02	8.06E-04	3.21E-03	7.50E-04	5.29	0.20	0.000
		18.60	0.14	5.37	0.05	-1.20E-02	8.15E-04	2.91E-03	7.40E-04	5.34	0.21	0.014
		18.80	0.14	5.44	0.05	-1.23E-02	8.23E-04	2.61E-03	7.29E-04	5.40	0.22	0.023
		19.00	0.15	5.52	0.05	-1.25E-02	8.31E-04	2.31E-03	7.19E-04	5.46	0.24	0.027
		19.20	0.15	5.60	0.05	-1.28E-02	8.39E-04	2.01E-03	7.09E-04	5.53	0.25	0.072
		19.40	0.15	5.70	0.05	-1.30E-02	8.47E-04	1.72E-03	6.99E-04	5.61	0.28	0.108
		19.60	0.15	5.82	0.04	-1.33E-02	8.55E-04	1.43E-03	6.90E-04	5.70	0.31	0.155
		19.80	0.15	5.96	0.04	-1.35E-02	8.63E-04	1.14E-03	6.80E-04	5.80	0.36	0.186
		20.00	0.15	6.18	0.04	-1.38E-02	8.71E-04	8.48E-04	6.70E-04	5.97	1.00	0.046
		20.20	0.15	6.46	0.02	-1.40E-02	8.79E-04	6.80E-04	6.60E-04	6.14	1.00	0.100
		20.40	0.15	6.91	0.02	-1.43E-02	8.86E-04	2.75E-04	6.51E-04	6.45	1.00	0.210
		20.60	0.15	9.18	0.06	-1.45E-02	8.94E-04	-3.45E-06	6.42E-04	9.01	1.00	0.029
		20.80	0.15	9.85	0.08	-1.47E-02	9.02E-04	-2.92E-04	6.51E-04	10.47	1.00	0.376
		21.00	0.16	10.19	0.11	-1.50E-02	9.09E-04	-8.73E-04	6.59E-04	10.76	1.00	0.313
		21.20	0.16	10.48	0.15	-1.52E-02	9.17E-04	-8.52E-04	6.68E-04	10.93	1.00	0.199
		21.40	0.16	10.66	0.17	-1.55E-02	9.24E-04	-1.13E-03	6.76E-04	11.05	0.26	1.588
		21.60	0.16	10.81	0.19	-1.57E-02	9.32E-04	-1.41E-03	6.85E-04	11.15	0.21	1.391
		21.80	0.16	10.90	0.21	-1.59E-02	9.39E-04	-1.68E-03	6.93E-04	11.23	0.18	1.422
		22.00	0.16	10.99	0.22	-1.62E-02	9.47E-04	-1.95E-03	7.01E-04	11.29	0.16	1.256
		23.00	0.17	11.26	0.26	-1.73E-02	9.83E-04	-3.30E-03	7.42E-04	11.52	0.10	0.885
		24.00	0.17	11.42	0.28	-1.84E-02	1.02E-03	-4.68E-03	7.81E-04	11.66	0.07	0.711
		25.00	0.18	11.53	0.29	-1.95E-02	1.05E-03	-5.88E-03	8.19E-04	11.77	0.06	0.633
		25.80	0.18	11.63	0.31	-2.04E-02	1.08E-03	-6.87E-03	8.49E-04	11.84	0.05	0.437

0 remarque : une légère pollution par CO₂ semble probable.

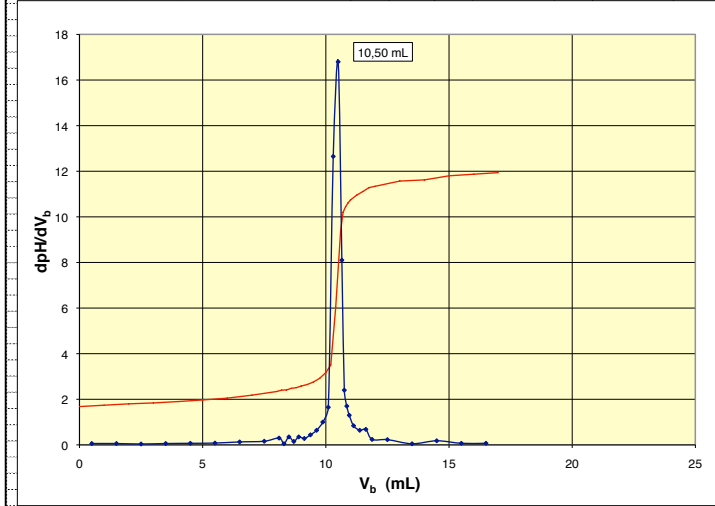


0 remarque : pH fonction de V_b peut être défini par morceaux, selon les zones de prédominance, mais les calculs deviennent vite compliqués, surtout pour la propagation des incertitudes...

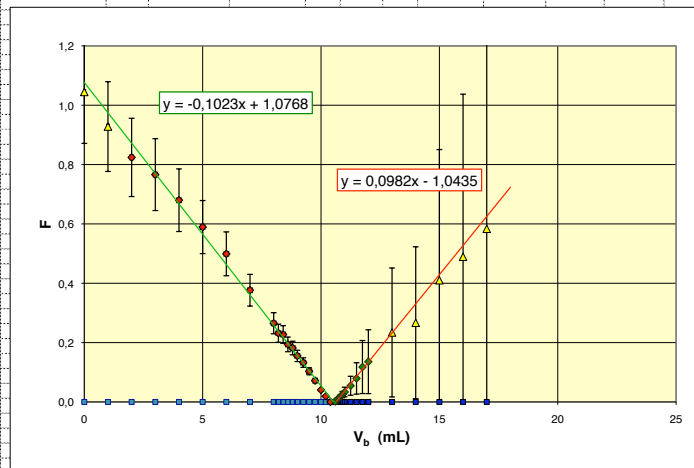


(HCl et NaOH)

