

## 2<sup>nd</sup>e – Activité à distance de résolution de problème : Détartrage d'une bouilloire

D'après une activité <https://www.levivrescolaire.fr>

La construction de la séquence et les modalités de mise en œuvre de l'activité sont des créations originales.

**Le tartre (ou calcaire) est un dépôt solide de carbonate de calcium de formule chimique  $\text{CaCO}_3$  (s) qui se forme dans les appareils utilisant de l'eau. Lorsqu'une bouilloire, une machine à laver ou un chauffe-eau est « entartré », ses performances sont réduites. Le vinaigre blanc permet de détartrer un appareil entartré.**

**→ A-t-on suffisamment de vinaigre blanc pour détartrer complètement la bouilloire électrique ?**

### Doc 1 : Réaction entre le vinaigre et le carbonate de calcium

Le vinaigre ménager (ou vinaigre blanc) contient de l'acide éthanóique,  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  (aq).

Lors de la réaction entre le carbonate de calcium et l'acide éthanóique, il se forme :

- Un dégagement gazeux qui trouble l'eau de chaux ;
- De l'eau  $\text{H}_2\text{O}$  (l) ;
- Des ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  (aq) ;
- Des ions éthanóate  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  (aq).

### Doc 2 : Vinaigre blanc utilisé



Un vinaigre à 18 ° signifie que 100 mL de vinaigre contiennent 18 g d'acide éthanóique.

Il reste environ 1 L de vinaigre dans le bidon.

### Doc 3 : La bouilloire



La bouilloire neuve pèse : 550 g

La bouilloire entartrée pèse : 610 g

### Données

- Une mole de carbonate de calcium a une masse de 100 g ;
- Une mole d'acide éthanóique a une masse de 60,0 g.

**Parties du programme travaillé :**

**1. Constitution de la matière de l'échelle macroscopique à l'échelle microscopique**

**Notions étudiées au collège (cycle 4)**

Échelle macroscopique : espèce chimique, corps purs, mélanges, composition de l'air, masse volumique, propriétés des changements d'état, solutions : solubilité, miscibilité.

Échelle microscopique : molécules, atomes et ions, constituants de l'atome (noyau et électrons) et du noyau (neutrons et protons), formule chimique d'une molécule, formules

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<b>Les solutions aqueuses, un exemple de mélange.</b> Solvant, soluté. Concentration en masse, concentration maximale d'un soluté.	Identifier le soluté et le solvant à partir de la composition ou du mode opératoire de préparation d'une solution.
<b>Compter les entités dans un échantillon de matière.</b> Nombre d'entités dans un échantillon. Définition de la mole. Quantité de matière dans un échantillon.	Déterminer la masse d'une entité à partir de sa formule brute et de la masse des atomes qui la composent. Déterminer le nombre d'entités et la quantité de matière (en mol) d'une espèce dans une masse d'échantillon.

**2. Modélisation des transformations de la matière et transfert d'énergie**

**Notions abordées au collège (cycle 4)**

Transformations chimiques : conservation de la masse, redistribution d'atomes, notion d'équation chimique, réactions entre espèces acides et basiques en solution, réactions d'une espèce acide sur un métal, mesure de pH.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
Modélisation macroscopique d'une transformation par une réaction chimique. Écriture symbolique d'une réaction chimique. Notion d'espèce spectatrice. Stoechiométrie, réactif limitant.	Modéliser, à partir de données expérimentales, une transformation par une réaction, établir l'équation de réaction associée et l'ajuster. Identifier le réactif limitant à partir des quantités de matière des réactifs et de l'équation de réaction. Modéliser, par l'écriture d'une équation de réaction, l'action d'un acide sur le calcaire. <b>Capacité mathématique</b> : utiliser la proportionnalité.

