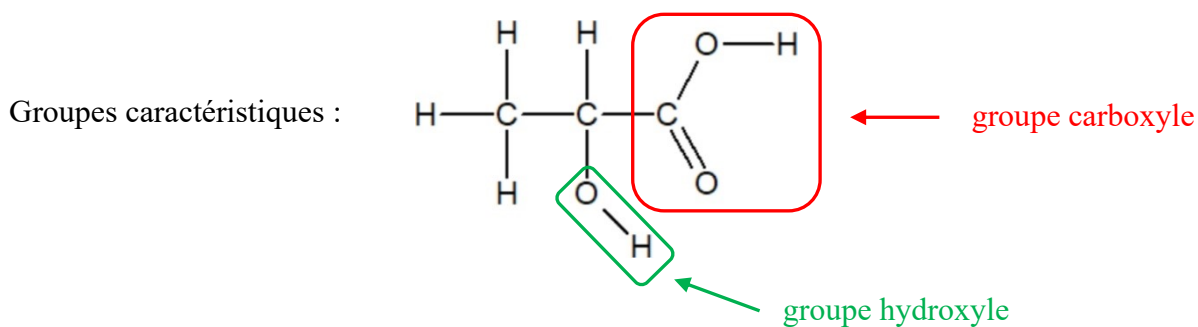
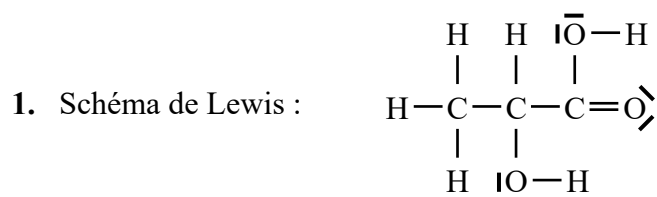


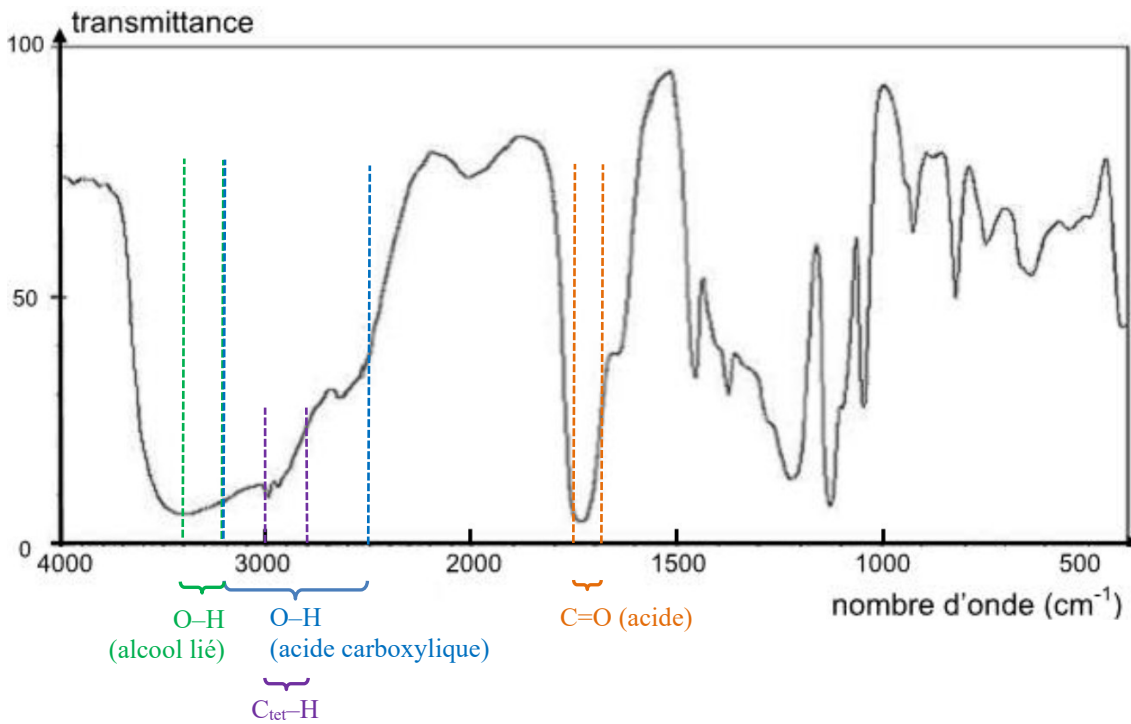
Solution désinfectante
(Bac Spécialité Physique-Chimie – Amérique du Sud – novembre 2022)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
© <http://b.louchart.free.fr>