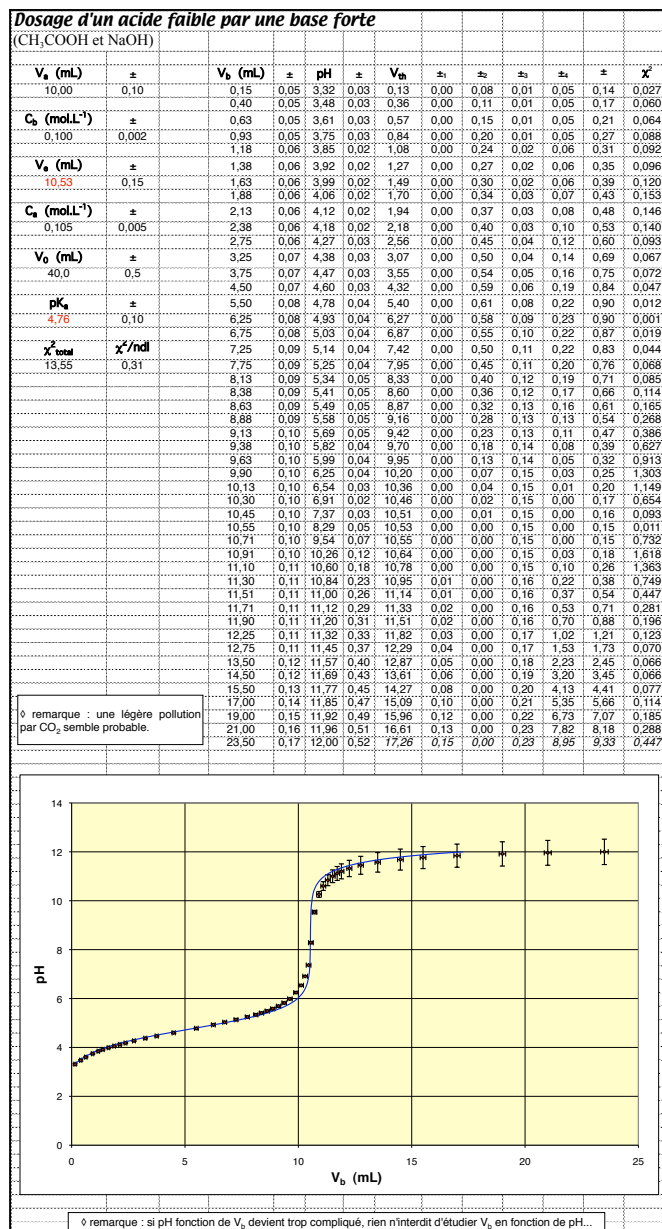
V_a (mL)	$\pm$	V_b (mL)	$\pm$	pH	$\pm$	V_b (mL)	$\pm$	dpH/dV _b	$\pm$
10,00	0,10	0,00	0,05	1,68	0,07	0,50	0,05	0,06	0,05
		1,00	0,06	1,74	0,07	1,50	0,06	0,06	0,05
C_b (mol.L ⁻¹)	$\pm$	2,00	0,06	1,80	0,06	2,50	0,06	0,04	0,05
0,100	0,002	3,00	0,07	1,84	0,06	3,50	0,07	0,06	0,05
		4,00	0,07	1,90	0,06	4,50	0,07	0,07	0,05
V_0 (mL)	$\pm$	5,00	0,08	1,97	0,06	5,50	0,08	0,08	0,05
10,50	0,15	6,00	0,08	2,05	0,06	6,50	0,08	0,13	0,05
		7,00	0,09	2,18	0,06	7,50	0,09	0,16	0,05
C_a (mol.L ⁻¹)	$\pm$	8,00	0,09	2,34	0,05	8,10	0,09	0,30	0,28
0,105	0,005	8,20	0,09	2,40	0,05	8,30	0,09	0,05	0,25
		8,40	0,09	2,41	0,05	8,50	0,09	0,35	0,29
V_0 (mL)	$\pm$	8,60	0,09	2,48	0,05	8,70	0,09	0,15	0,26
40,0	0,5	8,80	0,09	2,51	0,05	8,90	0,09	0,35	0,29
		9,00	0,10	2,58	0,05	9,13	0,10	0,28	0,22
		9,25	0,10	2,65	0,05	9,38	0,10	0,44	0,24
		9,50	0,10	2,76	0,04	9,63	0,10	0,64	0,25
		9,75	0,10	2,92	0,04	9,88	0,10	1,00	0,28
		10,00	0,10	3,17	0,04	10,10	0,10	1,65	0,42
		10,20	0,10	3,50	0,03	10,30	0,10	12,65	1,51
		10,40	0,10	6,03	0,04	10,50	0,10	16,80	1,93
		10,60	0,10	9,39	0,07	10,65	0,10	8,10	2,12
		10,70	0,10	10,20	0,11	10,75	0,10	2,40	0,98
		10,80	0,10	10,44	0,15	10,85	0,10	1,70	0,84
		10,90	0,10	10,61	0,18	10,95	0,10	1,30	0,76
		11,00	0,11	10,74	0,21	11,13	0,11	0,84	0,27
		11,25	0,11	10,95	0,25	11,38	0,11	0,64	0,25
		11,50	0,11	11,11	0,28	11,63	0,11	0,68	0,25
		11,75	0,11	11,28	0,32	11,88	0,11	0,24	0,22
		12,00	0,11	11,34	0,34	12,50	0,11	0,23	0,05
		13,00	0,12	11,57	0,40	13,50	0,12	0,05	0,05
		14,00	0,12	11,62	0,41	14,50	0,12	0,18	0,05
		15,00	0,13	11,80	0,46	15,50	0,13	0,07	0,05
		16,00	0,13	11,87	0,48	16,50	0,13	0,07	0,05
		17,00	0,14	11,94	0,50				



