

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages 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'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

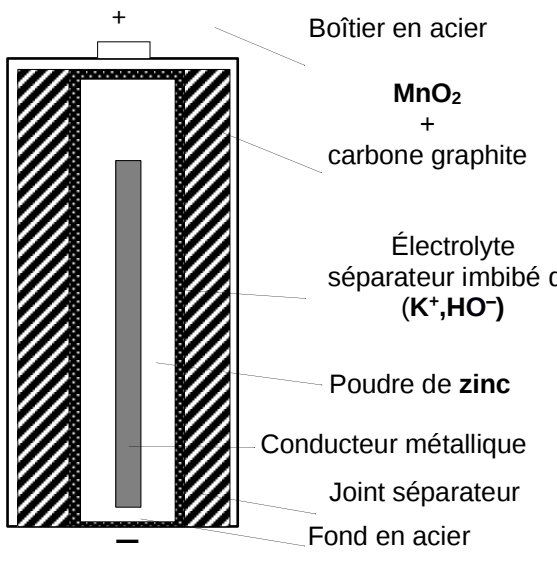
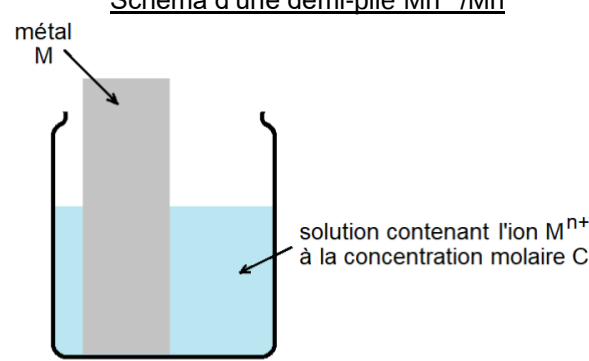
Bien que la plupart des appareils nomades tels que les téléphones portables fonctionnent avec des batteries, les piles non rechargeables restent d'un usage très commun. En effet, ces piles non rechargeables représentent encore environ 60 % des ventes de batteries en France. Elles sont en général avant tout dédiées à une utilisation occasionnelle, sur un temps court et pour des appareils à faible consommation.

Leur constitution répond à des exigences techniques, telles que la valeur de tension à vide (ou force électromotrice), la valeur de la résistance interne et la longévité.

Le but de cette épreuve est de tracer la caractéristique d'une pile et d'étudier les paramètres qui ont une influence sur sa résistance interne.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Pile alcaline et pile Daniell

Pile alcaline  Couples d'oxydoréduction mis en jeu : $\text{Zn(OH)}_4^{2-}/\text{Zn}$ et $\text{MnO}_2/\text{MnO(OH)}$ La résistance interne typique d'une pile alcaline est inférieure à 1 Ω.	Pile Daniell La pile Daniell est constituée de deux demi-piles reliées par un pont salin : une demi-pile impliquant le couple $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu}(\text{s})$ et une demi-pile impliquant le couple $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})/\text{Zn}(\text{s})$. Le pont salin est constitué d'un électrolyte : solution de chlorure ou de nitrate de potassium gélifiée dans un tube « en U ». <u>Schéma d'une demi-pile Mn^{n+}/Mn</u>  demi pile associée au couple $\text{Mn}^{n+} / \text{M}$ M est un métal, par exemple Cu ou Zn.
---	--

Tension à vide et résistance interne d'une pile

La tension U (en V) aux bornes d'une pile dépend de l'intensité I (en A) du courant qu'elle débite selon l'équation :

$$U = e - r \cdot I$$

où e est la tension à vide de la pile exprimée en volts et r sa résistance interne exprimée en ohms.

- La tension à vide est la tension aux bornes de la pile lorsque celle-ci ne débite aucun courant, lorsqu'elle n'est pas insérée dans un circuit électrique. Elle dépend notamment du choix des deux couples d'oxydoréduction impliqués.
- La résistance interne est essentiellement liée à la difficulté avec laquelle s'effectuent les transferts de charges entre le pont salin et les solutions ioniques ainsi qu'aux surfaces de contact entre les lames de métal et les solutions ioniques. Tout ce qui facilite ces transferts de charges diminue la résistance interne.

Données utiles

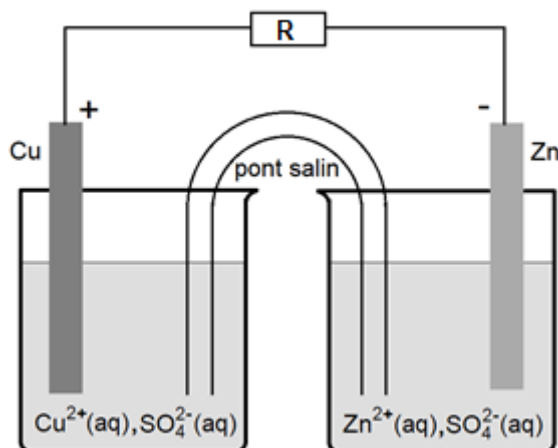
Demi-équations aux électrodes d'une pile Daniell :

Oxydation du zinc à l'anode : $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

Réduction des ions cuivre (II) à la cathode : $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Caractéristique de la pile Daniell fournie (30 minutes conseillées)



- Brancher la boîte de décades de résistance R aux bornes de la pile fournie conformément au montage schématisé ci-dessus. **A faire expérimentalement.**
- Insérer un ampèremètre permettant de mesurer l'intensité I du courant délivré par la pile et circulant dans la boîte de décades, ainsi qu'un voltmètre permettant de mesurer la tension U aux bornes de la pile. **A faire expérimentalement.**

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le montage ou en cas de difficulté	

- Compléter le tableau ci-dessous en effectuant les réglages de la résistance R de la boîte à décades et les mesures de U et de I .

