




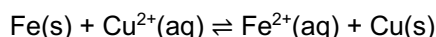
T ^{ale} Spé	Chap 4	ÉVOLUTION SPONTANÉE D'UN SYSTÈME CHIMIQUE
Activité C	Transfert spontané d'électrons	
CAPACITES EXIGIBLES AU BACCALAUREAT		
	Illustrer un transfert spontané d'électrons par contact entre réactifs et par l'intermédiaire d'un circuit extérieur.	
	Réaliser une pile, déterminer sa tension à vide et la polarité des électrodes, identifier la transformation mise en jeu, illustrer le rôle du pont salin.	
	Modéliser et schématiser, à partir de résultats expérimentaux, le fonctionnement d'une pile.	

De nombreux objets du quotidien utilisent de l'énergie électrique pour fonctionner. Une pile est une source d'énergie autonome.

Quel est le principe de fonctionnement d'une pile ?

A. Transfert spontané d'électrons par contact entre réactifs

D'après les couples oxydant / réducteur $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) / \text{Cu}$ et $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) / \text{Fe}$, il est possible d'envisager l'équilibre chimique suivant :



La constante d'équilibre de cette réaction est égale à $K = 1,0 \times 10^{26}$.

Réaliser le protocole expérimental décrit dans le document 1.

Document 1 : Protocole expérimental	
<ul style="list-style-type: none"> - Dans un bécher de 100 mL en verre, introduire à l'aide d'une éprouvette environ 20 mL de solution de sulfate de cuivre (la couleur bleue de la solution est due à la présence d'ions Cu^{2+}) à la concentration $c = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et 20 mL de solution de sulfate de fer (contenant des ions Fe^{2+}) à la concentration $c = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Agiter à l'aide d'une tige en verre. - Remplir environ la moitié de deux tubes à l'aide de la solution. L'un des deux tubes à essai servira de témoin. - Dans l'autre tube à essai, introduire un morceau de tournure de cuivre (constitué d'atomes de cuivre Cu) et un morceau de laine de fer (constituée d'atomes de fer Fe). Laisser agir quelques minutes. 	

A.1.a. Calculer la valeur du quotient de réaction initial $Q_{r,i}$.

A.1.b. En déduire si le système évolue dans le sens direct ou le sens inverse de l'équilibre chimique. Justifier la réponse.

Analyser	- Faire des prévisions à l'aide d'un modèle	D	C	B	A
----------	---	---	---	---	---

A.2. Au bout de quelques minutes, observer la laine de fer, la tournure de cuivre et la coloration de la solution à la fin de la transformation. Les observations expérimentales sont-elles compatibles avec les prévisions de la question **A.1.b.** ?

Valider	- Confronter un modèle à des résultats expérimentaux	D	C	B	A
---------	--	---	---	---	---

A.3.a. La flèche sur la fig. 1 ci-contre indique le sens du transfert de la particule impliquée lors d'une réaction d'oxydo-réduction. Compléter la fig. 1 en indiquant le symbole de cette particule, ainsi que les deux réactifs qui sont représentés par deux cercles en contact.

A.3.b. Où précisément s'est effectué ce transfert de particule dans le mélange réactionnel ?

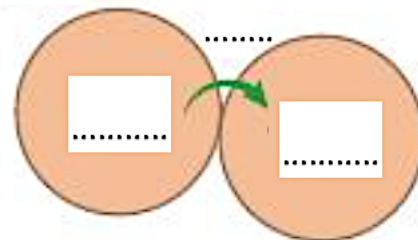


Fig. 1 : transfert de particule entre les deux réactifs

Capacité exigible	- Illustrer un transfert spontané d'électrons par contact entre réactifs	D	C	B	A
-------------------	--	---	---	---	---

B. Transfert spontané d'électrons par l'intermédiaire d'un circuit extérieur

Dans l'expérience précédente, le transfert spontané d'électrons nécessitait un **contact** direct entre le réducteur et l'oxydant. Il peut être intéressant de séparer les deux réactifs tout en permettant le transfert d'électrons par l'intermédiaire d'un circuit extérieur (fig. 2).

Ceci permet de provoquer un déplacement d'électrons dans un circuit, donc de créer un courant électrique.

Un des moyens d'y parvenir est réaliser le dispositif présenté dans le document 2 : il s'agit en fait de la réalisation d'une pile.

