

SÉQUENCE 4

DÉCOUVRIR / APPRENDRE

Partie 1 : Comment prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique ?

Activité 4 : Comment fonctionne une pile électrochimique ?

Durée conseillée : 1 h 30

Objectifs :

- Illustrer un transfert spontané d'électrons par contact entre réactifs et par l'intermédiaire d'un circuit extérieur
- Réaliser une pile, déterminer sa tension à vide et la polarité des électrodes, identifier la transformation mise en jeu, illustrer le rôle du pont salin

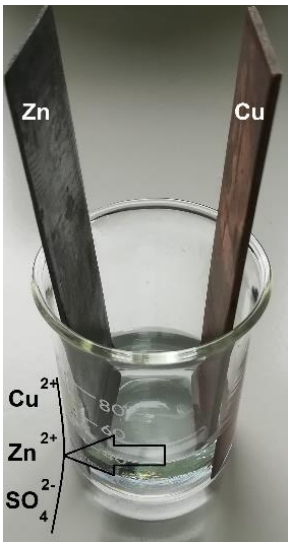
Dans cette activité, vous allez étudier une transformation s'appuyant sur une réaction d'oxydoréduction. Des résultats d'expériences vous seront présentés et devront être analysés.

A. Transfert d'électrons par contact entre réactifs

Dans un même bécher, plaçons une lame de zinc (Zn) et une de cuivre (Cu) dans un mélange de solutions aqueuses de sulfate de cuivre (Cu^{2+} , SO_4^{2-}) de couleur bleue et de sulfate de zinc (Zn^{2+} , SO_4^{2-}) incolore.

Les ions sulfate SO_4^{2-} sont dits « spectateurs » car ils ne réagissent pas. Les deux couples oxydant-réducteur mis en jeu sont $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ et $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$

Voici les photos au début puis à la fin de la transformation chimique :

Début de la transformation chimique	Fin de la transformation chimique
 Teinte bleutée de la solution	 Solution incolore Plaques de zinc oxydée

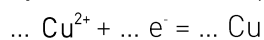
1. Pour chaque proposition ci-dessous, cocher VRAI ou FAUX.

	VRAI	FAUX
Les ions Cu^{2+} ont réagi.		
Les ions Zn^{2+} ont réagi.		
Le métal cuivre Cu a réagi.		
Le métal zinc Zn a réagi.		
Les ions SO_4^{2-} ont réagi.		

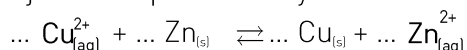
2. Cocher la bonne case à chaque fois.

	Oxydation	Réduction
Le métal zinc subit une		
Les ions Cu^{2+} subissent une		

3. Ajuster les demi-équations électroniques suivantes.



4. Ajuster l'équation d'oxydo-réduction associée à la transformation chimique mise en jeu.



La constante d'équilibre $K(T)$ de cette transformation chimique vaut $1,9 \times 10^{37}$.

5. Le quotient de réaction associé à cette transformation chimique a pour expression. Cocher l'unique bonne réponse.

$Q_r = \frac{[\text{Cu}] \times [\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}] \times [\text{Zn}]}$	
$Q_r = \frac{[\text{Cu}]}{[\text{Zn}]}$	
$Q_r = \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$	
$Q_r = \frac{[\text{Cu}^{2+}]}{[\text{Zn}^{2+}]}$	

6. En déduire la valeur du quotient de réaction initial sachant que les solutions aqueuses sont initialement à la même concentration molaire et que les masses des lames métalliques sont proches de 100 g. Cocher l'unique bonne réponse.

