



# Avancement d'une réaction chimique

## I. Notion d'avancement, analogie avec des sandwiches :

Un boulanger se lance dans la vente de sandwiches. Afin d'améliorer la gestion du stock d'ingrédients, son fils chimiste l'observe pendant une journée.

Avec 1 baguette (Ba) et 2 tranches de jambon (Ja), il prépare 3 sandwiches (Sw).

Les ingrédients sont considérés comme des réactifs, consommés au fur et à mesure de la journée.

Les sandwiches sont considérés comme des produits, fabriqués tout au long de la journée.

Tant que le boulanger possède assez d'ingrédients, il réalise la recette que l'on peut symboliser par l'écriture :  $1 \text{ Ba} + 2 \text{ Ja} \rightarrow 3 \text{ Sw}$ .

La quantité de sandwiches fabriqués dans la journée dépend de :

- la recette (= équation chimique),
- la quantité de baguette et de jambon qui était présente initialement dans la boulangerie (= quantité initiale de réactifs).

**Q1. ÉTAT INITIAL :** Le boulanger possède 40 baguettes (Ba), 70 tranches de jambon (Ja). Il n'a encore fabriqué aucun sandwich (Sw).

Compléter **UNIQUEMENT LA LIGNE 1** du tableau ci-après.

**Q2. À 10 h du matin :** Le boulanger a préparé 3 sandwiches. Il a réalisé **une fois** la recette de préparation des sandwiches. L'avancement  $x$  est égal à 1.

Compléter **UNIQUEMENT LA LIGNE 2** du tableau, en indiquant les quantités de baguette et de jambon qui lui restent en stock.

**Q3. À 10 h 30 :** Le boulanger exécute **une deuxième fois** la recette, fabriquant ainsi 3 sandwiches de plus. L'avancement  $x$  est égal à 2. Compléter **UNIQUEMENT LA LIGNE 3** du tableau.

**Q4. À une certaine heure :** Il s'agit maintenant de généraliser, afin de ne pas remplir une ligne à chaque fois que la recette est réalisée.

Pour les tranches de jambon, à chaque fois que la recette est réalisée une fois, ce sont deux tranches qui sont consommées. Si la recette est réalisée  $x$  fois, ce seront  $2x$  tranches qui seront consommées. Au début, il y avait 70 tranches de jambon. Lorsque la recette aura été réalisée  $x$  fois, il restera  $70 - 2x$  tranches.

Compléter **UNIQUEMENT LA LIGNE 4** du tableau. **Faire valider cette ligne par le professeur avant de continuer.**

**Q5.** Le boulanger se demande quel ingrédient viendra à manquer en premier, stoppant ainsi la fabrication de sandwiches. Il dit à son fils « j'ai beaucoup plus de tranches de jambon que de baguettes, donc je vais sûrement manquer de baguettes ». Son fils a une approche plus scientifique.

Posons deux hypothèses, soit tu manqueras de baguettes, soit de jambon.

Déterminons l'avancement maximal  $x_{\max}$  correspondant à chaque ingrédient.

L'avancement maximal est le nombre de fois où la recette est réalisable. Lorsque cet avancement est atteint, un ingrédient devient manquant, la fabrication est stoppée.

**Q5.1.** Pour les baguettes : Il n'y a plus de baguettes lorsque  $x = x_{\max}$ . Soit lorsque  $40 - x_{\max} = 0$ .

En déduire la valeur de  $x_{\max}$ .

**Q5.2.** Pour le jambon : Déterminer combien de fois on peut réaliser la recette avec 70 tranches de jambon. (= déterminer  $x_{\max}$  du jambon)

**Q5.3.** Compléter : « La quantité initiale de baguettes permettrait de réaliser ..... fois la recette. La quantité initiale de jambon permettrait de réaliser ..... fois la recette .»

**Q5.4.** Quel est l'ingrédient qui viendra à manquer en premier ? En déduire la valeur de l'avancement maximal qu'il faut retenir. Compléter la ligne 5 du tableau. Faire une phrase indiquant les quantités de chacun des ingrédients restants, et la quantité de sandwiches produite.

**Q5.5.** Quel est le réactif limitant ? le réactif en excès ?

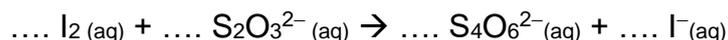
Équation traduisant l'évolution du système			1 Ba	+	2 Ja	→	3 Sw
	État du système	Avancement	Quantités				
1	État initial : matin	$x = 0$					
2	À 10 h	$x = 1$					3
3	À 10h30	$x = \dots$					
4	À une certaine heure	$x$			$70 - 2x$		
5	État final : un ingrédient est totalement consommé	$x_{\max} =$					

## II. Identification du réactif limitant :

Dans un tube à essais, verser environ 1 mL de la solution aqueuse de diiode  $I_{2(aq)}$ . Ajouter 3 mL de la solution de thiosulfate de sodium ( $2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)}$ ).