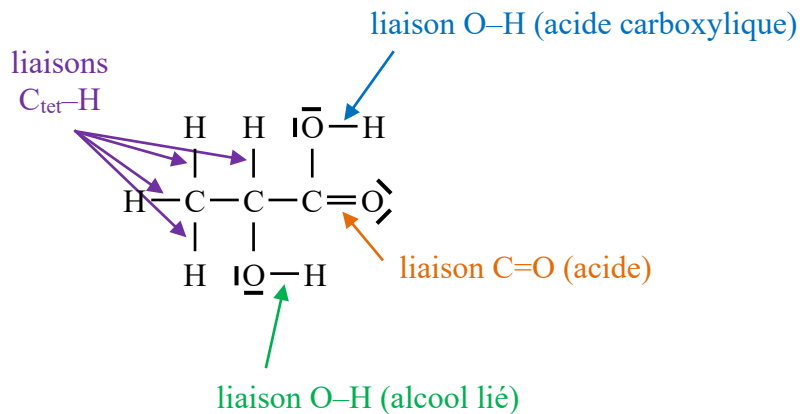
A. Étude de l'acide lactique



2. Sur le spectre IR, les principales bandes d'absorption sont :
- C = O (acide) : $1680-1740 \text{ cm}^{-1}$
 - C – H : $2800-3000 \text{ cm}^{-1}$
 - O – H (acide carboxylique) : $2500-3200 \text{ cm}^{-1}$
 - O – H (alcool lié) : $3200-3400 \text{ cm}^{-1}$



Elles correspondent aux liaisons suivantes :



3. La masse volumique de la solution étant de 1,00 g.mL⁻¹, les 100 g de solution évoqués ont un volume de 100 mL.

On en déduit la concentration en acide lactique apporté dans la solution :

$$C = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{m_{\text{acide lactique apporté}}}{M(\text{acide lactique}) \times V_{\text{solution}}} = \frac{1,75}{90,1 \times 100 \times 10^{-3}} = 0,194 \text{ mol.L}^{-1}$$

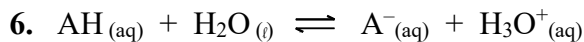
4. Un acide de Brönsted est une espèce chimique qui peut céder un (ou plusieurs) proton(s) H⁺.

5. Si l'acide lactique était un acide fort, le pH de la solution d'acide lactique de concentration C = 0,194 mol.L⁻¹ vaudrait :

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{C}{c^0}\right) = -\log\left(\frac{0,194}{1}\right) = 0,71$$

Or pH = 2,3.

L'acide lactique n'est donc pas un acide fort, c'est un acide faible.



7.

Équation chimique		$\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{A}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$	CV		0	0
État final	x_f	$\text{CV} - x_f = (C - c^0 \times 10^{-\text{pH}}) \times V$		$x_f = c^0 \times 10^{-\text{pH}} \times V$	$x_f = c^0 \times 10^{-\text{pH}} \times V$

car :

$$n_{\text{A}^{-}}^{\text{final}} = x_f = n_{\text{H}_3\text{O}^{+}}^{\text{final}} = [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{éq}} V = c^0 \times 10^{-\text{pH}} \times V$$

$$n_{\text{AH}}^{\text{final}} = \text{CV} - x_f = \text{CV} - c^0 \times 10^{-\text{pH}} \times V = (C - c^0 \times 10^{-\text{pH}}) \times V$$

Remarque :

La transformation étant limitée, il faut mettre une double flèche dans l'équation-bilan de la réaction, et non une simple flèche comme dans l'énoncé.