Dosage d'un acide fort par une base forte (méthode de Gran)										
(HCl et NaOH)										
V_a (mL)	±	V_b (mL)	±	pH	±	F	±	F'	±	
10,00	0,10	0,00	0,05	1,68	0,07	1,04E+00	1,73E-01	2,39E-11	3,97E-12	
		1,00	0,06	1,74	0,07	9,28E-01	1,51E-01	2,80E-11	4,57E-12	
C_b (mol.L ⁻¹)	±	2,00	0,06	1,80	0,06	8,24E-01	1,32E-01	3,28E-11	5,25E-12	
0,100	0,002	3,00	0,07	1,84	0,06	7,66E-01	1,21E-01	3,67E-11	5,80E-12	
		4,00	0,07	1,90	0,06	6,80E-01	1,05E-01	4,29E-11	6,66E-12	
V_a (mL)	±	5,00	0,08	1,97	0,06	5,89E-01	8,95E-02	5,13E-11	7,79E-12	
10,53	0,15	6,00	0,08	2,05	0,06	4,99E-01	7,39E-02	6,28E-11	9,30E-12	
10,63	0,30	7,00	0,09	2,18	0,06	3,77E-01	5,34E-02	8,63E-11	1,22E-11	
		8,00	0,09	2,34	0,05	2,65E-01	3,56E-02	1,27E-10	1,71E-11	
C_a (mol.L ⁻¹)	±	8,20	0,09	2,40	0,05	2,32E-01	3,05E-02	1,46E-10	1,92E-11	
0,105	0,005	8,40	0,09	2,41	0,05	2,27E-01	2,98E-02	1,50E-10	1,97E-11	
		8,60	0,09	2,48	0,05	1,94E-01	2,48E-02	1,77E-10	2,26E-11	
V_b (mL)	±	8,80	0,09	2,51	0,05	1,82E-01	2,30E-02	1,90E-10	2,41E-11	
40,0	0,5	9,00	0,10	2,58	0,05	1,55E-01	1,91E-02	2,24E-10	2,76E-11	
		9,25	0,10	2,65	0,05	1,33E-01	1,59E-02	2,65E-10	3,18E-11	
		9,50	0,10	2,76	0,04	1,03E-01	1,19E-02	3,42E-10	3,93E-11	
		9,75	0,10	2,92	0,04	7,18E-02	7,72E-03	4,97E-10	5,34E-11	
		10,00	0,10	3,17	0,04	4,06E-02	3,89E-03	8,87E-10	8,51E-11	
		10,20	0,10	3,50	0,03	1,90E-02	1,54E-03	1,90E-09	1,54E-10	
		10,40	0,10	6,03	0,04	5,64E-05	5,77E-06	6,47E-07	6,62E-08	
		10,60	0,10	9,39	0,07	2,47E-08	4,14E-09	1,49E-03	2,49E-04	
		10,70	0,10	10,20	0,11	3,83E-09	1,01E-09	9,62E-03	2,54E-03	
		10,80	0,10	10,44	0,15	2,21E-09	7,85E-10	1,67E-02	5,95E-03	
		10,90	0,10	10,61	0,18	1,49E-09	6,38E-10	2,48E-02	1,06E-02	
		11,00	0,11	10,74	0,21	1,11E-09	5,38E-10	3,35E-02	1,62E-02	
		11,25	0,11	10,95	0,25	6,87E-10	4,02E-10	5,46E-02	3,19E-02	
		11,50	0,11	11,11	0,28	4,77E-10	3,18E-10	7,92E-02	5,28E-02	
		11,75	0,11	11,28	0,32	3,24E-10	2,46E-10	1,18E-01	8,93E-02	
		12,00	0,11	11,34	0,34	2,83E-10	2,25E-10	1,36E-01	1,08E-01	
		13,00	0,12	11,57	0,40	1,70E-10	1,57E-10	2,34E-01	2,17E-01	
		14,00	0,12	11,62	0,41	1,54E-10	1,47E-10	2,67E-01	2,56E-01	
		15,00	0,13	11,80	0,46	1,03E-10	1,11E-10	4,10E-01	4,40E-01	
		16,00	0,13	11,87	0,48	8,90E-11	9,97E-11	4,89E-01	5,48E-01	
		17,00	0,14	11,94	0,50	7,69E-11	8,98E-11	5,84E-01	6,81E-01	



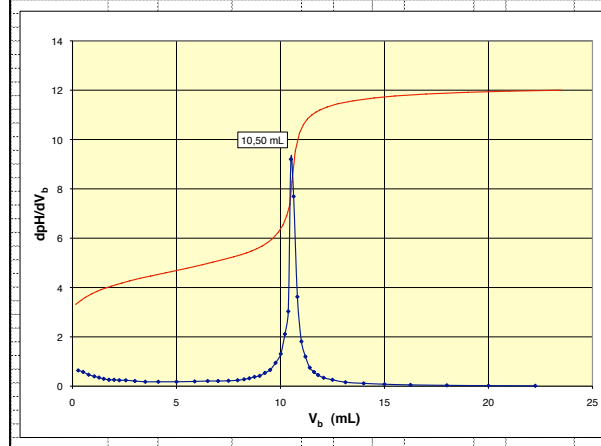
- Les incertitudes sur le début de la courbe sont grandes ; on peut utiliser une droite de tendance simple en l'ajustant sur la partie précise (la portion de droite proche de l'équivalence), ou bien il faut tenir compte des incertitudes en ajustant avec le χ^2 . On peut en outre tester la valeur de la pente (théoriquement $-C_b$).
- On peut appliquer de même la méthode de Gran aux ions OH⁻ après l'équivalence, mais la précision est moins intéressante car les incertitudes sont nettement plus grandes sur pH > 10 (il faudrait une électrode de verre en silicate de lithium). Ceci donne une valeur de V_a compatible, mais la pente (théoriquement C_a) est généralement trop faible.



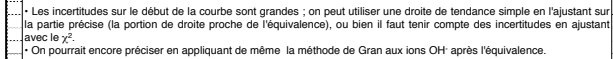
Dosage d'un acide faible par une base forte
(CH₃COOH et NaOH)

