

**Objectifs :**

- Déterminer le réactif limitant à partir de l'identification des espèces chimiques présentes dans l'état final.
- Déterminer le réactif limitant à partir des quantités de matière des réactifs et de l'équation de la réaction.
- Déterminer le réactif en excès et une espèce chimique spectatrice.

**1. Introduction**

Nous allons étudier la transformation chimique qui met en jeu l'hydrogénocarbonate de sodium et une solution d'acide chlorhydrique.

L'hydrogénocarbonate de sodium est connu aussi sous le nom de bicarbonate de sodium. Ses utilisations sont multiples et variées en cuisine, en cosmétique, pour l'hygiène du corps, pour l'entretien de la maison, au jardin etc.....

**Matériel et produits disponibles :**

- ▶ Un erlenmeyer de 150 mL muni d'un bouchon avec un tube à dégagement
- ▶ Un cristalliseur
- ▶ Trois éprouvettes graduées de 10 mL, 50 mL et 250 mL
- ▶ Un petit flacon de BBT
- ▶ Solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ) de concentration en masse de  $19 \text{ g.L}^{-1}$  (  )
- ▶ Coupelle contenant 1,0 g d'hydrogénocarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ )
- ▶ 1 tube à essai
- ▶ 1 pipette plastique
- ▶ Support avec 2 noix et 2 pinces
- ▶ 1 bécher de 200 mL

**2. Expérience préliminaire : étude qualitative de la transformation chimique****DOC 1 Les couleurs du BBT**

Le bleu de bromothymol (BBT) est un indicateur de présence des ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  (aq). Il prend une teinte jaune en leur présence et bleue en leur absence.

**DOC 2 La transformation chimique**

L'hydrogénocarbonate de sodium solide  $\text{NaHCO}_3$  (s) réagit avec les ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  (aq) contenus dans l'acide chlorhydrique selon l'équation :



Cette équation montre que lorsqu'une mole de  $\text{NaHCO}_3$  (s) disparaît avec une mole de  $\text{H}_3\text{O}^+$  (aq), alors il se forme une mole de  $\text{CO}_2$  (g), deux moles de  $\text{H}_2\text{O}$  (l) et une mole de  $\text{Na}^+$  (aq).

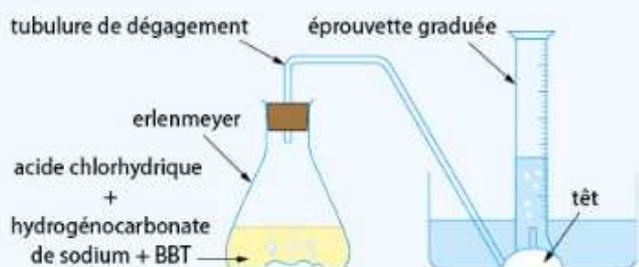
Mettre une pointe de spatule d'hydrogénocarbonate de sodium dans un tube à essai et ajouter environ 3 mL d'acide chlorhydrique auquel vous aurez ajouté quelques gouttes de BBT.

- Qu'observez-vous ?
- Y a-t-il encore des ions oxonium à la fin de la réaction ? Justifier. (voir DOC2)
- Quelle est la nature de l'espèce chimique qui se dégage. (Voir DOC3)
- Proposer un test caractéristique pour la mettre en évidence.
- Montrer qu'il ne s'agit pas d'une fusion, ni d'une dissolution, mais bien d'une transformation chimique.

### 3. Etude quantitative de la transformation chimique:

#### PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

- Remplir d'eau une éprouvette graduée et la retourner sur un têt dans un cristallisoir contenant de l'eau.
- Dans un erlenmeyer, introduire une masse  $m$  d'hydrogénocarbonate de sodium solide.
- Préparer une autre éprouvette graduée avec un volume  $V$  d'acide chlorhydrique concentré (concentration en masse d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  :  $19 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) et ajouter quelques gouttes de BBT (indicateur coloré).
- Verser l'acide dans l'erlenmeyer et le fermer rapidement avec un bouchon muni d'une tubulure de dégagement permettant de recueillir le gaz formé dans l'éprouvette graduée (figure ci-dessous).
- Attendre l'arrêt du dégagement gazeux, observer le contenu de l'erlenmeyer et noter la valeur du volume de gaz recueilli.



#### DOC 3 Les mélanges étudiés

Mélange	1	2	3
Hydrogénocarbonate de sodium	1,0 g	1,0 g	1,0 g
Acide chlorhydrique	5 mL	20 mL	30 mL

Des groupes d'élèves effectueront le mélange 1, d'autres le mélange 2 et d'autres encore le mélange 3.

- Réaliser le protocole en effectuant le mélange que le professeur vous aura attribué. Noter soigneusement vos observations et les reporter dans le tableau suivant que vous recopierez. Compléter le reste du tableau à l'aide des observations faites par vos camarades. (les 4 premières lignes)

Mélange	1	2	3
Couleur de la solution dans l'état initial			
Couleur de la solution dans l'état final			
Reste-t-il du solide dans l'état final ?			
Volume de gaz formé dans l'état final			
Réactif limitant			
Réactif en excès			
Espèce spectatrice			

- b. D'après les observations récapitulées dans le tableau, quel est le réactif limitant dans chacun des mélanges ? Justifier.
- c. Expliquer pourquoi le volume de gaz formé est le même pour les mélanges 2 et 3 ?
- d. Déterminer les quantités de matière des réactifs présentes dans l'état initial pour chaque mélange.

**Données :**  $m_C = 2,00 \cdot 10^{-23} \text{ g}$        $m_O = 2,67 \cdot 10^{-23} \text{ g}$   
 $m_H = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$        $m_{Na} = 3,82 \cdot 10^{-23} \text{ g}$   
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- e. D'après les quantités de matière obtenues dans la question e, quel est le réactif limitant pour chaque mélange ? Justifier et commenter (en comparant avec les réponses à la question 3.c). Compléter le tableau.
- f. Que « limite » le réactif limitant ?
- g. Citer pour chaque mélange le réactif en excès. Compléter le tableau.
- h. Citer une espèce chimique spectatrice dans cette transformation chimique en justifiant. Compléter le tableau.

**Liste Matériel / groupe**

- ▶ Un erlenmeyer de 150 mL muni d'un bouchon avec un tube à dégagement
- ▶ Un cristalliseur
- ▶ Trois éprouvettes graduées de 10 mL, 50 mL et 250 mL
- ▶ Un petit flacon de BBT
- ▶ Coupelle contenant 1,0 g d'hydrogénocarbonate de sodium
- ▶ 1 tube à essai
- ▶ 1 pipette plastique
- ▶ Support avec 2 noix et 2 pinces
- ▶ 1 bécher de 200 mL

**Paillasse prof :**

- ▶ Solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ) de concentration en masse de  $19 \text{ g.L}^{-1}$  (500 mL) + 2 pichets