Le professeur attend des élèves une résolution qui peut être la suivante :

**Étapes de la résolution :**

- Formuler la problématique en termes scientifiques
- Écrire l'équation chimique de la réaction entre l'acide éthanoïque du vinaigre et le calcaire (Doc 1) ;
- Calculer la masse de calcaire dans la bouilloire (Doc 3) ;
- En déduire la quantité de matière de calcaire dans la bouilloire ;
- Calculer la quantité de matière d'acide éthanoïque nécessaire pour réagir avec le calcaire de la bouilloire ;
- En déduire la masse d'acide éthanoïque nécessaire pour réagir avec le calcaire de la bouilloire ;
- Calculer le volume de vinaigre nécessaire (Doc 2)

**Les compétences travaillées dans le cadre de la démarche scientifique**

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
<b>S'approprier</b>	- Énoncer une problématique. - Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée.
<b>Analyser/ Raisonner</b>	- Proposer une stratégie de résolution. - Faire des prévisions à l'aide d'un modèle.
<b>Réaliser</b>	- Mettre en œuvre les étapes d'une démarche. - Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.).
<b>Valider</b>	- Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance.
<b>Communiquer</b>	- Présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ; - Utiliser un vocabulaire adapté ;

## Mise en œuvre dans le cadre du confinement lié à l'épidémie Covid19

### En amont de la résolution

Réactivation de l'écriture d'une équation chimique, interprétation de la réaction comme une redistribution d'atomes (programme de cycle 4), relation entre la masse et la quantité de matière d'une entité chimique.

Cette réactivation peut être conduite à travers un QCM (qui peut être numérique construit dans Chamilo ou Pronote ou simplement proposé dans un document texte ou pdf modifiables à renvoyer).

Elle peut aussi passer par de petits exercices d'application des manuels scolaires envoyés par messagerie ou déposés sur une plateforme.

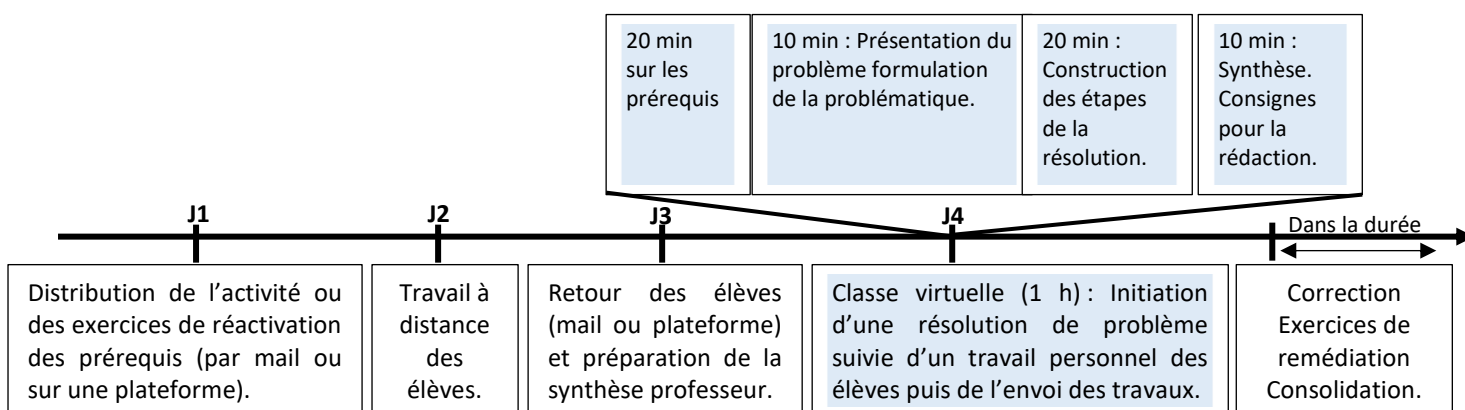
Retour individuel (délai de réponse accordé 2 jours). S'assurer que tous les élèves ont bien accès aux outils. Favoriser l'entre-aide et les interactions entre eux.

Compiler les difficultés rencontrées pour faire un retour en classe virtuelle.

### Classe virtuelle (environ 1h) :

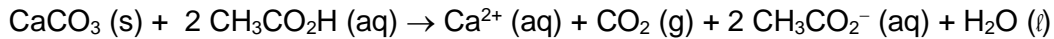
- Retour du professeur sur les erreurs faites au QCM ou dans les exercices (outil diaporama ou tableau blanc). Prise de notes des élèves. Réponse aux questions des élèves posées par chat (20 minutes).
- Distribution de la résolution de problème et mise en groupe pour formuler la problématique (10 minutes).
- Détermination des étapes de la résolution toujours en groupe. Le professeur propose des aides selon le besoin des élèves (20 minutes). Fin de la classe virtuelle.
- Finalisation de la démarche et rédaction de la résolution individuellement avec envoi au professeur ou dépôt sur une plateforme (dans la journée).