V_b (mL)	$\pm$	V_b (mL)	$\pm$	pH	$\pm$	V_b (mL)	$\pm$	$d\text{pH}/dV_b$	$\pm$
10,00	0,10	0,15	0,05	3,32	0,03	0,28	0,05	0,64	0,25
		0,40	0,05	3,48	0,03	0,51	0,05	0,58	0,27
C_b (mol.L ⁻¹)	$\pm$	0,63	0,05	3,61	0,03	0,78	0,05	0,47	0,20
0,100	0,002	0,93	0,05	3,75	0,03	1,05	0,06	0,40	0,23
		1,18	0,06	3,85	0,02	1,28	0,06	0,35	0,28
V_b (mL)	$\pm$	1,38	0,06	3,92	0,02	1,50	0,06	0,30	0,22
10,50	0,15	1,63	0,06	3,98	0,02	1,75	0,06	0,26	0,22
		1,88	0,06	4,06	0,02	2,00	0,06	0,26	0,22
C_b (mol.L ⁻¹)	$\pm$	2,13	0,06	4,12	0,02	2,25	0,06	0,24	0,22
0,105	0,005	2,38	0,06	4,18	0,02	2,56	0,06	0,24	0,15
		2,75	0,06	4,27	0,03	3,00	0,07	0,21	0,11
V_b (mL)	$\pm$	3,25	0,07	4,38	0,03	3,50	0,07	0,18	0,11
40,0	0,5	3,75	0,07	4,47	0,03	4,13	0,07	0,18	0,07
		4,50	0,07	4,60	0,03	5,00	0,08	0,18	0,05
pK_a	$\pm$	5,50	0,08	4,78	0,04	5,88	0,08	0,19	0,07
4,74	0,03	6,25	0,08	4,93	0,04	6,50	0,08	0,21	0,11
		6,75	0,08	5,03	0,04	7,00	0,09	0,21	0,11
		7,25	0,09	5,14	0,04	7,50	0,09	0,22	0,11
		7,75	0,09	5,25	0,04	7,94	0,09	0,24	0,15
		8,13	0,09	5,34	0,05	8,25	0,09	0,28	0,22
		8,38	0,09	5,41	0,05	8,50	0,09	0,32	0,23
		8,63	0,09	5,49	0,05	8,75	0,09	0,38	0,23
		8,88	0,09	5,58	0,05	9,00	0,10	0,42	0,23
		9,13	0,10	5,69	0,05	9,25	0,10	0,54	0,24
		9,38	0,10	5,82	0,04	9,50	0,10	0,66	0,25
		9,63	0,10	5,99	0,04	9,76	0,10	0,95	0,25
		9,90	0,10	6,25	0,04	10,01	0,10	1,31	0,34
		10,13	0,10	6,54	0,03	10,21	0,10	2,11	0,33
		10,30	0,10	6,91	0,02	10,38	0,10	3,03	0,74
		10,45	0,10	7,37	0,03	10,50	0,10	9,20	2,34
		10,55	0,10	8,29	0,05	10,63	0,10	7,69	1,25
		10,71	0,10	9,54	0,07	10,81	0,10	3,63	0,61
		10,91	0,10	10,26	0,12	11,01	0,11	1,81	0,46
		11,10	0,11	10,60	0,18	11,20	0,11	1,20	0,37
		11,30	0,11	10,84	0,23	11,41	0,11	0,75	0,31
		11,51	0,11	11,00	0,28	11,61	0,11	0,57	0,31
		11,71	0,11	11,12	0,29	11,81	0,11	0,45	0,32
		11,90	0,11	11,20	0,31	12,08	0,11	0,34	0,16
		12,25	0,11	11,32	0,33	12,50	0,11	0,26	0,11
		12,75	0,11	11,45	0,37	13,13	0,12	0,16	0,07
		13,50	0,12	11,57	0,40	14,00	0,12	0,12	0,05
		14,50	0,12	11,69	0,43	15,00	0,13	0,08	0,05
		15,50	0,13	11,77	0,45	16,25	0,13	0,05	0,03
		17,00	0,14	11,85	0,47	18,00	0,14	0,03	0,03
		19,00	0,15	11,92	0,49	20,00	0,15	0,02	0,03
		21,00	0,16	11,96	0,51	22,25	0,16	0,02	0,02
		23,50	0,17	12,00	0,52				

⚠ remarque : une légère pollution par CO₂ semble probable.

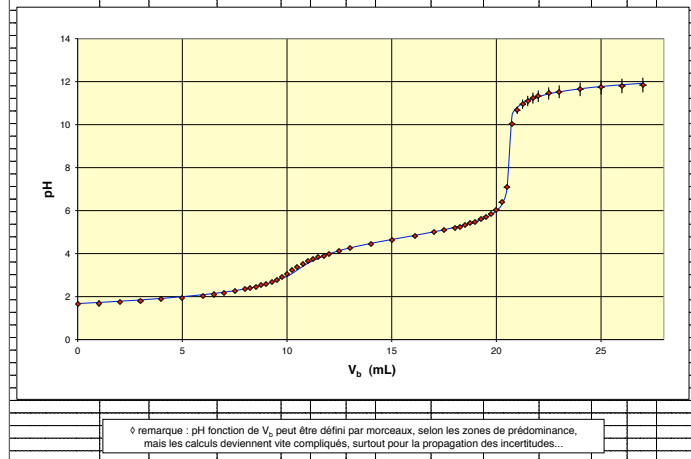


♦ remarque : une légère pollution par CO_2 semble probable.

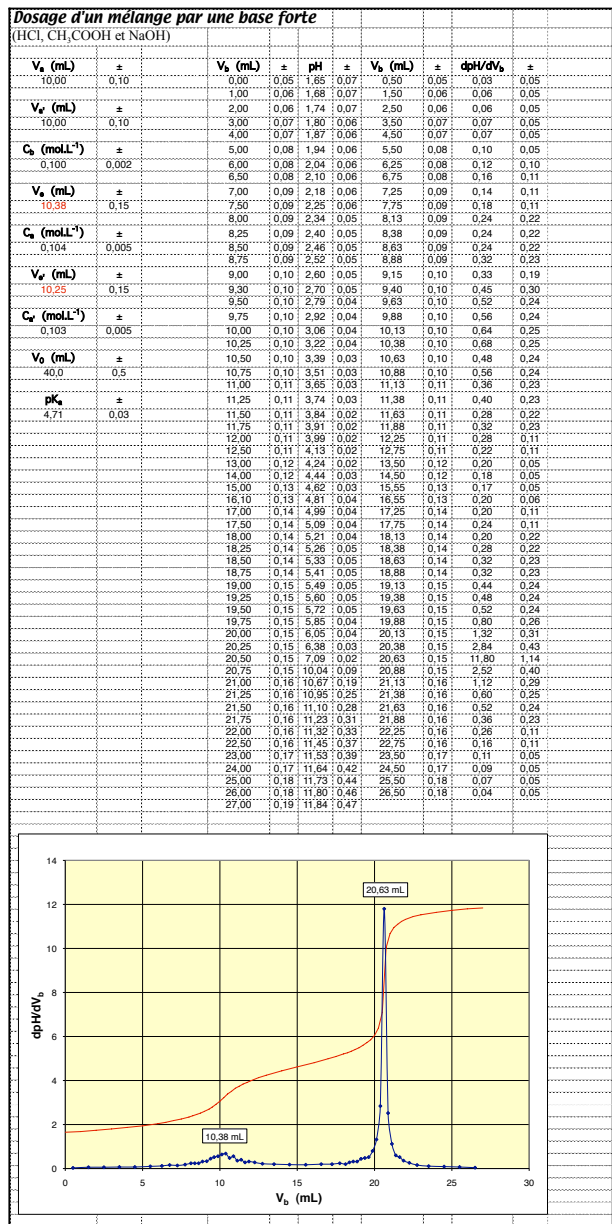


Dosage d'un mélange par une base forte
(HCl, CH₃COOH et NaOH)