8.

$$K_A = \frac{[\text{A}^{-}]_{\text{éq}} \times [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}} \times c^0}$$

$$\text{Or : } [\text{A}^{-}]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{éq}} = \frac{n_{\text{H}_3\text{O}^{+}}^{\text{final}}}{V} = \frac{c^0 \times 10^{-\text{pH}} \times V}{V} = c^0 \times 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{et } [\text{AH}]_{\text{éq}} = \frac{n_{\text{AH}}^{\text{final}}}{V} = \frac{(C - c^0 \times 10^{-\text{pH}}) \times V}{V} = C - c^0 \times 10^{-\text{pH}}$$

On obtient ainsi :

$$K_A = \frac{(c^0 \times 10^{-\text{pH}})^2}{(C - c^0 \times 10^{-\text{pH}}) \times c^0} = \frac{(1 \times 10^{-2,3})^2}{(0,194 - 1 \times 10^{-2,3}) \times 1} = 1,3 \times 10^{-4}$$

Grâce à la donnée du pK_A , on peut obtenir la valeur de référence :

$$\text{pK}_A = -\log K_A \Rightarrow K_A = 10^{-\text{pK}_A} = 10^{-3,9} = 1,3 \times 10^{-4}$$

La valeur trouvée précédemment correspond donc à la valeur de référence obtenue, si elles sont écrites avec 2 chiffres significatifs.

9.1.

▪

✓ 1^{ère} méthode :

Les molécules d'acide lactique AH introduites initialement restent sous la forme AH ou perdent un proton H^+ pour devenir A^- .

$$\Rightarrow n_{AH \text{ apporté}} = n_{AH, \text{éq}} + n_{A^-, \text{éq}}$$

$$\Rightarrow \frac{n_{AH \text{ apporté}}}{V} = \frac{n_{AH, \text{éq}}}{V} + \frac{n_{A^-, \text{éq}}}{V}$$

$$\Rightarrow C = [AH]_{\text{éq}} + [A^-]_{\text{éq}}$$

✓ 2^{ème} méthode :

D'après la réponse à la question 5, $[A^-]_{\text{éq}} = c^0 \times 10^{-pH}$ et $[AH]_{\text{éq}} = C - c^0 \times 10^{-pH}$

$$\Rightarrow [AH]_{\text{éq}} + [A^-]_{\text{éq}} = C - c^0 \times 10^{-pH} + c^0 \times 10^{-pH}$$

$$\Rightarrow C = [AH]_{\text{éq}} + [A^-]_{\text{éq}}$$

▪
$$K_A = \frac{[A^-]_{\text{éq}} \times [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}} \times c^0}$$

$$\Rightarrow \log K_A = \log \left(\frac{[A^-]_{\text{éq}} \times [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}} \times c^0} \right) = \log \left(\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}} \right) + \log \left(\frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}}{c^0} \right)$$

$$\Rightarrow -\log \left(\frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}}{c^0} \right) = -\log K_A + \log \left(\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}} \right)$$

$$\Rightarrow pH = pK_A + \log \left(\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}} \right)$$

9.2.
$$\%AH = 100 \times \frac{[AH]_{\text{éq}}}{C} = 100 \times \frac{[AH]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}} + [A^-]_{\text{éq}}} = \frac{100}{1 + \frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}}}$$

Or
$$pH = pK_A + \log \left(\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}} \right) \Rightarrow \log \left(\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}} \right) = pH - pK_A \Rightarrow \frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}} = 10^{pH - pK_A}$$

On en déduit que :
$$\%AH = \frac{100}{1 + 10^{pH - pK_A}}$$

9.3.

▪ Si $pH = 2$,
$$\%AH = \frac{100}{1 + 10^{2-3,9}} = 98,7 \%$$

D'après le graphique, c'est donc la courbe 1 qui correspond au pourcentage de la forme acide AH du couple.

