

**BACCALAURÉAT SÉRIE S****Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE  
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

|   |   |
|---|---|
| I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS .....                                | 2 |
| II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE ..... | 3 |
| III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT .....   | 4 |
| 1. Proposition de protocoles expérimentaux (20 minutes conseillées) .....           | 6 |
| 2. Mise en œuvre des protocoles expérimentaux (30 minutes conseillées) .....        | 7 |
| 3. Interprétation des résultats (10 minutes conseillées) .....                      | 7 |

## I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

|   |  |
|---|--|
| Tâches à réaliser par le candidat                         | <p>Le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• proposer un protocole de dilution de l'acide chlorhydrique et le mettre en œuvre</li> <li>• mettre en œuvre un protocole expérimental d'un suivi cinétique par mesure de pression</li> <li>• tracer des courbes sur un tableur-grapheur</li> <li>• interpréter les résultats obtenus.</li> </ul>  |
| Compétences évaluées<br>Coefficients respectifs           | <p>Cette épreuve permet d'évaluer les compétences :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyser (ANA) : coefficient <b>2</b> ;</li> <li>• réaliser (REA) : coefficient <b>3</b> ;</li> <li>• valider (VAL) : coefficient <b>1</b>.</li> </ul>  |
| Préparation du poste de travail                           | <p><u>Avant l'arrivée du candidat</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• connecter au secteur tous les appareils</li> <li>• disposer une masse <math>m = 0,30</math> g de <math>\text{CaCO}_3</math> et l'acide chlorhydrique de concentration <math>1,0 \text{ mol.L}^{-1}</math></li> <li>• ouvrir un tableur-grapheur avec un fichier contenant les mesures de la pression en fonction du temps pour la réaction déjà effectuée.</li> </ul> <p><u>Prévoir</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de remplacer la photographie du dispositif de suivi cinétique fournie, par un cliché réalisé avec le matériel disponible dans l'établissement</li> <li>• un fichier comprenant les valeurs de la pression de <math>\text{CO}_2</math> en fonction du temps pour la réaction réalisée entre une masse <math>m = 0,30</math> g de <math>\text{CaCO}_3</math> et l'acide chlorhydrique de concentration <math>1,0 \text{ mol.L}^{-1}</math></li> <li>• un fichier comprenant les valeurs de la pression de <math>\text{CO}_2</math> en fonction du temps pour la réaction réalisée entre une masse <math>m = 0,30</math> g de <math>\text{CaCO}_3</math> et l'acide chlorhydrique de concentration <math>5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}</math></li> <li>• une notice d'utilisation du tableur-grapheur</li> <li>• les deux courbes représentant la pression en fonction du temps.</li> </ul> |
| Déroulement de l'épreuve<br>Gestion des différents appels | <p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• proposition de protocoles par le candidat (<b>20 minutes</b>) ;</li> <li>• mise en œuvre des protocoles (<b>30 minutes</b>) ;</li> <li>• commentaire du graphique obtenu et conclusion sur le rôle de la concentration en acides des pluies sur la dégradation des monuments (<b>10 minutes</b>).</li> </ul> <p>Lors de la phase de rédaction du protocole expérimental, l'évaluateur précisera oralement aux candidats qu'ils ont accès au matériel expérimental afin de se remémorer les gestes expérimentaux ainsi que la liste du matériel disponible.</p> <p><u>Il est prévu un appel facultatif et deux appels obligatoires de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lors de l'<b>appel n°1</b>, l'examineur vérifie les protocoles proposés.</li> <li>• Lors de l'<b>appel n°2</b>, l'examineur vérifie l'interprétation des résultats expérimentaux.</li> </ul> <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>   |
| Remarques   | <p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p>  |