**Q6.** Pourquoi peut-on affirmer qu'une réaction chimique a eu lieu ?

**Q7.** Équilibrer l'équation chimique de cette réaction :



**Q8.** Les ions sodium n'apparaissent pas dans l'équation car ce sont des ions spectateurs. Expliquer cet adjectif.

## III. Un peu de programmation :

Lancer le logiciel Edupython® et ouvrir le fichier 1Spe-tableau\_avancement.py dans le dossier 1Spe.

Identifier dans le script la ligne correspondant aux coefficients stœchiométriques et la modifier pour qu'elle corresponde à l'équation de la réaction.

Identifier la ligne correspondant aux quantités de matière initiale de chaque réactif. La modifier pour qu'elle corresponde aux situations ci-dessous.

**Q9.** En vous aidant du graphique obtenu (cliquer sur Exécuter ou CTRL-F9, compléter les tableaux d'avancement suivants :

Équation traduisant l'évolution du système		$\dots I_{2(aq)} + \dots S_2O_3^{2-(aq)} \rightarrow \dots S_4O_6^{2-(aq)} + \dots I^-(aq)$			
État du système	Avancement (en mol)	Quantités de matière (en mol)			
État initial	$x = 0$	$n_1 = 0,6$	$n_2 = 0,8$		
État final	$x_{max} =$				

Équation traduisant l'évolution du système		$\dots I_{2(aq)} + \dots S_2O_3^{2-(aq)} \rightarrow \dots S_4O_6^{2-(aq)} + \dots I^-(aq)$			
État du système	Avancement (en mol)	Quantités de matière (en mol)			
État initial	$x = 0$	$n_1 = 0,2$	$n_2 = 0,6$		
État final	$x_{max} =$				

#### IV. Évolution de deux systèmes chimiques :

On dispose d'une solution aqueuse de diiode de concentration molaire  $c_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et d'une solution aqueuse de thiosulfate de sodium de concentration molaire  $c_2 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

**Q10.** Recopier et compléter les phrases ci-après. Puis compléter le tableau d'avancement.

Si  $I_2$  est réactif limitant alors  $1,5 \times 10^{-4} - x_{max} = \dots$  alors  $x_{max} = \dots \text{ mol}$

Si  $S_2O_3^{2-}$  est réactif limitant alors  $2,0 \times 10^{-4} - 2x_{max} = \dots$  alors  $x_{max} = \dots \text{ mol}$

Le réactif limitant est  $\dots$  car il conduit à la valeur la plus faible de l'avancement maximal.

Équation traduisant l'évolution du système		$\dots I_{2(aq)} + \dots S_2O_3^{2-(aq)} \rightarrow \dots S_4O_6^{2-(aq)} + \dots I^-(aq)$			
État du système	Avancement (en mol)	Quantités de matière (en mol)			
État initial	$x = 0$	$n_1 = 1,5 \times 10^{-4}$	$n_2 = 2,0 \times 10^{-4}$		
En cours	$x$				
État final	$x_{max} =$				

**Q11.** Prévoir la couleur du mélange dans l'état final. Justifier.

**Q12.** Calculer les volumes  $V_1$  et  $V_2$  des solutions à mélanger afin de reproduire l'état initial figurant dans le tableau d'avancement précédent. Réaliser le mélange et vérifier la prévision de la question précédente.

### V. Prévision de l'évolution de deux systèmes chimiques :

- Dans un becher, mélanger  $V'_1 = 5,0$  mL de solution aqueuse de diiode et  $V'_2 = 20,0$  mL de solution aqueuse de thiosulfate de sodium.

**Q13.** À partir de vos observations, indiquer quelle espèce chimique est totalement consommée.

**Q14.** Compléter le tableau d'avancement ci-après. Les calculs des quantités de matière initiales et de l'avancement maximal seront indiqués sur la copie.

Équation traduisant l'évolution du système		$\dots I_{2(aq)} + \dots S_2O_3^{2-(aq)} \rightarrow \dots S_4O_6^{2-(aq)} + \dots I^-(aq)$			
État du système	Avancement (en mol)	Quantités de matière (en mol)			
État initial	$x = 0$	$n'_1 =$	$n'_2 =$		
En cours	$x$				
État final	$x_{\max} =$				

**Q15.** Quelle expérience simple permettrait de prouver qu'il reste des ions  $S_2O_3^{2-}$  ? Après discussion avec le professeur, réaliser cette expérience.