- À l'intersection des 2 courbes, $\%AH = \%A^- \Rightarrow [AH]_{\text{éq}} = [A^-]_{\text{éq}}$

$$\Rightarrow \text{pH} = \text{pK}_A + \log \left(\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}} \right) = \text{pK}_A + \log 1 = \text{pK}_A$$

Graphiquement, on obtient $\text{pK}_A = 3,9$

B. Titrage de l'acide lactique dans la solution désinfectante

- À partir de la solution désinfectante (S) (solution-mère), de concentration en quantité de matière de soluté apporté C, on souhaite obtenir $V' = 100,0 \text{ mL}$ de solution-fille (S') de concentration $C' = C/5$. Quel volume V de solution-mère faut-il utiliser ?

La quantité de soluté apporté dans $V' = 100,0 \text{ mL}$ de solution-fille (de concentration C') est :
 $n = C'V'$

Cette quantité de soluté apporté vient d'un volume V de solution-mère (de concentration C) :
 $n = CV$

Donc $C'V' = CV$

$$\Rightarrow V = \frac{C'V'}{C} = \frac{V'}{5} = \frac{100,0}{5} = 20,0 \text{ mL}$$

- Protocole expérimental :**

Verser un peu de solution-mère (S) dans un bécher.

En prélever un volume $V = 20,0 \text{ mL}$ à l'aide d'une pipette jaugée munie d'une propipette.

Verser ce volume V dans une fiole jaugée de $100,0 \text{ mL}$.

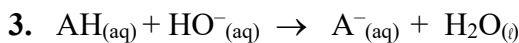
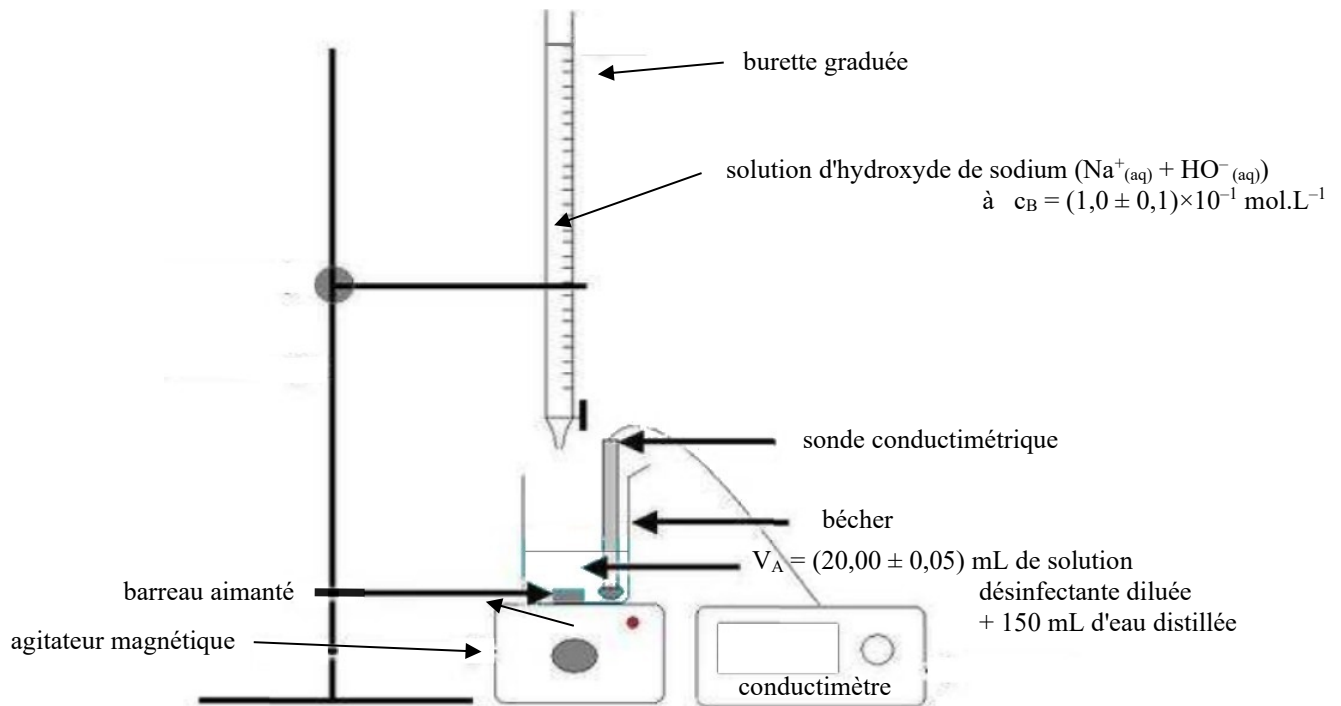
Remplir la fiole jaugée aux trois quarts avec de l'eau distillée puis, après l'avoir bouchée, l'agiter.