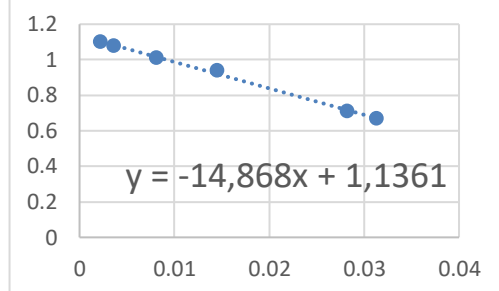
Attention fait avec des valeurs simulées, il faut entrer les valeurs expérimentales.

$R (\Omega)$	5000	3000	1000	500	250	125
I (mA)	0,22	0,36	0,81	1,45	2,82	3,1
U (V)	1,10	1,08	1,01	0,94	0,71	0,67

- Rentrer les valeurs mesurées dans un tableur-grapheur. **A faire expérimentalement.**
- Exploiter les fonctionnalités du tableur-grapheur pour modéliser la caractéristique de la pile $U = f(I)$. **A faire expérimentalement.**
- En déduire la valeur de la résistance interne r et de la tension à vide e de la pile.

$$y = -14,868x + 1,1361$$

$$U = -14,868I + 1,1361 \text{ or } U = e - r \cdot I$$



APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter l'exploitation des mesures ou en cas de difficulté	

- Noter les valeurs de la résistance interne r et de la tension à vide e ainsi obtenues :

$$r = \dots 14,868 \Omega \dots \text{ et } e = \dots 1,1361 \text{ V} \dots$$

- Comparer la valeur trouvée à la valeur de la résistance interne d'une pile alcaline donnée dans les informations mises à disposition.

La résistance interne typique d'une pile alcaline est inférieure à 1 Ω . La résistance de notre pile (14,868 Ω) est supérieure à celle d'une pile alcaline.

2. Paramètres influençant la résistance interne de la pile (30 minutes conseillées)

À l'aide des informations mises à disposition, établir la liste des paramètres qui peuvent avoir une influence sur la valeur de la résistance interne de la pile.

La résistance interne de la pile dépend de la nature et de la concentration des solutions ioniques, du type et de la composition du pont salin, ainsi que de la surface de contact entre les électrodes et les solutions.

La résistance interne d'une pile peut également être calculée grâce à la relation $r = \frac{e}{I_{cc}}$ où I_{cc} est l'intensité de court-circuit, c'est-à-dire l'intensité du courant dans un fil conducteur qui relie directement les deux électrodes de la pile. Pour déterminer par cette méthode la résistance interne de la pile fournie, suivre les étapes suivantes :

- Mesurer la tension à vide aux bornes de la pile à l'aide d'un voltmètre. **A faire expérimentalement.**
- Mesurer l'intensité de court-circuit I_{cc} en plaçant un interrupteur ouvert en série avec un ampèremètre entre les deux bornes de la pile. Fermer l'interrupteur et noter la mesure. **A faire expérimentalement.**

Remarque : veiller à ne pas faire débiter la pile trop longtemps.

Calculer r et comparer à la valeur obtenue précédemment.

$$r = \frac{e}{I_{cc}} = \frac{1,1361}{\text{Valeur mesurée}}$$

On compare ensuite avec valeur obtenue précédemment.

À l'aide du matériel mis à disposition, proposer un protocole permettant d'étudier l'influence de deux paramètres sur la valeur de la résistance interne de la pile.

Protocole expérimental

1. Influence de la concentration des solutions ioniques
 1. Préparer une solution de CuSO_4 et ZnSO_4 de concentration différente de celle utilisée.
 2. Monter la pile avec un même pont salin.
 3. Mesurer la f.é.m. e de la pile à l'aide d'un voltmètre en circuit ouvert.
 4. Relier brièvement les électrodes avec un fil conducteur et mesurer l'intensité de court-circuit I à l'aide d'un ampèremètre.
 5. Calculer r et comparer les valeurs obtenues pour différentes concentrations.
2. Influence de la nature du pont salin
 1. Utiliser les mêmes solutions que celle utilisées précédemment.
 2. Tester un autre type de pont salin que celui utilisé précédemment
 3. Mesurer la f.é.m. e de la pile à l'aide d'un voltmètre en circuit ouvert.
 4. Relier brièvement les électrodes avec un fil conducteur et mesurer l'intensité de court-circuit I à l'aide d'un ampèremètre.
 5. Calculer r et comparer les valeurs obtenues pour différentes concentrations.

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole proposé ou en cas de difficulté	

Mettre en œuvre le protocole et faire les mesures nécessaires pour compléter le tableau ci-dessous :

A faire expérimentalement.

Paramètre modifié	Paramètre 1 :	Paramètre 2 :
e (V)	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale
I_{cc} (mA)	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale
r (Ω)	Valeur expérimentale	Valeur expérimentale

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Conclure en indiquant l'influence de chaque paramètre sur la résistance interne de la pile Daniell.

On doit trouver que :

- Une concentration plus élevée des solutions de CuSO_4 et ZnSO_4 diminue la résistance interne de la pile.
- Un pont salin différent donne une résistance interne différente.

Proposer une explication sur ce qui permet de limiter la résistance interne dans la constitution d'une pile alcaline.

La pile alcaline doit utiliser des solutions concentrées avec un pont salin optimisé et avoir une grande surface de contact entre les électrodes et les solutions ce qui permet de limiter la résistance interne.

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