## II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

**Paillasse candidats**

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- des morceaux de carbonate de calcium avec une étiquette «  $\text{CaCO}_3$  » (ou morceaux de craies blanches), dont plusieurs de masse  $m = 0,3$  g. La pellicule extérieure sera enlevée au papier de verre par exemple
- un petit flacon étiqueté contenant 250 mL d'acide chlorhydrique de concentration  $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$
- deux béchers de 250 mL
- un bécher de 100 mL
- une éprouvette graduée de 100 mL
- des fioles jaugées de 50,0 mL, 100,0 mL, 250,0 mL
- des pipettes jaugées de 20,0 mL, 25,0 mL, 50,0 mL
- des pipeteurs adaptés
- une fiole à vide de 250 mL
- une potence munie d'une noix et d'une pince
- un bouchon graissé
- un manomètre avec tuyau (qui s'adapte sur le côté de la fiole à vide)
- un thermomètre numérique (matériel inutile mais ajouté pour vérifier que le candidat fait un choix judicieux)
- un chronomètre numérique
- un cristalliseur
- un support élévateur
- une balance au centigramme
- une spatule
- une coupelle
- des feuilles de papier filtre ou papier « essuie tout »
- une paire de lunettes de protection
- une pissette d'eau distillée
- un entonnoir à solide
- une petite pipette
- une paire de gants
- un entonnoir pour la dilution
- un ordinateur avec un tableur-grapheur

**Paillasse professeur**

- du carbonate de calcium en morceaux ou une craie décapée de masse  $m = 0,30$  g
- de l'acide chlorhydrique de concentration  $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$
- de l'acide chlorhydrique de concentration  $5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

**Documents mis à disposition des candidats**

- un tableur avec feuille de calcul contenant les valeurs de la pression  $p$  et les instants de mesure  $t$  pour de l'acide chlorhydrique de concentration égale à  $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$  ; préparer la colonne  $p$  pour la collecte des valeurs mesurées par l'élève lorsqu'il met en œuvre le protocole expérimental avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration égale à  $5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- une notice d'utilisation simplifiée du tableur-grapheur

## III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| NOM :             | Prénom :           |
| Centre d'examen : | N° d'inscription : |

Ce sujet comporte **quatre** feuilles individuelles sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve. En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche. L'examinateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

**L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.**

**CONTEXTE DU SUJET**

Depuis la plus haute antiquité, les civilisations qui se sont succédé ont laissé, grâce à la pierre, la trace de leur art de bâtir. Cependant, nombre des témoignages qui ont échappé à la destruction totale se sont néanmoins dégradés au fil du temps. [...] Il semblerait que ces dégradations, dans tous les pays industrialisés, se soient accélérées au cours du XX<sup>ème</sup> siècle à cause précisément du développement industriel et des pollutions atmosphériques qu'il génère. [...] Les études chimiques menées sur la « croûte noire » qui recouvre les pierres de construction ont permis de déterminer trois facteurs majeurs intervenant dans sa formation : la pollution atmosphérique, l'eau présente dans le milieu et la nature calcaire de la roche.

Les calcaires sont des matériaux largement utilisés comme pierre de construction. Ils sont essentiellement constitués de carbonate de calcium CaCO<sub>3</sub>. [...]

**L'acidité a été renforcée au XX<sup>ème</sup> siècle**, sous l'effet de l'augmentation des rejets polluants, notamment le dioxyde de soufre [...], l'oxyde d'azote [...], principalement liés à la combustion des matières fossiles, ainsi que le chlore. Après réaction chimique dans la vapeur d'eau, ces gaz forment de l'acide sulfurique, de l'acide nitrique et de l'acide chlorhydrique qui contribuent à acidifier le sol et les eaux [...] En milieu urbain, les pluies acides accélèrent la détérioration des éléments de construction (immeubles, statues, toitures en zinc) [...]