Ajouter de l'eau distillée jusqu'à ce que le niveau arrive un peu en dessous du trait de jauge.

Compléter ensuite, à l'aide d'un compte-gouttes, avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Reboucher la fiole jaugée, puis agiter pour homogénéiser la solution.

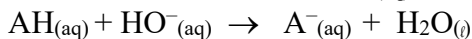
2.



4.

▪ Avant l'équivalence :

Tant qu'il reste de l'acide lactique AH dans la solution du bécher, quand on ajoute de la solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$), on a :



En plus des ions $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ qui sont ajoutés, il se forme donc également des ions $\text{A}^-_{(\text{aq})} \Rightarrow \sigma$ augmente

▪ À l'équivalence :

Il y a changement de réactif limitant :

- avant l'équivalence, c'est $\text{AH}_{(\text{aq})}$
- après l'équivalence, c'est $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$

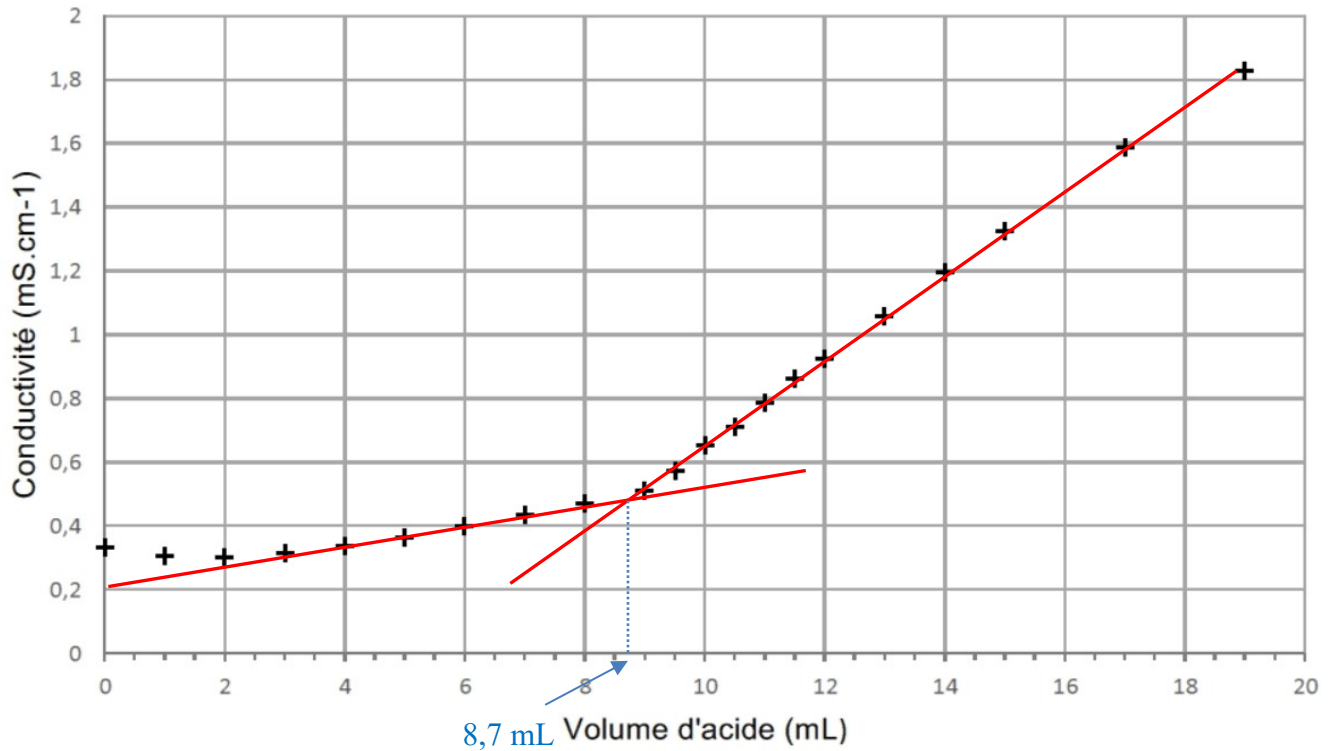
▪ Après l'équivalence :

