


## EPISODE IV : UNION DES HUMAINS, DES KLINGONS ET DES ROMULIENS POUR SAUVER LA GALAXIE

Dans l'épisode précédent, vous avez pris conscience du danger du Borg-H qui transforme tous les êtres en Borg. Les Klingons, d'anciens ennemis et les Romuliens, de nouveaux ennemis, eux aussi ont pris conscience que l'ensemble de la Galaxie était menacée par les Borgs. Ils ont proposés à la Fédération, deux techniques différentes pour mesurer la réactivité du Borg-H en milieu aqueux. *Connaître sa réactivité, revient à savoir comment mieux le détruire.*


Le Borg-H est un acide qui a pour base conjuguée le Borg<sup>-</sup>.

La réaction entre la molécule de Borg-H et l'eau modélise la transformation étudiée.

Les parties 1 et 2 ont en commun le calcul de l'avancement final de cette réaction par les deux techniques, Klingon et Romulienne dont la précision sera discutée dans la partie 3.


	<p style="text-align: center;">Informations délivrées par la Fédération des planètes unies Date stellaire 2.3.6.6</p>
Informations	<p>La masse molaire du Borg-H est <math>M = 180 \text{ g.mol}^{-1}</math></p> <p>Par dissolution d'une masse précise de l'acide Borg-H pur, on prépare un volume <math>V_S = 500,0 \text{ mL}</math> d'une solution aqueuse de Borg-H, notée S, de concentration molaire en soluté apporté <math>c_S = 5,55 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}</math></p>

## 1. Méthode Klingon : Etude de la transformation chimique par une mesure du pH.

	<p style="text-align: center;">Informations délivrées par les Klingons Date stellaire 2.3.6.6</p>
Informations	<p><math>\text{p}K_A</math> à <math>25^\circ\text{C}</math> : <math>\text{Borg-H} / \text{Borg}^- = 3,5</math>      <math>\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^- : 14</math></p> <p>A <math>25^\circ\text{C}</math>, la mesure du pH de la solution S à l'équilibre donne 2,9.</p>

- 1.1. Déterminer, à l'équilibre, la concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$ , en ions oxonium dans la solution S préparée.
- 1.2. L'acide Borg-H réagit avec l'eau. Ecrire l'équation de la réaction modélisant cette transformation.
- 1.3. Déterminer l'avancement final  $x_f$  de la réaction.
- 1.4. Déterminer l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$  de la réaction.
- 1.5. Déterminer le taux d'avancement final  $\tau$  de la réaction. La transformation étudiée est-elle totale ?

2. Méthode Romulienne : Détermination de la constante d'équilibre de la réaction par conductimétrie.


	Informations délivrées par les Romuliens Date stellaire 2.3.6.6										
Informations	Conductivités molaires ioniques à 25°C : <table border="1" data-bbox="483 443 1517 521" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Espèces chimiques</td> <td style="text-align: center;"><math>\text{H}_3\text{O}^+</math></td> <td style="text-align: center;"><math>\text{HO}^-</math></td> <td style="text-align: center;"><math>\text{Borg}^-</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\lambda</math> en <math>\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}</math></td> <td style="text-align: center;">35,0</td> <td style="text-align: center;">19,9</td> <td style="text-align: center;">3,6</td> </tr> </table> <p data-bbox="483 555 1517 696">                     A 25°C, on mesure la conductivité <math>\sigma</math> de la solution S à l'aide d'un conductimètre.                      On obtient <math>\sigma = 44 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}</math>                      La conductivité de la solution est liée à la concentration des ions par la relation  <math display="block">\sigma = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}[\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda_{\text{Borg}^-}[\text{Borg}^-] + \lambda_{\text{HO}^-}[\text{HO}^-]</math> </p>			Espèces chimiques	$\text{H}_3\text{O}^+$	$\text{HO}^-$	$\text{Borg}^-$	$\lambda$ en $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$	35,0	19,9	3,6
Espèces chimiques	$\text{H}_3\text{O}^+$	$\text{HO}^-$	$\text{Borg}^-$								
$\lambda$ en $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$	35,0	19,9	3,6								

- 2.1. Dans les conditions de l'expérience, on peut négliger la contribution d'un des ions à la conductivité de la solution  
Lequel ? Quelle devient alors l'expression de la conductivité de la solution ?
- 2.2. Exprimer l'avancement final  $x_f$  de la réaction entre l'acide Borg-H et l'eau, en fonction de  $\sigma$ , des conductivités molaires ioniques utiles et du volume  $V_S$ .
- 2.3. En déduire la valeur de  $x_f$ .
- 2.4. Calculer les concentrations molaires à l'équilibre des espèces Borg-H,  $\text{Borg}^-$  et  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
- 2.5. Donner l'expression de la constante d'équilibre  $K$  associée à l'équation de la réaction entre l'acide Borg-H et l'eau, puis la calculer.

3. Comparaison de la précision des techniques Klingon et Romulienne : pH-métrie et conductimétrie.

Le pH-mètre utilisé donne une valeur de pH précise à 0,1 unité près, et le conductimètre donne une valeur de conductivité précise à  $1 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

La valeur du pH est donc comprise entre 2,8 et 3,0 et celle de la conductivité entre  $43 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$  et  $45 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ .  
 Le tableau ci-dessous indique les valeurs de l'avancement final de la réaction calculées pour ces différentes valeurs de pH et de conductivité.

	Informations délivrées par la Fédération des planètes unies Date stellaire 2.3.6.6			
Informations	pH = 2,8	pH = 3,0	$\sigma = 43 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$	$\sigma = 45 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$
	$7,9 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$5,6 \times 10^{-4}$	$5,8 \times 10^{-4}$

Conclure brièvement sur la précision des deux techniques, sans procéder à un calcul d'erreur relative.  
 Laquelle de ces deux techniques proposez-vous d'utiliser pour sauver la Galaxie ?