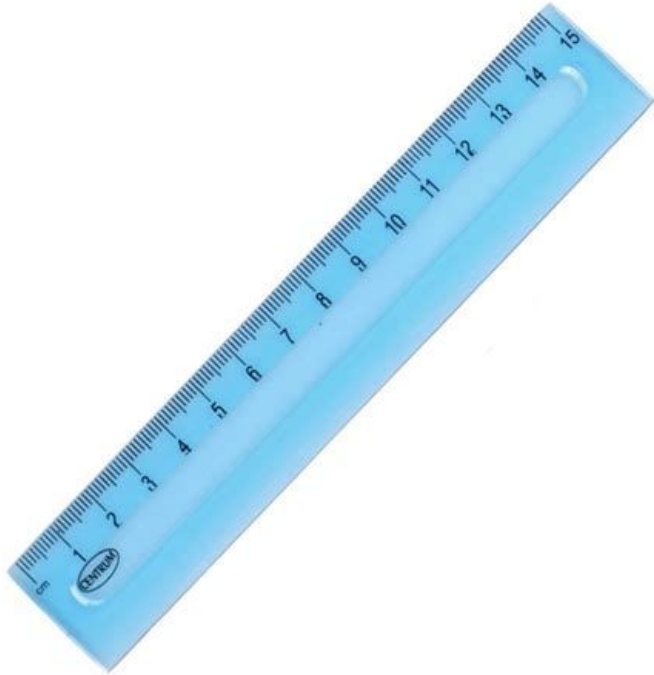


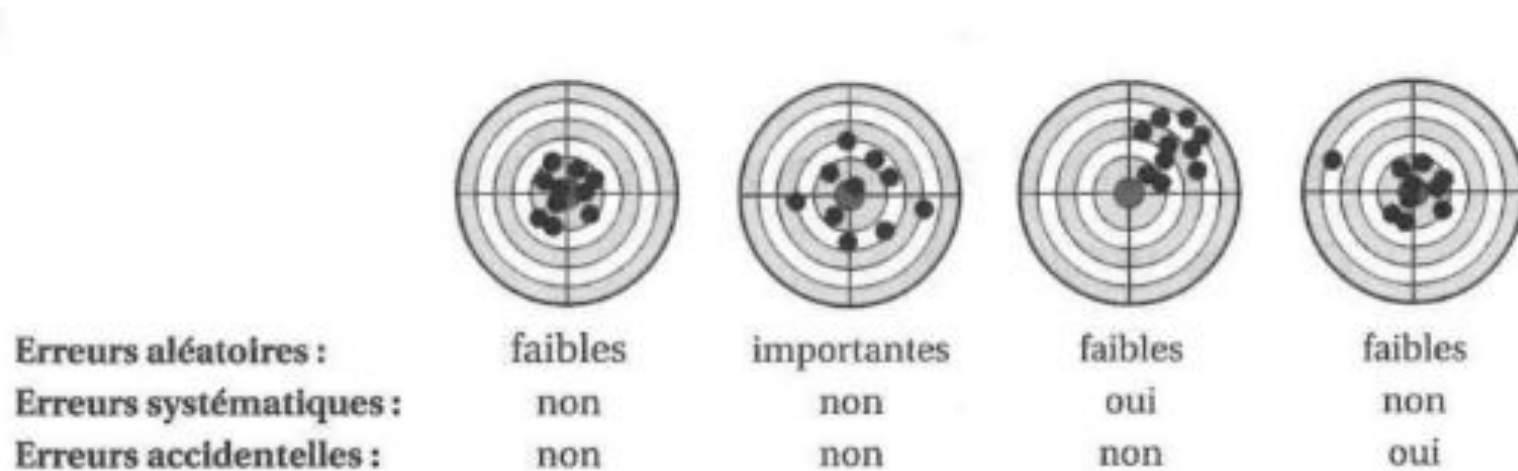
LC6 : erreur de mesure et incertitude

Facteur d'élargissement

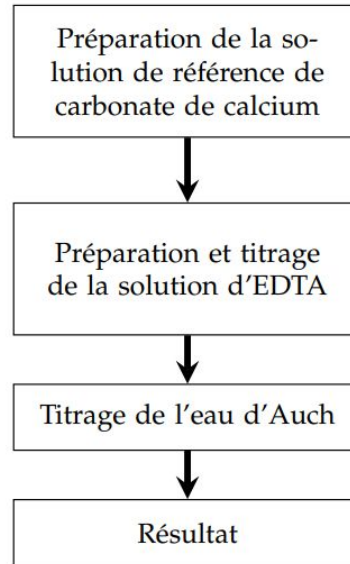
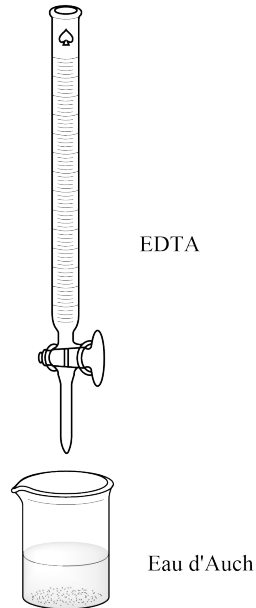
Mesures



Justesse, fidélité, exactitude



Mesure de la dureté de l'eau.



Mesures	Sources d'incertitude
$[\text{CaCO}_3]$	$P_{\text{CaCO}_3}, V, m_{\text{CaCO}_3}, M_{\text{CaCO}_3}$
$[\text{EDTA}]$	$[\text{CaCO}_3], V_{\text{CaCO}_3}, V_{\text{éq},1}$
TH	$V_{\text{eau}}, V_{\text{éq},2}, [\text{EDTA}]$

Figure 4.1 – Les différentes étapes de la mesure du degré hydrotimétrique avec les grandeurs associées.

4.1.1 Préparation de la solution de référence de carbonate de calcium

Protocole

Le carbonate de calcium de pureté P_{CaCO_3} est mis à sécher pendant 2 heures à 150 °C. On pèse ensuite l'échantillon de carbonate de calcium de masse m_{CaCO_3} avec une balance Mettler AE240. L'échantillon pesé est introduit dans une fiole conique de 2000 mL et humidifié avec 100 mL d'eau distillée. De l'acide chlorhydrique à $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ est rajouté goutte à goutte jusqu'à complète dissolution du carbonate de calcium, tout en évitant un excès d'acide. À ce stade, tous les ions carbonates se sont transformés en dioxyde de carbone. 