$Q_r = 0$	
$Q_r = 1$	
$Q_r = 100$	
$Q_r = 1,9 \times 10^{37}$	

7. Pour chaque proposition ci-dessous, cocher VRAI ou FAUX.

	VRAI	FAUX
La transformation chimique étudiée est totale.		
La transformation chimique étudiée est non totale et elle a lieu dans le sens direct.		
La transformation chimique étudiée est non totale et elle a lieu dans le sens opposé.		
Pour l'écriture de l'équation chimique, il faut utiliser $\rightarrow$		
Pour l'écriture de l'équation chimique, il faut utiliser $\rightleftharpoons$		
À la fin de la transformation chimique, la vitesse de réaction dans le sens direct est égale à la vitesse de réaction dans le sens opposé.		

8. Pour chaque espèce chimique mentionnée ci-dessous, indiquer si elle est présente ou non dans le milieu réactionnel à la fin de cette transformation chimique.

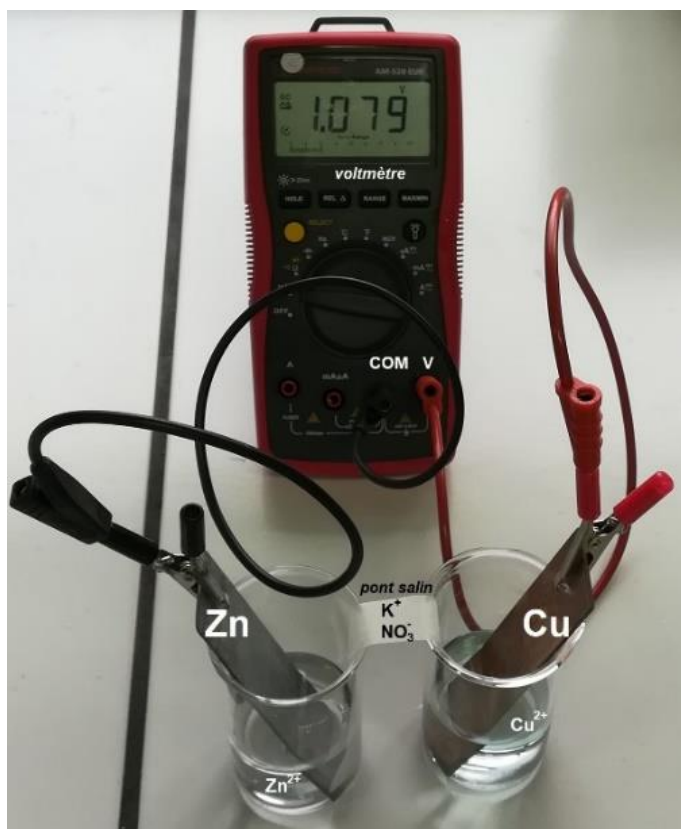
	OUI	NON
Cu^{2+}		
Cu		
Zn^{2+}		
Zn		
SO_4^{2-}		

B. Séparons les réactifs et créons une pile électrochimique

1. Principe de fonctionnement

Au lieu de mettre dans le même milieu tous les membres des couples $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ et $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$, plaçons dans deux béchers distincts ces deux couples oxydant-réducteur. Un pont salin (papier imbibé d'une solution aqueuse de nitrate de potassium contenant les ions K^+ et NO_3^-) relie les deux solutions aqueuses présentes dans les béchers. L'ensemble constitue une pile électrochimique.

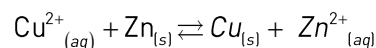
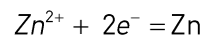
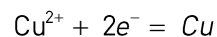
Un voltmètre est branché entre les deux lames métalliques et sa borne COM doit être branchée au pôle négatif d'une pile pour mesurer une tension électrique positive.



9. Pour chaque proposition ci-dessous, cocher VRAI ou FAUX.

	VRAI	FAUX
La tension électrique mesurée, appelée « tension à vide », est de l'ordre du millivolt.		
La tension électrique mesurée, appelée « tension à vide », est de l'ordre du volt.		
La borne positive de cette pile électrochimique est la lame de cuivre.		