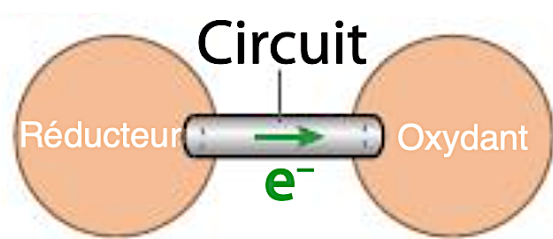


Fig. 2 : transfert d'électrons par un circuit extérieur

• Réalisation de la pile Cu / Fe

Document 2 : Constitution d'une pile Cu / Fe


Chaque lame métallique (lame de cuivre et lame de fer) constitue une des **électrodes** de la pile, c'est-à-dire un de ses pôles. La lame de cuivre plonge dans un volume $V = 40\text{ mL}$ d'une solution de sulfate de cuivre (II) à la concentration de $0,10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et constitue une demi-pile. La lame de fer plonge dans un volume $V = 40\text{ mL}$ d'une solution de sulfate de fer (II) à la concentration de $0,10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et constitue une deuxième demi-pile.


Un pont salin relie les deux demi-piles : Le pont salin est obtenu en trempant à l'aide d'une pince un morceau de papier filtre (de 15 cm de long environ) dans un verre de montre contenant une solution de chlorure de potassium ($\text{K}^+ + \text{Cl}^-$).

B.1. A l'aide du document 2 et du matériel à disposition, réaliser une pile Cu / Fe.

Prendre en photo votre pile et la poster sur <i>Quizinière</i>					
Capacité exigible	- Réaliser une pile	D	C	B	A

• Etude du fonctionnement de la pile en circuit fermé

B.2. En complétant le schéma de la pile Cu / Fe du document 2, proposer un montage permettant de faire débiter la pile dans une résistance R de $10\ \Omega$ (de symbole ) et prévoir un

ampèremètre (de symbole ) afin de mesurer l'intensité du courant I . On rappelle qu'un ampèremètre se branche en série à l'aide des bornes mA et COM (ici la borne 10A n'est pas adaptée à la mesure du courant faible de la pile). Etant donné qu'on ne connaît pas les pôles \oplus et $-$ de la pile, choisir au hasard le sens de branchement de l'ampèremètre et indiquer les bornes mA et COM sur votre schéma.





Mesurer une intensité

B.3. Réaliser le montage électrique correspondant à votre schéma puis, en choisissant le calibre approprié, mesurer l'intensité I du courant électrique.

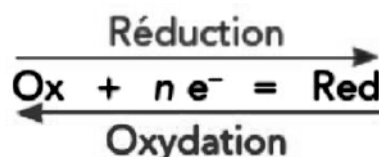
Réaliser	- Écrire le résultat d'une mesure	D	C	B	A
----------	-----------------------------------	---	---	---	---

B.4. A l'aide du **document 3** ci-dessous, en déduire le sens réel du courant I en rouge sur votre schéma ainsi que les pôles \oplus et $-$ de la pile. De même, indiquer en noir le sens de déplacement des électrons (notés e^-) dans les fils électriques et dans les électrodes.

Document 3 : Sens circulation du courant électrique et des porteurs de charge	
<p>Dans un circuit électrique, le courant électrique I circule toujours du pôle positif \oplus du générateur vers son pôle négatif $-$. Les électrons (qui circulent exclusivement dans les fils électriques) et les anions (qui circulent exclusivement dans les solutions ioniques) se déplacent dans le sens contraire du courant électrique, alors que les cations (qui circulent exclusivement dans les solutions ioniques) se déplacent dans le même sens.</p> <p>Pour obtenir un affichage positif sur l'ampèremètre, le courant doit entrer par la borne notée mA (ou 10A) et sortir par la borne COM (noire) comme représenté ci-dessous. Si le branchement est inversé, alors l'affichage du courant sera négatif...</p>	 <div style="text-align: right; padding-top: 10px;">  <p>Sens conventionnel du courant.</p> </div>

Les couples rédox mis en jeu dans cette pile sont $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ et $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$.

Une demi-équation peut s'écrire dans les deux sens : dans un sens, il s'agit d'une réaction d'oxydation et dans l'autre sens d'une réaction de réduction (voir ci-contre).



B.5.a. D'après votre schéma, vers quelle électrode **se dirigent** les électrons ? On appelle cette électrode **la cathode**. En déduire la nature de la réaction qui se produit à la cathode et écrire (dans le bon sens) la demi-équation rédox correspondante.

En cas de difficulté, vous avez la possibilité de venir au bureau professeur pour scanner la solution partielle 1, puis la solution partielle 2 si nécessaire.