V_0 (mL)	$\pm$	V_0 (mL)	$\pm$	pH	$\pm$	excès	$\pm$	excès'	$\pm$	pH _{th}	$\pm$	χ^2
10,00	0,10	0,00	0,05	1,65	0,07	2,11E-02	1,14E-03	4,11E-02	2,14E-03	1,68	0,02	0,136
		1,00	0,06	1,68	0,07	1,87E-02	1,05E-03	3,84E-02	2,03E-03	1,73	0,02	0,463
V_e (mL)	$\pm$	2,00	0,06	1,74	0,07	1,64E-02	9,72E-04	3,57E-02	1,93E-03	1,78	0,03	0,406
10,00	0,10	3,00	0,07	1,80	0,06	1,42E-02	8,95E-04	3,31E-02	1,83E-03	1,85	0,03	0,457
		4,00	0,07	1,87	0,06	1,21E-02	8,22E-04	3,07E-02	1,74E-03	1,92	0,03	0,461
C_0 (mol.L ⁻¹)	$\pm$	5,00	0,08	1,94	0,06	1,01E-02	7,52E-04	2,83E-02	1,65E-03	2,00	0,03	0,678
0,100	0,002	6,00	0,08	2,04	0,06	8,10E-03	6,86E-04	2,60E-02	1,58E-03	2,09	0,04	0,543
		6,50	0,08	2,10	0,06	7,19E-03	6,53E-04	2,49E-02	1,52E-03	2,15	0,04	0,427
V_0 (mL)	$\pm$	7,00	0,09	2,18	0,06	6,21E-03	6,22E-04	2,38E-02	1,48E-03	2,21	0,04	0,145
10,54	0,15	7,50	0,09	2,25	0,06	5,28E-03	5,91E-04	2,27E-02	1,44E-03	2,28	0,05	0,137
		8,00	0,09	2,34	0,05	4,38E-03	5,61E-04	2,17E-02	1,40E-03	2,36	0,06	0,061
C_0 (mol.L ⁻¹)	$\pm$	8,25	0,09	2,40	0,05	3,93E-03	5,46E-04	2,11E-02	1,38E-03	2,41	0,06	0,005
0,105	0,005	8,50	0,09	2,46	0,05	3,48E-03	5,31E-04	2,06E-02	1,36E-03	2,46	0,07	0,001
		8,75	0,09	2,52	0,05	3,04E-03	5,17E-04	2,01E-02	1,34E-03	2,52	0,07	0,001
V_e (mL)	$\pm$	9,00	0,10	2,60	0,05	2,61E-03	5,03E-04	1,96E-02	1,33E-03	2,58	0,08	0,028
10,02	0,15	9,30	0,10	2,70	0,05	2,09E-03	4,85E-04	1,90E-02	1,30E-03	2,68	0,10	0,031
		9,50	0,10	2,74	0,04	1,74E-03	4,74E-04	1,86E-02	1,29E-03	2,76	0,12	0,063
C_0 (mol.L ⁻¹)	$\pm$	9,75	0,10	2,92	0,04	1,32E-03	4,60E-04	1,81E-02	1,27E-03	2,88	0,15	0,065
0,100	0,005	10,00	0,10	3,06	0,04	8,96E-04	4,47E-04	1,76E-02	1,25E-03	2,94	0,30	0,162
		10,25	0,10	3,22	0,04	4,78E-04	4,33E-04	1,71E-02	1,24E-03	3,08	0,30	0,215
V_0 (mL)	$\pm$	10,50	0,10	3,39	0,03	6,24E-05	4,19E-04	1,66E-02	1,22E-03	3,24	0,30	0,243
30,0	0,5	10,75	0,10	3,51	0,03	3,49E-04	4,29E-04	1,61E-02	1,20E-03	3,40	0,30	0,121
		11,00	0,11	3,65	0,03	7,58E-04	4,43E-04	1,57E-02	1,18E-03	3,55	0,30	0,106
pK_a	$\pm$	11,25	0,11	3,74	0,03	-1,16E-03	4,57E-04	1,52E-02	1,17E-03	3,68	0,30	0,046
4,75	0,10	11,50	0,11	3,84	0,02	-1,56E-03	4,71E-04	1,47E-02	1,15E-03	3,78	0,24	0,069
		11,75	0,11	3,91	0,02	-1,96E-03	4,84E-04	1,43E-02	1,13E-03	3,89	0,21	0,009
χ^2_{total}	χ^2_{nol}	12,00	0,11	3,99	0,02	-2,36E-03	4,97E-04	1,38E-02	1,12E-03	3,98	0,20	0,001
5,63	0,10	12,50	0,11	4,13	0,02	-3,14E-03	5,24E-04	1,29E-02	1,09E-03	4,14	0,18	0,002
		13,00	0,12	4,24	0,02	-3,91E-03	5,49E-04	1,20E-02	1,05E-03	4,26	0,17	0,020
		14,00	0,12	4,44	0,03	-5,41E-03	5,99E-04	1,02E-02	9,93E-04	4,47	0,16	0,043
		15,00	0,13	4,62	0,03	-6,86E-03	6,48E-04	8,55E-03	9,33E-04	4,66	0,16	0,049
		16,10	0,13	4,81	0,04	-8,41E-03	6,98E-04	6,75E-03	8,71E-04	4,85	0,16	0,050
		17,00	0,14	4,99	0,04	-9,65E-03	7,38E-04	5,31E-03	8,22E-04	5,01	0,17	0,013
		17,50	0,14	5,09	0,04	-1,03E-02	7,60E-04	4,53E-03	7,95E-04	5,11	0,18	0,010
		18,00	0,14	5,21	0,04	-1,10E-02	7,82E-04	3,76E-03	7,69E-04	5,22	0,19	0,001
		18,25	0,14	5,26	0,05	-1,13E-02	7,92E-04	3,38E-03	7,56E-04	5,28	0,20	0,005
		18,50	0,14	5,33	0,05	-1,16E-02	8,02E-04	3,01E-03	7,43E-04	5,34	0,21	0,002
		18,75	0,14	5,41	0,05	-1,19E-02	8,13E-04	2,63E-03	7,30E-04	5,41	0,22	0,000
		19,00	0,15	5,49	0,05	-1,23E-02	8,23E-04	2,26E-03	7,18E-04	5,49	0,24	0,000
		19,25	0,15	5,60	0,05	-1,26E-02	8,33E-04	1,89E-03	7,05E-04	5,57	0,26	0,009
		19,50	0,15	5,72	0,05	-1,29E-02	8,43E-04	1,52E-03	6,93E-04	5,68	0,30	0,019
		19,75	0,15	5,85	0,04	-1,32E-02	8,53E-04	1,15E-03	6,81E-04	5,81	0,35	0,014
		20,00	0,15	6,05	0,04	-1,35E-02	8,63E-04	7,99E-04	6,69E-04	6,00	1,00	0,002
		20,25	0,15	6,38	0,03	-1,38E-02	8,73E-04	4,40E-04	6,56E-04	6,26	1,00	0,014
		20,50	0,15	7,09	0,02	-1,41E-02	8,83E-04	8,38E-05	6,45E-04	6,98	1,00	0,012
		20,75	0,15	10,04	0,09	-1,44E-02	8,92E-04	-2,70E-04	6,50E-04	10,43	1,00	0,152
		21,00	0,16	10,67	0,17	-1,47E-02	9,02E-04	-6,21E-04	6,61E-04	10,79	1,00	0,015
		21,25	0,16	10,95	0,21	-1,50E-02	9,11E-04	-9,70E-04	6,71E-04	10,99	1,00	0,001
		21,50	0,16	11,10	0,23	-1,53E-02	9,21E-04	-1,32E-03	6,82E-04	11,12	0,23	0,004
		21,75	0,16	11,23	0,25	-1,56E-02	9,30E-04	-1,66E-03	6,92E-04	11,22	0,18	0,001
		22,00	0,16	11,32	0,26	-1,59E-02	9,39E-04	-2,00E-03	7,03E-04	11,30	0,15	0,004
		22,50	0,16	11,45	0,28	-1,65E-02	9,57E-04	-2,68E-03	7,23E-04	11,43	0,12	0,005
		23,00	0,17	11,53	0,29	-1,71E-02	9,75E-04	-3,34E-03	7,43E-04	11,52	0,10	0,000
		24,00	0,17	11,64	0,31	-1,82E-02	1,01E-03	-4,65E-03	7,83E-04	11,67	0,07	0,007
		25,00	0,18	11,73	0,32	-1,93E-02	1,04E-03	-5,92E-03	8,21E-04	11,77	0,06	0,017
		26,00	0,18	11,80	0,33	-2,03E-02	1,08E-03	-7,16E-03	8,58E-04	11,85	0,05	0,027
		27,00	0,19	11,84	0,34	-2,14E-02	1,11E-03	-8,36E-03	8,93E-04	11,92	0,05	0,059