### Chronologie possible :



## Aides possibles :

- Problématique : Calculer le volume de vinaigre qu'il faut utiliser pour réagir avec tout le calcaire de la bouilloire.
- Équation de la réaction :



- Masse de calcaire dans la bouilloire : exploitation du document 3 :  $m(\text{calcaire}) = 60 \text{ g}$
- Quantité de calcaire dans la bouilloire : (Utilisation des données)

$$n(\text{calcaire}) \text{ en mol} = m(\text{calcaire}) \text{ en g} / [\text{masse d'une mole de calcaire}] \text{ en g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

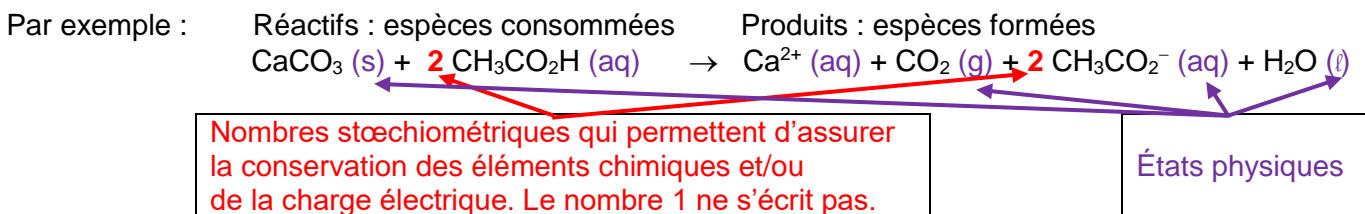
- Résultat :  $n(\text{calcaire}) = (610 \text{ g} - 550 \text{ g}) / 100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,60 \text{ mol}$
- Exploitation de l'équation de la réaction chimique : pour consommer 1 mole de carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3 (\text{s})$ , 2 moles d'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} (\text{aq})$  sont nécessaires. Donc  $n(\text{acide éthanoïque}) = 2 n(\text{calcaire})$
- Résultat :  $n(\text{acide éthanoïque}) = 2 \times 0,60 = 1,2 \text{ mol}$ .
- Masse d'acide éthanoïque nécessaire pour réagir avec le calcaire de la bouilloire :

$$m(\text{acide éthanoïque}) \text{ en g} = n(\text{acide éthanoïque}) \text{ en mol} \times [\text{masse d'une mole acide éthanoïque}] \text{ en g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

- Résultat :  $m(\text{acide éthanoïque}) = 1,2 \text{ mol} \times 60 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 72 \text{ g}$
- Exploitation du doc 2 : 18 g d'acide éthanoïque sont contenus dans 100 mL de vinaigre. Pour en avoir 72 g, il faut  $100 \text{ mL} \times 72 \text{ g} / 18 \text{ g/mL} = 400 \text{ mL}$ .
- Conclusion : il y en a assez dans le bidon car  $400 \text{ mL} < 1 \text{ L}$ .

## Trace écrite décontextualisée :

Une transformation chimique est le passage d'un état initial à un état final avec formation de nouvelles espèces.



$$\text{Mélange stœchiométrique des réactifs : } \frac{n(\text{CaCO}_3)}{1} = \frac{n(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})}{2}$$

La masse  $m(\text{entité})$  d'une entité est égale à la masse des atomes qui la composent.

$$\text{Exemple : } m(\text{CaCO}_3) = m(\text{Ca}) + m(\text{C}) + 3 m(\text{O})$$

$$\text{Nombre d'entités } N \text{ dans un échantillon : } N = \frac{m(\text{échantillon})}{m(\text{entité})}$$

Quantité de matière  $n$  dans un échantillon :

Une mole d'entités d'une espèce est un « lot » de  $6,02 \times 10^{23}$  entités.

$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  est appelée constante d'Avogadro.

$$\text{Masse d'une mole d'entités : } m(1 \text{ mole de l'entité}) = m(\text{entité}) \times N_A$$

$$n \text{ (en mol)} = \frac{N}{N_A} = \frac{\frac{m(\text{échantillon})}{m(\text{entité})}}{N_A} = \frac{m(\text{échantillon})}{m(\text{entité}) \times N_A} = \frac{m(\text{échantillon})}{m(1 \text{ mole de l'entité})}$$