



TP N°2 : SUIVI D'UNE TRANSFORMATION CHIMIQUE ETUDE EXPERIMENTALE ET THEORIQUE

I Etude qualitative :

L'hydrogénocarbonate de sodium est plus connu sous le nom de **bicarbonate de sodium**. Sa formule chimique est $\text{NaHCO}_3(\text{s})$.

Le vinaigre est une **solution aqueuse d'acide éthanoïque, aussi appelé acide acétique**. Sa formule chimique est $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}(\text{aq})$, on le notera AH pour simplifier les écritures.

1) Caractérisation de substances chimiques :

- Comment peut-on caractériser la **présence de l'élément sodium** dans une solution aqueuse ?
- Comment peut-on caractériser la **présence en milieu aqueux d'un acide** comme l'acide acétique ?

2) Action de l'acide éthanoïque sur l'hydrogénocarbonate de sodium :

Dans un tube à essais, introduisez une pointe de spatule d'hydrogénocarbonate de sodium et quelques millilitres de vinaigre :

- Notez vos **observations**.
- Comment peut-on **caractériser le gaz formé** ? **Schématisez** le mode opératoire.
- Sachant que les **autres produits formés** sont l'ion sodium $\text{Na}^+(\text{aq})$, l'ion éthanoate $\text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{aq})$ que l'on notera par la suite $\text{A}^-(\text{aq})$ et l'eau $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ **écrivez l'équation de la réaction**.

II Etude quantitative de la réaction à l'aide d'une mesure de pression :

1) Expérience :

Chaque groupe dispose d'un ballon et d'un bouchon percé dans lequel on introduit un tube en verre relié au tuyau d'un capteur de pression (voir dessin de l'expérience ci-dessous).

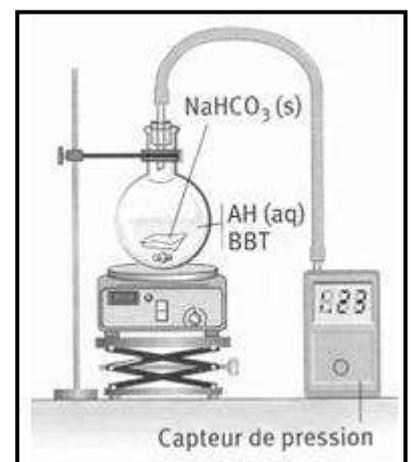
Mode opératoire :

- Chaque groupe introduit dans le ballon un **barreau magnétique**, puis, à l'aide d'une **burette graduée**, un **VOLUME DIFFERENT** V_A (voir tableau ci-contre) d'une solution aqueuse **d'acide éthanoïque** de concentration molaire $C_A = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$.
- Ce volume est ensuite **complété à 20 mL par de l'eau distillée**, de manière à ce que le volume d'air présent au départ soit identique dans chaque ballon.

Ajoutez quelques gouttes de bleu de bromothymol.

- Bouchez** le ballon et **mesurez la pression initiale** P_1 à l'intérieur.
- Introduisez dans le ballon un **morceau de papier filtre contenant 0,21 g d'hydrogénocarbonate de sodium**, puis **rebouche-le immédiatement**.

Mettez en marche l'agitation magnétique et maintenez-la pendant toute la durée de la réaction.





e. Relevez la pression finale P_f à la fin de la transformation.

Résumez ici quelques grandeurs utiles pour la suite :

- V_1 : volume exact que peut contenir le ballon muni du bouchon : $V_1 =$
- En fonction du numéro de votre groupe :
 - ✓ V_A : volume d'acide introduit : $V_A =$
 - ✓ V_E : volume d'eau distillée rajouté dans le ballon : $V_E =$
- Conditions de l'expérience : T (en °C) =
 - P_i (en Pa) =

Remplissez le tableau récapitulatif ci-dessous :

Groupe	A	B	C	D	E	F	G	H
V_{AH} (mL)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
V_{total} (mL)								
P_f (Pa)								
$\Delta P = P_f - P_i$ (Pa)								

2) Questions :

- a. Calculez avec les valeurs de votre groupe les quantités de matière $n_i(AH)$ et $n_i(NaHCO_3)$ initialement présentes, et complétez les deux premières lignes du tableau ci-dessous avec les résultats de tous les groupes.
- b. En utilisant l'équation d'état des gaz parfaits, montrez que la quantité de matière de gaz formé $n_f(CO_2)$ s'exprime par la relation : $n_f(CO_2) = \frac{\Delta P \times V_{total}}{R \times T}$, finissez de remplir le tableau (en utilisant également les résultats de vos camarades et leurs observations) :

	Groupe	A	B	C	D	E	F	G	H
État initial	$n_i(AH)$ (mmol)								
	$n_i(NaHCO_3)$ (mmol)								
État final	Reste-t-il de l'acide ?								
	$n_f(CO_2)$ (mmol)								



III Analyse de l'expérience :

- Dans le cas de votre groupe, et d'après vos observations (contenu du flacon), quel est le **réactif limitant** ?
- Pour votre groupe toujours, déduisez-en la **valeur maximale** de l'**avancement** puis la quantité de matière théorique de gaz formé. Faites le calcul et complétez le **tableau d'avancement ci-dessous**.
- Comparez** la valeur de gaz formé à celle déterminée expérimentalement. **Commentez** brièvement et **donnez deux sources d'erreurs** (les plus probables).