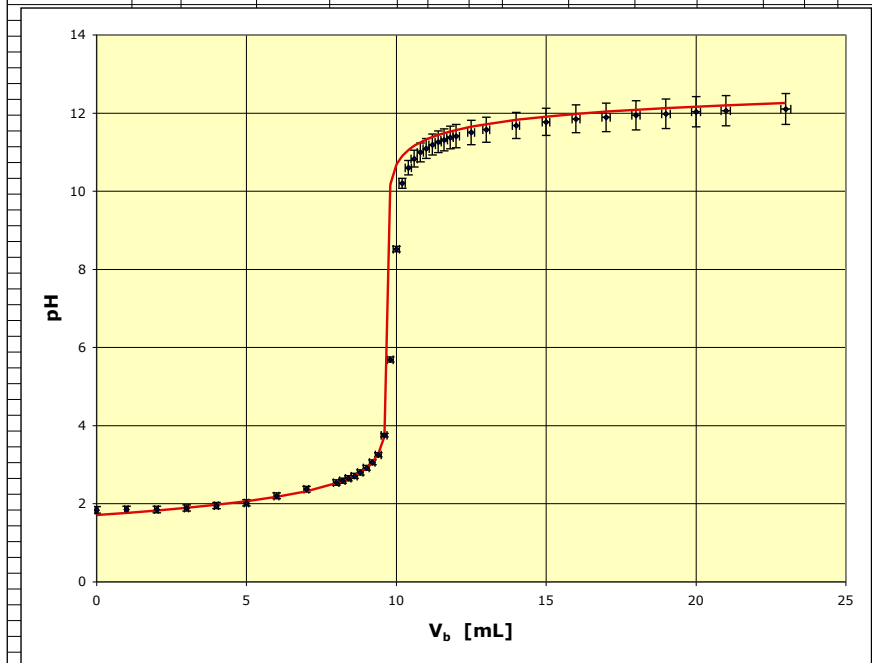


◊ remarque : pH fonction de V_0 peut être défini par morceaux, selon les zones de prédominance, mais les calculs deviennent vite compliqués, surtout pour la propagation des incertitudes...



(HCl et NaOH)

The figure is a titration curve plot with pH on the vertical axis and V_b [mL] on the horizontal axis. The vertical axis ranges from 0 to 14 with major grid lines every 2 units. The horizontal axis ranges from 0 to 25 with major grid lines every 5 units. The data points, represented by black squares with vertical error bars, show a sigmoidal curve. The pH starts at approximately 1.8 at $V_b = 0$ mL, remains relatively constant until about 7 mL, then rises sharply between 8 mL and 12 mL, and finally levels off at a pH of approximately 12.2 for V_b values greater than 15 mL. A smooth red line is fitted to the data points, showing the characteristic shape of a titration curve for a weak acid or base.