Les demi-équations électroniques et l'équation chimique mises en jeu sont les mêmes que dans la première partie, dans lesquelles les réactifs sont en gras :



10. Pour chaque proposition ci-dessous, cocher VRAI ou FAUX.

	VRAI	FAUX
Des électrons passent de la lame de cuivre à la lame de zinc, via le voltmètre.		
L'oxydation des atomes de cuivre libère des électrons.		
Les électrons arrivent au niveau de la lame de cuivre et sont captés par les ions Cu^{2+} .		
Tout électron donné dans un compartiment est capté par l'autre.		
Les électrons circulent dans le pont salin.		

11. On schématise cette pile de la façon suivante $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ où le pont salin est symbolisé par $//$.

Pour chaque proposition ci-dessous, cocher VRAI ou FAUX.

	VRAI	FAUX
Cette schématisation indique au début la borne négative.		
Cette schématisation indique les deux demi-piles mises en jeu.		
Cette schématisation indique les deux ions au contact du pont salin.		

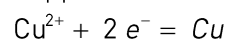
2. Rôle du pont salin

Le pont salin est retiré du montage expérimental précédent et voici la mesure effectuée :

Toute solution aqueuse doit être électriquement neutre, ce qui impose que les cations et anions présents se neutralisent globalement.

Le pont salin, papier imbibé d'une solution aqueuse de nitrate de potassium contenant les ions K^+ et NO_3^- permettait d'assurer cette électroneutralité.

Rappels avec les réactifs en gras :



12. Pour chaque proposition ci-dessous, cocher VRAI ou FAUX.

	VRAI	FAUX
Sans pont salin, des électrons passent de la lame de cuivre à la lame de zinc, via le voltmètre.		
Sans pont salin, la pile électrochimique ne débite pas d'électron.		
Même si la tension électrique est nulle, les ions Cu^{2+} sont toujours réduits.		

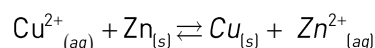
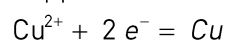
13. Compléter le tableau ci-dessous avec les **chiffres** adéquats lorsque le pont salin est à nouveau en place et que la tension électrique mesurée est de l'ordre du volt.

	ion(s) K^+	ion(s) NO_3^-
Lorsqu'un ion Cu^{2+} est réduit en atome de cuivre Cu dans le compartiment du cuivre, indiquer ci-après le nombre du(des) ion(s) passant du pont salin à ce compartiment pour y assurer l'électroneutralité.		
Lorsqu'un atome de zinc Zn est oxydé en ion Zn^{2+} dans le compartiment du zinc, indiquer ci-après le nombre du(des) ion(s) passant du pont salin à ce compartiment pour y assurer l'électroneutralité.		

3. Usure et capacité électrique d'une pile

Toute pile a une capacité électrique dépendant du nombre d'électrons pouvant être échangés d'un compartiment à l'autre de la pile. À une mole d'électrons échangés correspond une capacité électrique Q , exprimée en coulomb, de 96 500 C.

Rappels avec les réactifs en gras :



Considérons que la transformation chimique soit **quasi totale** (valeur très élevée de $K(T) = 1,9 \times 10^{37}$) et que dans les conditions initiales les métaux sont en excès et qu'une millimole de chaque ion (Cu^{2+} et Zn^{2+}) est présente. Le pont salin contient suffisamment d'ions pour assurer l'électroneutralité des demi-piles au cours du fonctionnement.

14. Estimer les quantités de matière pour chaque ion à l'état final et la quantité de matière maximale d'électrons échangés. Compléter le tableau ci-dessous en indiquant uniquement les valeurs demandées.

Quantité de matière de Cu^{2+} (mmol)	Quantité de matière de Zn^{2+} (mmol)	Quantité de matière en électrons échangés (mmol)

15. Calculer la capacité électrique Q de cette pile, exprimée en coulomb (C). Indiquer la valeur calculée, à l'unité près ci-dessous.

Valeur de Q (en C)	
----------------------	--