

## JOUR 2 – Corrigé de l'exercice 1 (10 points)

Corrigé	Barème
<b>1.</b> On titre l'acide chlorhydrique ( $H_3O^+ + Cl^-$ ) par le l'hydroxyde de sodium de formule ( $Na^+ + HO^-$ ). Les couples acido-basique mis en jeu sont : $H_2O/HO^-$ et $H_3O^+/H_2O$ . Les ions $Cl^-$ et les ions $Na^+$ sont spectateurs, on a bien l'équation proposée les réactifs étant $H_3O^+$ et $HO^-$ .	**
<b>2.</b> Une réaction support de titrage doit être totale, rapide et unique	* Tout ou rien
<b>3.</b> Schéma complété avec burette graduée, hydroxyde de sodium ou $Na^+ + HO^-$ et $c_B = 1,000 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et dans le bécher l'acide chlorhydrique et le volume $V_1 = 100,0 \text{ mL}$ .	* *
<b>4.</b> À l'état d'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. Détermination graphique, méthode des tangentes visible sur la courbe et $V_{BE} = 11,0 \text{ mL}$ .	* Equivalence  * Propreté tracé * Valeur de $V_{BE}$
<b>5.</b> Tracer les limites de la zone de virage pour le vert de bromocrésol. La solution passe du jaune au bleu	*
<b>6.</b> Le BBT est plus adapté car le pH à l'équivalence vaut 7 et est compris dans la zone de virage du BBT.	* Valeur $pH_E$ * Choix BBT
<b>7.</b> A l'état d'équivalence : $n_E(HO^-) = n_i(H_3O^+)$ $c_B V_{BE} = c_1 V_1$ $c_1 = \frac{c_B V_{BE}}{V_1} = \frac{1,00 \times 10^{-1} \times 11,0}{100,0} = 1,10 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Le pH de la solution vaut : $pH = -\log\left(\frac{[H_3O^+]}{c^0}\right)$ $pH = -\log\left(\frac{1,10 \times 10^{-2}}{1,0}\right) = 1,96 \approx 2$	* Démarche * AN+unité     * EL pH * AN
<b>8.</b> On a réalisé une dilution par 1000 donc : $c = 1000 c_1 = 11,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	*
<b>9.</b> Dans 1,0 L de solution : $m_{HCl} = n_{HCl} M_{HCl} = c V M_{HCl} = 11,0 \times 1,0 \times 36,5 = 4,02 \times 10^2 \text{ g}$ Le titre massique vaut : $t = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}} = \frac{m_{HCl}}{\rho V} = \frac{11,0 \times 36,5}{1160 \times 1,0} = 0,35$ Le titre massique mesuré est donc de 35 %.	* EL $m_{HCl}$ * AN avec unité  * EL t * AN
<b>10.</b> Estimation de l'incertitude-type $u(c_1)$ : $u(c_1) = c_1 \times \sqrt{\left(\frac{u(c_B)}{c_B}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{BE})}{V_{BE}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_1)}{V_1}\right)^2}$ $u(c_1) = 1,10 \times 10^{-2} \times \sqrt{\left(\frac{0,005}{0,100}\right)^2 + \left(\frac{0,3}{11,0}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{100,0}\right)^2}$ En majorant l'incertitude-type à un chiffre significatif, on obtient : $u(c_1) = 7 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Estimation de l'incertitude-type $u(c)$ : $u(c) = 1000 \times u(c_1) = 0,7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Calcul de la concentration de référence $c_{ref}$ à l'aide du titre massique noté sur la bouteille vaut $c_{ref} = 10,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	* AN $u(c_1)$     * AN $u(c)$