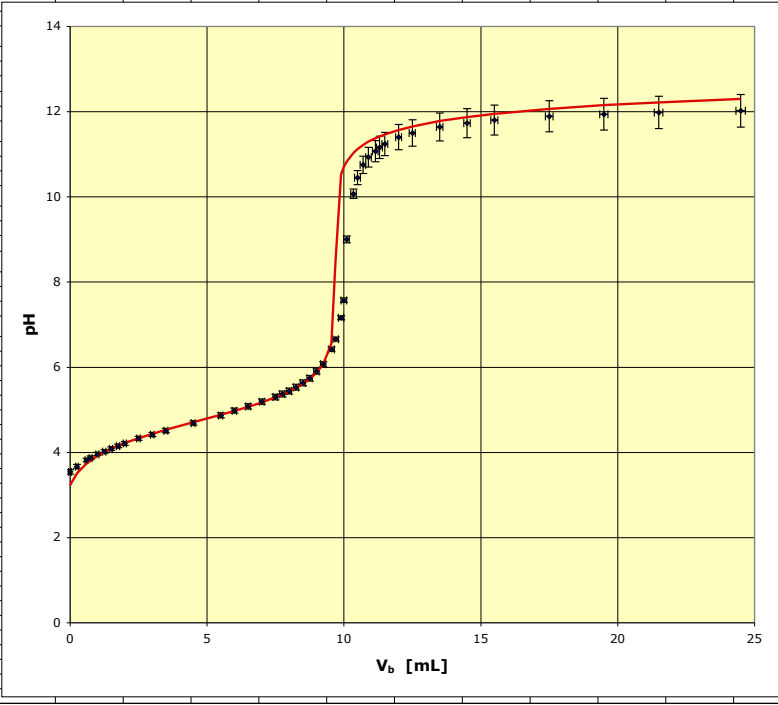


Dosage d'un acide faible par une base forte
(CH₃COOH et NaOH)

V _a (mL)	±	V _b (mL)	±	pH	±	pHth
10,00	0,10	0,00	0,05	3,54	0,05	3,23
		0,25	0,05	3,67	0,05	3,50
C ₀ (mol.L ⁻¹)	±	0,60	0,05	3,82	0,04	3,73
0,100	0,002	0,75	0,05	3,87	0,04	3,81
		1,00	0,06	3,96	0,04	3,91
		1,25	0,06	4,02	0,04	4,00
		1,50	0,06	4,09	0,04	4,08
		1,75	0,06	4,15	0,04	4,15
C _a (mol.L ⁻¹)	±	2,00	0,06	4,21	0,04	4,22
0,0970	0,001	2,50	0,06	4,33	0,05	4,33
0,1035	0,001	3,00	0,07	4,42	0,05	4,43
		3,50	0,07	4,51	0,05	4,53
V ₀ (mL)	±	4,50	0,07	4,69	0,05	4,71
40,0	0,5	5,50	0,08	4,87	0,06	4,88
		6,00	0,08	4,98	0,06	4,97
		6,50	0,08	5,08	0,06	5,07
pK _a		7,00	0,09	5,19	0,06	5,17
4,74		7,50	0,09	5,30	0,07	5,29
		7,75	0,09	5,37	0,07	5,38
		8,00	0,09	5,44	0,07	5,43
C(CO ₂) (mol.L ⁻¹)	±	8,25	0,09	5,53	0,07	5,51
0,003	0,001	8,50	0,09	5,63	0,07	5,61
		8,75	0,09	5,74	0,07	5,72
		9,00	0,10	5,90	0,06	5,86
		9,25	0,10	6,07	0,06	6,07
		9,55	0,10	6,42	0,05	6,56
		9,70	0,10	6,66	0,05	8,48
		9,90	0,10	7,16	0,04	10,52
		10,00	0,10	7,57	0,05	10,70
		10,10	0,10	9,00	0,08	10,82
		10,35	0,10	10,07	0,11	11,03
		10,50	0,10	10,45	0,16	11,12
		10,70	0,10	10,75	0,21	11,22
		10,90	0,10	10,93	0,23	11,29
		11,15	0,11	11,07	0,25	11,37
		11,30	0,11	11,16	0,26	11,42
		11,50	0,11	11,24	0,27	11,47
		12,00	0,11	11,40	0,30	11,57
		12,50	0,11	11,50	0,31	11,65
		13,50	0,12	11,64	0,33	11,78
		14,50	0,12	11,73	0,34	11,87
		15,50	0,13	11,80	0,35	11,95
		17,50	0,14	11,89	0,36	12,06
		19,50	0,15	11,94	0,37	12,15
		21,50	0,16	11,98	0,38	12,22
		24,50	0,17	12,02	0,38	12,30

- Le saut de pH constaté est visiblement moins brutal que celui du modèle théorique simple ; ceci peut correspondre à une pollution des solutions par CO₂.
- Un ajustement sur les points avant équivalence permet d'éviter cette perturbation et donne la concentration de l'acide faible.
- Un second ajustement après équivalence permet d'estimer, par différence, la concentration du CO₂ polluant.

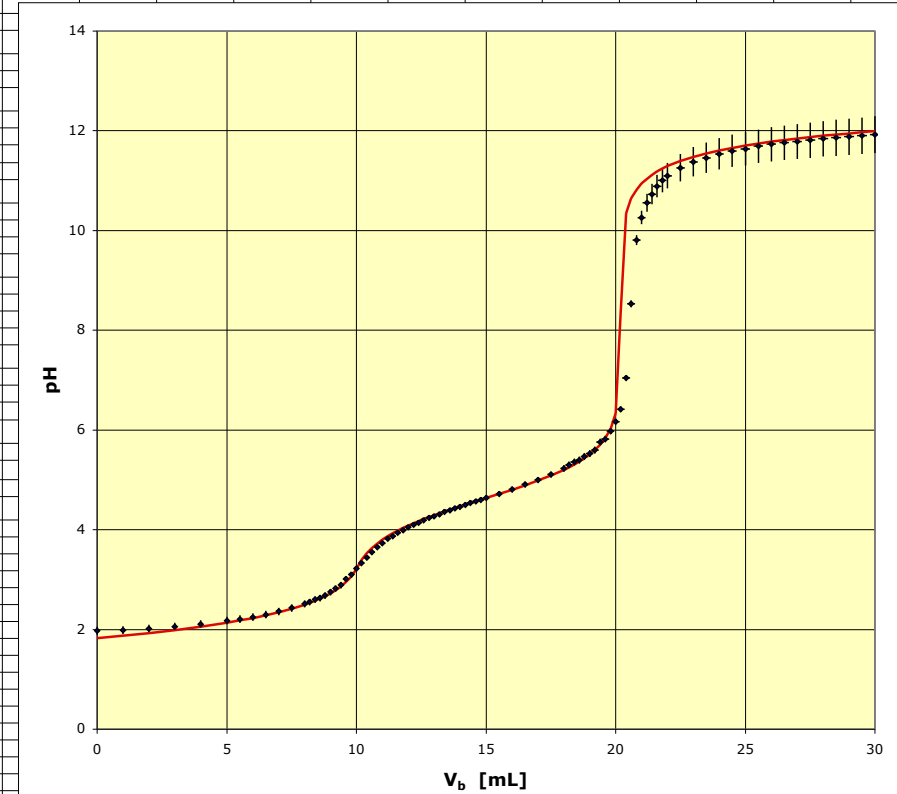
Ø remarque : l'ajustement visuel d'après le graphique est suffisant dans ce cas.