On continue d'ajouter de la solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$),

Des ions $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ sont toujours ajoutés, mais cette fois, les ions $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ ajoutés ne réagissent plus avec AH pour former des ions $\text{A}^-_{(\text{aq})}$

$\Rightarrow \sigma$ augmente toujours, mais comme $\lambda_{\text{HO}^-} > \lambda_{\text{A}^-}$, σ augmente plus qu'avant l'équivalence.

5.



D'après le graphique, le volume à l'équivalence vaut $V_E = 8,7 \text{ mL}$.

6.

- À l'équivalence, le réactif titré et le réactif titrant ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction de titrage.

$$\Rightarrow \frac{n_{\text{HO}^- \text{ ajouté à l'équivalence}}}{1} = \frac{n_{\text{AH initial}}}{1}$$

$$\Rightarrow C_B V_E = C' V_A$$

$$\Rightarrow C' = \frac{C_B V_E}{V_A} = \frac{1,00 \times 10^{-1} \times 8,7}{20,00} = 4,35 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

- La solution (S') de concentration C' a été obtenue en diluant 5 fois la solution (S) de concentration C

$$\Rightarrow C = 5 \times C' = 5 \times 4,35 \times 10^{-2} = 0,2175 \text{ mol.L}^{-1} \quad (\text{résultat non arrondi pour l'instant})$$

- Comme on ne tient pas compte de la contribution liée à la dilution,

$$\text{on a } \frac{u(C)}{C} = \sqrt{\left(\frac{u(V_A)}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(C_B)}{C_B}\right)^2}$$

$$\Rightarrow u(C) = C \times \sqrt{\left(\frac{u(V_A)}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(C_B)}{C_B}\right)^2}$$

$$= 0,2175 \times \sqrt{\left(\frac{0,050}{20,000}\right)^2 + \left(\frac{0,10}{8,7}\right)^2 + \left(\frac{0,10}{1,00}\right)^2}$$

$$= 0,022 \text{ mol.L}^{-1}$$

- Avec les valeurs obtenues, on écrira donc¹ : $C = (0,218 \pm 0,022) \text{ mol.L}^{-1}$

- $$\frac{|C_{\text{exp}} - C_{\text{réf}}|}{u(C_{\text{exp}})} = \left| \frac{0,218 - 0,194}{0,022} \right| = 1,1$$

$$\Rightarrow \frac{|C_{\text{exp}} - C_{\text{réf}}|}{u(C_{\text{exp}})} < 2$$

Il y a moins de 2 incertitudes-types entre le résultat expérimental et la valeur de référence.

⇒ le résultat obtenu expérimentalement est compatible avec la valeur obtenue à partir des données du fabricant.

¹ Conformément aux préconisations du rapport "Mesure et incertitudes" (version 2021), p.34-35, sur le site Éduscol : <https://eduscol.education.fr/document/7067/download>