Calcul du z-score : $z = \frac{ c_{mes} - c_{ref} }{u(C_{mes})} = \frac{ 11,0 - 10,5 }{0,7} = 0,7 < 1$ La valeur mesurée est compatible avec la valeur attendue.	<ul style="list-style-type: none"><li>* AN z-score</li><li>* Conclusion</li></ul>																							
<b>11.</b> Pour obtenir une solution de concentration $c_0 = 2,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ il faut calculer le facteur de dilution $f = \frac{c}{c_0} = \frac{11}{2,5} = 4,4$  Le volume de la fiole jaugée étant de 100mL, il faudra prélever lors de la DILUTION un volume $V = \frac{100}{4,4} = 22,7 \text{ mL}$ la pipette graduée.	<ul style="list-style-type: none"><li>* Détermination de V</li><li>* Dilution</li><li>* Pipette graduée</li></ul>																							
<b>12.</b> D'après les nombres stœchiométriques de l'équation, on a : $[NH_4^+] = [OCN^-]$ $\sigma = \lambda_{NH_4^+}[NH_4^+] + \lambda_{OCN^-}[OCN^-]$ $\sigma = \lambda_{NH_4^+}[NH_4^+] + \lambda_{OCN^-}[NH_4^+]$ $\sigma = (\lambda_{NH_4^+} + \lambda_{OCN^-})[NH_4^+]$ $[NH_4^+] = \frac{\sigma}{\lambda_{NH_4^+} + \lambda_{OCN^-}}$	<ul style="list-style-type: none"><li>* Egalité des concentrations effectives</li><li>* EL <math>[NH_4^+]</math></li></ul>																							
<b>13.</b> <table border="1"><tr><td></td><td colspan="3"><math>(NH_2)_2CO(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OCN^-(aq)</math></td></tr><tr><td rowspan="2">État</td><td colspan="3">Quantités de matière (mol)</td></tr><tr><td><math>(NH_2)_2CO(aq)</math></td><td><math>NH_4^+(aq) +</math></td><td><math>OCN^-(aq)</math></td></tr><tr><td>El</td><td><math>c_{urée}V</math></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>En cours</td><td><math>c_{urée}V - x(t)</math></td><td><math>x(t)</math></td><td><math>x(t)</math></td></tr><tr><td>EF</td><td><math>c_{urée}V - x_f</math></td><td><math>x_f</math></td><td><math>x_f</math></td></tr></table> A chaque instant : $n(NH_4^+) = x(t)$ Donc : $[NH_4^+] = \frac{n(NH_4^+)}{V} = \frac{x(t)}{V}$		$(NH_2)_2CO(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OCN^-(aq)$			État	Quantités de matière (mol)			$(NH_2)_2CO(aq)$	$NH_4^+(aq) +$	$OCN^-(aq)$	El	$c_{urée}V$	0	0	En cours	$c_{urée}V - x(t)$	$x(t)$	$x(t)$	EF	$c_{urée}V - x_f$	$x_f$	$x_f$	<ul style="list-style-type: none"><li>*</li><li>*</li></ul>
	$(NH_2)_2CO(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OCN^-(aq)$																							
État	Quantités de matière (mol)																							
	$(NH_2)_2CO(aq)$	$NH_4^+(aq) +$	$OCN^-(aq)$																					
El	$c_{urée}V$	0	0																					
En cours	$c_{urée}V - x(t)$	$x(t)$	$x(t)$																					
EF	$c_{urée}V - x_f$	$x_f$	$x_f$																					
<b>14.</b> L'urée, $(NH_2)_2CO$ , est le réactif limitant, si la transformation est totale alors il est entièrement consommé : $x_f = cV = 0,020 \times 0,1000 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$	<ul style="list-style-type: none"><li>**</li></ul>																							
<b>15.</b> La vitesse volumique de réaction est donnée par la relation : $v(t) = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}(t)$ V étant une constante positive, $v(t)$ évolue comme la dérivée de la fonction $x = f(t)$ à la date $t$ . Or ce terme correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe $x = f(t)$ à la date $t$ . En traçant des tangentes à la courbe en plusieurs instant, on voit que le coefficient directeur des tangentes diminue au cours du temps. On en déduit donc que <b>la vitesse volumique de réaction <math>v(t)</math> diminue au cours du temps.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>* Notion de tangente</li><li>* Evolution coef directeur</li><li>* Conclusion</li></ul>																							
<b>16.</b> Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée nécessaire pour que l'avancement atteigne la moitié sa valeur finale. Pour $t = t_{1/2}$ , on a : $x_{t_{1/2}} = \frac{x_f}{2} = \frac{2,0 \times 10^{-3}}{2} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ Par lecture graphique (voir construction graphique sur la figure 2), on obtient $t_{1/2} \approx 80 \text{ min} \approx 1\text{h}20\text{min}$ .	<ul style="list-style-type: none"><li>* Définition</li><li>* <math>ANx_{t_{1/2}}</math></li><li>* Détermination de <math>t_{1/2}</math> par lecture graphique</li></ul>																							
<b>17.</b> Courbe tracée en dessous de la précédente, l'avancement final sera atteint plus tard.	<ul style="list-style-type: none"><li>*</li></ul>																							