Dosage d'un mélange par une base forte

(HCl, CH₃COOH et NaOH)

V _a (mL)	±	V _b (mL)	±	pH	±	pHth
10,00	0,10	0,00	0,05	1,98	0,08	1,83
		1,00	0,06	1,99	0,08	1,88
V _{a'} (mL)	±	2,00	0,06	2,02	0,08	1,93
10,00	0,10	3,00	0,07	2,06	0,08	1,99
		4,00	0,07	2,11	0,08	2,06
C _b (mol.L ⁻¹)	±	5,00	0,08	2,18	0,08	2,14
0,100	0,002	5,50	0,08	2,21	0,08	2,18
		6,00	0,08	2,25	0,08	2,23
		6,50	0,08	2,30	0,07	2,28
		7,00	0,09	2,36	0,07	2,34
C _a (mol.L ⁻¹)	±	7,50	0,09	2,43	0,07	2,41
0,1005	0,0015	8,00	0,09	2,51	0,07	2,50
		8,20	0,09	2,55	0,07	2,53
		8,40	0,09	2,60	0,07	2,57
C _{a'} (mol.L ⁻¹)	±	8,60	0,09	2,63	0,07	2,62
0,1015	0,0015	8,80	0,09	2,68	0,07	2,67
0,1080	0,0015	9,00	0,10	2,75	0,07	2,72
		9,20	0,10	2,82	0,06	2,79
		9,40	0,10	2,89	0,06	2,86
V ₀ (mL)	±	9,60	0,10	3,01	0,06	2,95
50,0	0,5	9,80	0,10	3,10	0,06	3,06
		10,00	0,10	3,22	0,06	3,21
		10,20	0,10	3,33	0,05	3,39
pK _a		10,40	0,10	3,44	0,05	3,53
4,62		10,60	0,10	3,55	0,05	3,63
		10,80	0,10	3,65	0,05	3,72
		11,00	0,11	3,73	0,05	3,80
C(CO ₂) (mol.L ⁻¹)	±	11,20	0,11	3,82	0,04	3,87
0,003	0,002	11,40	0,11	3,87	0,04	3,93
		11,60	0,11	3,94	0,04	3,99
		11,80	0,11	3,99	0,04	4,04
		12,00	0,11	4,05	0,04	4,09
		12,20	0,11	4,10	0,04	4,13
		12,40	0,11	4,14	0,04	4,17
		12,60	0,11	4,19	0,04	4,22
		12,80	0,11	4,24	0,04	4,26
		13,00	0,12	4,27	0,05	4,29
		13,20	0,12	4,31	0,05	4,33
		13,40	0,12	4,36	0,05	4,37
		13,60	0,12	4,39	0,05	4,40
		13,80	0,12	4,43	0,05	4,44
		14,00	0,12	4,46	0,05	4,47
		14,20	0,12	4,50	0,05	4,50
		14,40	0,12	4,54	0,05	4,54
		14,60	0,12	4,57	0,05	4,57
		14,80	0,12	4,60	0,05	4,60
		15,00	0,13	4,64	0,05	4,64



[illegible]

```
Public Function log10(x)
log10 = Log(x) / Log(10) 'étrangement, visual basic ne connaît que le logarithme népérien
End Function
```

```
-----
Public Function pH_acide_faible(pKa, Ca, Va, Cb, Vb, V0)
pKe = 14
Ke = 10 ^ (-pKe)
ka = 10 ^ (-pKa)

na = Ca * Va
nb = Cb * Vb
V = Va + Vb + V0
Cpa = na / V 'concentration d'acide introduite, corrigée de la dilution
Cpb = nb / V 'concentration de base introduite, corrigée de la dilution
Cpab = Cpa - Cpb 'excès d'acide (ou de base, en notant algébriquement)
Csb = Cpb + Sqr(ka * Cpa) 'adaptation de la concentration de base pour raccorder la limite à l'origine
Csab = Sqr(Cpab ^ 2 + Ke * Cpa / ka) 'adaptation de l'excès pour raccorder la limite à l'équivalence

If nb = 0 Then
pH_acide_faible = 0.5 * (pKa - log10(Cpa))
Elseif nb < na Then
pH_acide_faible = pKa + log10(Csb / Csab)
Elseif nb = na Then
pH_acide_faible = 0.5 * (pKe + pKa + log10(Cpa))
Else
pH_acide_faible = pKe + log10(Csab)
End If
```

```
End Function
-----
Public Function pH_acide_fort_faible(Ca, Va, pKa, Cap, Vap, Cb, Vb, V0)
pKe = 14
Ke = 10 ^ (-pKe)
ka = 10 ^ (-pKa)

na = Ca * Va
nap = Cap * Vap
nb = Cb * Vb
V = Va + Vap + Vb + V0
Cpa = na / V 'concentration d'acide fort introduite, corrigée de la dilution
Cpap = nap / V 'concentration d'acide faible introduite, corrigée de la dilution
Cpb = nb / V 'concentration de base introduite, corrigée de la dilution
Cpab = Cpa - Cpb 'excès d'acide fort (ou de base, en notant algébriquement)
Csab = Abs(Cpab) + Sqr(ka * Cpap) 'adaptation de l'excès pour raccorder la limite à la première équivalence
Cpaapb = Cpa + Cpap - Cpb 'excès d'acide fort et faible (ou de base, en notant algébriquement)
Csaapb = Abs(Cpaapb) + Sqr(Ke * Cpap / ka) 'adaptation de l'excès pour raccorder la limite à la seconde équivalence

If nb < na Then
pH_acide_fort_faible = -log10(Csab)
Elseif nb = na Then
pH_acide_fort_faible = 0.5 * (pKa - log10(Cpap))
Elseif nb < na + nap Then
pH_acide_fort_faible = pKa + log10(Csab / Csaapb)
Elseif nb = na + nap Then
pH_acide_fort_faible = 0.5 * (pKe + pKa + log10(Cpap))
Else
pH_acide_fort_faible = pKe + log10(Csaapb)
End If
```

```
End Function
```