B.5.b. D'après votre schéma, de quelle électrode **partent** les électrons ? On appelle cette électrode **l'anode**. En déduire la nature de la réaction qui se produit à l'anode et écrire (dans le bon sens) la demi-équation rédox correspondante.

B.5.c. Additionner les deux demi-équations pour obtenir l'équation chimique de fonctionnement de la pile.

Capacité exigible	- Identifier la transformation mise en jeu dans une pile	D	C	B	A
--------------------------	--	---	---	---	---

B.6. Indiquer le sens de déplacement de tous les porteurs de charge (cations et anions) en solution dans le bécher et dans le pont salin. On utilisera un code couleur : rouge pour les cations et noir pour les anions.

Prendre en photo votre schéma de pile complété (document 2) et le poster sur Quizinière					
S'approprier	- Représenter la situation par un schéma	D	C	B	A

L'équation chimique de fonctionnement de la pile est la même équation de réaction que celle de la partie A. La constante de réaction est donc aussi $K = 1,0 \times 10^{26}$.

B.7. Calculer le quotient de réaction initial $Q_{r,i}$. La pile en fonctionnement est-elle un système à l'équilibre ou hors équilibre ? Quand la pile sera usée, que vaudra le quotient de réaction Q_r ?

Capacité exigible	- Déterminer la valeur du quotient de réaction à l'état final d'un système.	D	C	B	A
--------------------------	---	---	---	---	---

B.8.a. Comment évolue la concentration $[\text{Fe}^{2+}]$ en ions Fe^{2+} et la concentration $[\text{Cu}^{2+}]$ en ions cuivre Cu^{2+} ?

B.8.b. Retirer le pont salin. Que constate-t-on ? Remplacer le pont salin pour la suite.

B.8.c. Expliquer comment le pont salin assure l'électroneutralité de chaque solution dans les deux béchers.

En cas de difficulté, vous avez la possibilité de venir au bureau professeur pour scanner la solution partielle 3

Analyser	- Illustrer le rôle du pont salin et justifier son utilisation	D	C	B	A
-----------------	--	---	---	---	---

• Etude du fonctionnement de la pile en circuit ouvert

L'étude en circuit ouvert signifie que **la pile ne débite pas de courant dans un récepteur**. Il existe cependant une **tension** aux bornes de la pile (c'est-à-dire une différence de potentiel électrique entre les deux électrodes) appelée **tension à vide** et notée E .

B.9.a. Réaliser un montage permettant de mesurer la tension à vide de la pile E à l'aide d'un voltmètre. On rappelle qu'un voltmètre se branche à l'aide des bornes V et COM. **En choisissant le calibre approprié**, mesurer la tension à vide de la pile en précisant son signe.

B.9.b. A l'aide du **document 4**, identifier le pôle positif et le pôle négatif de la pile. Est-ce en accord avec les résultats précédents ?



Mesurer une tension

Document 4 : Tension à vide et polarité

Si la tension à vide mesurée par le voltmètre est positive, alors la borne V a bien été reliée au pôle \oplus de la pile.
Si la tension à vide mesurée par le voltmètre est négative, alors la borne V a bien été reliée au pôle $-$ de la pile.

Analyser	- Déterminer la tension à vide et la polarité des électrodes d'une pile	D	C	B	A
-----------------	---	----------	----------	----------	----------

C. Réalisation d'une pile Cuivre / Argent

C.1. Réaliser une pile cuivre / argent avec des concentrations en ions égales à $[\text{Cu}^{2+}] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et $[\text{Ag}^+] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

C.2. Mesurer la tension à vide et à partir de la tension mesurée, identifier le pôle positif \oplus et le pôle négatif $-$ de la pile en justifiant la réponse.

C.3. Schématiser la pile lorsque la pile débite dans une résistance. Indiquer le sens du courant électrique, le sens du déplacement des électrons et des ions en solution.

C.4. Écrire les équations des réactions aux électrodes lorsque la pile débite, identifier le nom des électrodes et en déduire l'équation de la réaction de pile.

Réaliser	- Déterminer la tension à vide et la polarité des électrodes d'une pile	D	C	B	A
Analyser	- Schématiser à partir de résultat expérimentaux, le fonctionnement d'une pile.	D	C	B	A
Analyser	- Identifier la transformation mise en jeu dans une pile	D	C	B	A
Communiquer	- Rédiger de manière argumentée en utilisant un vocabulaire adapté.	D	C	B	A