1000 mL d'eau distillée sont rajoutés et l'ensemble est porté à ébullition afin d'éliminer le dioxyde de carbone dissous. Après refroidissement la solution est ramenée à un pH voisin de 5 par une solution ammoniacale à $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en présence de rouge de méthyle qui vire du rouge à l'orangé. La solution est transvasée dans une fiole jaugée de volume $V = 5000 \text{ mL}$ et complétée au volume.

Incertitude de type A

20,2	20,4	21,0	20,6	21,2	20,8
------	------	------	------	------	------

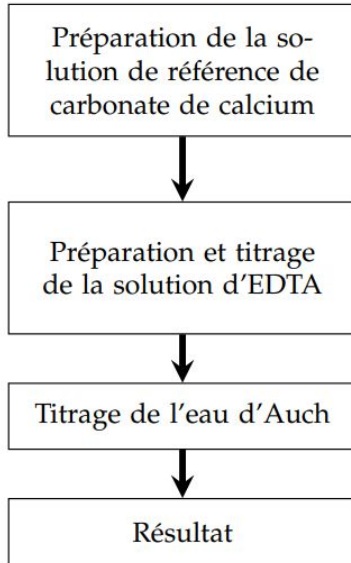
Moyenne : 20,7 mL

écart-type : 0,37 mL

Propagation

Type de fonction	Expression	Incertitude
Somme ou différence	$A = B + C - D$	$\Delta A = \sqrt{(\Delta B)^2 + (\Delta C)^2 + (\Delta D)^2}$
Produit ou quotient	$A = \frac{B \cdot C}{D}$	$\Delta A = a \sqrt{\left(\frac{\Delta B}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{c}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{d}\right)^2}$
Produit par une constante k	$A = k \cdot B$	$\Delta A = k \cdot \Delta B$