*D'après « [cnrs.fr minidossiers](http://www.cnrs.fr/minidossiers) » et le rapport du sénat « <http://www.senat.fr/rap/I02-215-1/I02-215-11.htm> »*

**Le but de cette épreuve est d'expliquer l'accélération de la détérioration des monuments depuis le XX<sup>ème</sup> siècle en simulant expérimentalement l'effet de l'acidité des pluies au cours du temps sur le calcaire.**

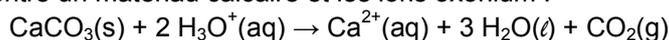
## DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT

### Dispositif expérimental



On considère la réaction de 100 mL d'acide chlorhydrique de concentration  $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$  avec une masse de 0,30 g de carbonate de calcium.

Équation de la réaction entre un matériau calcaire et les ions oxonium :



**Les résultats obtenus lors du suivi pressiométrique de cette réaction sont consignés dans un fichier sur l'ordinateur.**

### Liste du matériel disponible

- une calculette type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- quelques morceaux de carbonate de calcium avec une étiquette «  $\text{CaCO}_3$  »
- 250 mL d'acide chlorhydrique à  $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$  dans un petit flacon étiqueté
- deux béchers de 250 mL, un bécher de 100 mL
- une éprouvette graduée de 100 mL
- des fioles jaugées de 50,0 mL, 100,0 mL, 250,0 mL
- des pipettes jaugées de 20,0 mL, 25,0 mL, 50,0 mL
- des pipeteurs adaptés
- une fiole à vide de 250 mL
- un bouchon graissé
- une potence munie d'une noix et d'une pince
- un manomètre avec tuyau (qui s'adapte sur le côté de la fiole à vide)
- un thermomètre numérique
- un chronomètre numérique
- un cristalliseur
- un support élévateur
- une balance au centigramme
- une spatule
- une coupelle
- des feuilles de papier-filtre ou papier « essuie tout »
- une paire de lunettes de protection
- une paire de gants
- une pissette d'eau distillée
- un entonnoir à solide
- une petite pipette
- un entonnoir pour la dilution
- un ordinateur avec un tableur-grapheur
- une notice d'utilisation simplifiée du tableur-grapheur.



**TRAVAIL À EFFECTUER****1. Proposition de protocoles expérimentaux (20 minutes conseillées)**

À l'aide des documents mis à disposition, proposer un protocole expérimental permettant de montrer l'influence de la concentration de la solution acide sur la cinétique de la réaction entre un matériau calcaire et les ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

| APPEL FACULTATIF   |  |  |
|--|--|--|
|  | Appeler le professeur en cas de difficulté |  |

Proposer un protocole expérimental permettant d'obtenir **un volume de 100,0 mL** d'acide chlorhydrique de concentration  $5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . Lister notamment le matériel nécessaire et indiquer les précautions à prendre lors de cette manipulation. Cette nouvelle solution sera notée solution S par la suite.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

| APPEL n°1   |  |   |
|---|--|---|
|  | Appeler le professeur pour lui présenter les deux protocoles expérimentaux ou en cas de difficulté |  |

**2. Mise en œuvre des protocoles expérimentaux** (30 minutes conseillées)

Préparer la solution S.

Mettre en œuvre l'expérience proposée lors de l'appel 1 avec la solution S puis, pendant 440 secondes, relever toutes les 20 secondes la valeur de la pression en maintenant fermement le bouchon.

Entrer les valeurs mesurées dans le tableur-grapheur puis tracer, dans le même système d'axes, l'évolution de la pression en fonction du temps pour les deux solutions d'acide chlorhydrique de concentrations différentes. On précise que, dans les deux cas, les ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  sont introduits en excès.

**3. Interprétation des résultats** (10 minutes conseillées)

3.1. Comparer les résultats expérimentaux obtenus lors de l'expérience précédente à ceux obtenus avec l'acide chlorhydrique de concentration  $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$  puis interpréter qualitativement ces observations.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.2. Les expériences mises en œuvre confirment-elles l'effet de l'acidité des pluies sur les monuments historiques au cours du temps ? Proposer une explication à l'accélération de la détérioration des monuments historiques.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

| APPEL n°2   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>Appeler le professeur pour lui présenter les conclusions<br/>ou en cas de difficulté</b> |  |

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.