Tableau d'avancement : chaque groupe remplira le tableau ci-dessous à partir de ses résultats :

Équation chimique		$\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{AH}(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NaA}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$				
État du système	Avancement	n_{NaHCO_3}	n_{AH}	n_{CO_2}	n_{NaA}	$n_{\text{H}_2\text{O}}$
État initial	0					Inutile car on est en milieu aqueux
En cours de transformation	x					
État final	$x_{\text{max}} =$					

- Ci-dessous, notez le résultat des calculs des autres groupes.

Groupe	A	B	C	D	E	F	G	H
$n_f(\text{CO}_2)$ Valeur théorique (mmol)								

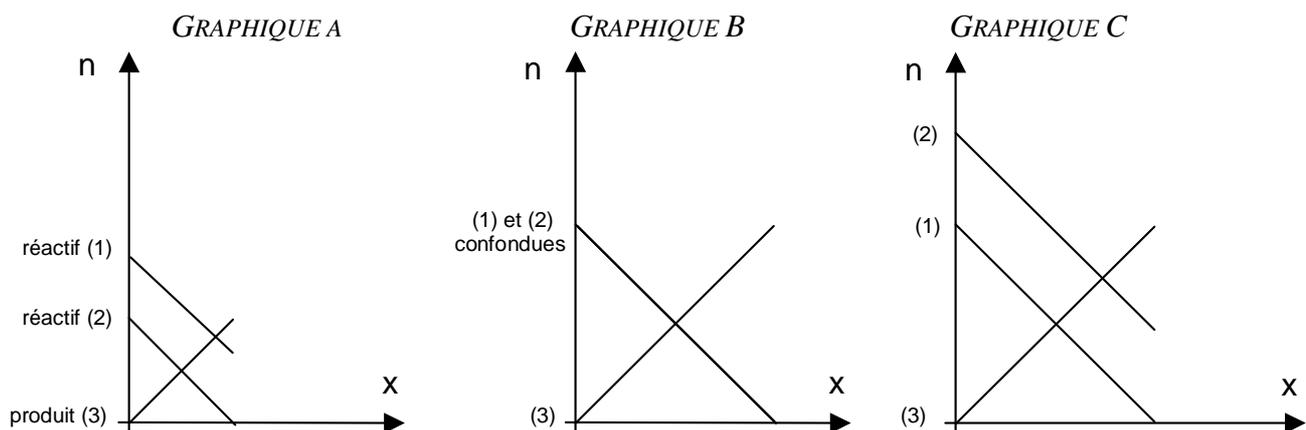
IV Pour aller plus loin :

Voici trois graphiques donnant les quantités de matière en fonction de l'avancement : $n = f(x)$.

Notez bien que tous représentent des demi-droites d'équation : $n = n_{\text{initial}} - x$ pour les réactifs et $n = x$ pour le produit gazeux.

Réactif (1) = Hydrogénocarbonate de sodium Réactif (2) = Acide acétique

Produit (3) = Dioxyde de carbone





- a. Pourquoi les droites **s'arrêtent-elles** brutalement ?
- b. Parmi les trois graphiques quel est celui qui correspond à la situation de **vo**tre expérience ?
Attribuez à **chaque groupe un type de graphique**.
- c. Complétez les tableaux d'avancement ci-dessous pour les trois situations possibles :

Cas des groupes A, B, C et D où le réactif limitant est :

Équation chimique		$\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{AH}(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NaA}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$				
État du système	Avancement	n_{NaHCO_3}	n_{AH}	n_{CO_2}	n_{NaA}	$n_{\text{H}_2\text{O}}$
État initial	0					
En cours de transformation	x					
État final	$x_{\text{max}} =$					

Cas du groupe E où :

Équation chimique		$\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{AH}(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NaA}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$				
État du système	Avancement	n_{NaHCO_3}	n_{AH}	n_{CO_2}	n_{NaA}	$n_{\text{H}_2\text{O}}$
État initial	0					
En cours de transformation	x					
État final	$x_{\text{max}} =$					

Cas des groupes F, G et H où le réactif limitant est :

Équation chimique		$\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{AH}(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NaA}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$				
État du système	Avancement	n_{NaHCO_3}	n_{AH}	n_{CO_2}	n_{NaA}	$n_{\text{H}_2\text{O}}$
État initial	0					
En cours de transformation	x					
État final	$x_{\text{max}} =$					