Propagation



Mesures

[CaCO₃]

$$[\text{CaCO}_3] = \frac{m_{\text{CaCO}_3} \times P_{\text{CaCO}_3}}{M_{\text{CaCO}_3} \times V}$$

[EDTA]

$$[\text{EDTA}] = \frac{V_{\text{CaCO}_3} \times [\text{CaCO}_3]}{V_{\text{éq},1}}$$

TH

$$TH = 10^4 \times ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) = 10^4 \times \frac{[\text{EDTA}]V_{\text{éq},2}}{V_{\text{eau}}}$$

Incertitude type sur le degré hydrométrique

Étudiant	$\bar{V}_{\text{éq},2}$	$\sigma_{V_{\text{éq},2}}^{n-1}$	$u_{V_{\text{éq},2,A}}$	$u_{V_{\text{éq},2}}$	$\frac{u_{TH}}{TH} \times 10^3$
Aurore	7,90	0,055	0,0225	0,026	4,06
Olivia	7,87	0,061	0,0249	0,028	4,35
Kevin	7,84	0,097	0,0396	0,042	5,97
Guilhem	7,94	0,140	0,0572	0,059	7,95
Thomas	7,99	0,049	0,0200	0,024	5,46
Eudy	8,02	0,160	0,0653	0,067	9,24
Jenifer	7,89	0,200	0,0816	0,083	11,08
Émilie	7,78	0,170	0,0694	0,071	9,40
Murielle	7,97	0,120	0,0490	0,051	7,38
Caroline	7,84	0,080	0,0327	0,035	5,02

Nombre de degrés de liberté	Fraction p en pourcentage					
	ν	68,27 ^{a)}	90	95	95,45 ^{a)}	99
1	1,84	6,31	12,71	13,97	63,66	235,80
2	1,32	2,92	4,30	4,53	9,92	19,21
3	1,20	2,35	3,18	3,31	5,84	9,22
4	1,14	2,13	2,78	2,87	4,60	6,62
5	1,11	2,02	2,57	2,65	4,03	5,51
6	1,09	1,94	2,45	2,52	3,71	4,90
7	1,08	1,89	2,36	2,43	3,50	4,53
8	1,07	1,86	2,31	2,37	3,36	4,28
9	1,06	1,83	2,26	2,32	3,25	4,09
10	1,05	1,81	2,23	2,28	3,17	3,96
11	1,05	1,80	2,20	2,25	3,11	3,85
12	1,04	1,78	2,18	2,23	3,05	3,76
13	1,04	1,77	2,16	2,21	3,01	3,69
14	1,04	1,76	2,14	2,20	2,98	3,64
15	1,03	1,75	2,13	2,18	2,95	3,59
16	1,03	1,75	2,12	2,17	2,92	3,54
17	1,03	1,74	2,11	2,16	2,90	3,51
18	1,03	1,73	2,10	2,15	2,88	3,48
19	1,03	1,73	2,09	2,14	2,86	3,45
20	1,03	1,72	2,09	2,13	2,85	3,42
25	1,02	1,71	2,06	2,11	2,79	3,33
30	1,02	1,70	2,04	2,09	2,75	3,27
35	1,01	1,70	2,03	2,07	2,72	3,23
40	1,01	1,68	2,02	2,06	2,70	3,20
45	1,01	1,68	2,01	2,06	2,69	3,18
50	1,01	1,68	2,01	2,05	2,68	3,16
100	1,005	1,660	1,984	2,025	2,626	3,077
∞	1,000	1,645	1,960	2,000	2,576	3,000

Incertitude élargie

Étudiant	TH	u_{TH}	ν_{eff}	k	U_{TH}
Aurore	15,22	0,062	19	2,09	0,13
Olivia	15,41	0,067	17	2,11	0,14
Kevin	15,35	0,092	9	2,26	0,21
Guilhem	15,49	0,123	7	2,36	0,29
Thomas	15,39	0,084	13	2,16	0,18
Eudy	15,54	0,144	8	2,31	0,33
Jenifer	15,46	0,171	6	2,45	0,42
Émilie	15,15	0,142	6	2,45	0,35
Murielle	15,61	0,115	9	2,26	0,26
Caroline	15,40	0,077	10	2,23	0,17

Retour sur la démarche

