

Pédagogie différenciée : un exemple concret en Physique et en Chimie

René CAHAY, Maryse HONOREZ, Brigitte MONFORT, François REMY, Jean THERER

A. Introduction

Suite à nos [recherches sur les styles d'enseignement et sur les styles d'apprentissage](#), il nous a paru intéressant de proposer deux exemples concrets de démarches d'enseignement qui prennent en compte les caractéristiques principales d'un des quatre styles d'apprentissage préférentiel.

Ces exemples concernent :

- **en physique**, une expérience d'électrostatique intitulée « Et la lumière fut !... » en relation avec la notion de champ électrique et de décharge électrique dans le gaz ;
- **en chimie**, la découverte d'une pile électrique.

Il va de soi que l'esprit des quatre démarches décrites ici est transposable aux expériences intervenant dans l'enseignement des sciences et constitue une approche pour une pédagogie différenciée.

Ces démarches ont été élaborées de manière à :

- 1) intéresser et motiver les élèves qui ont un style d'apprentissage préférentiel identique à celui pour lequel la démarche a été élaborée ;
- 2) développer ce style d'apprentissage chez les élèves dont ce n'est pas le style dominant.

Au cours d'une enquête exploratoire, les quatre démarches ont pu être testées dans quelques classes de l'enseignement secondaire et de l'enseignement supérieur pédagogique.

Selon la démarche utilisée par l'enseignant pour présenter le problème ou l'expérience, nous avons fait l'hypothèse qu'au sein d'une même classe, certains élèves seraient plus intéressés que d'autres.

Les observations et interviews ont confirmé cette hypothèse.

Pour l'enseignant, l'important est donc de ne pas se tenir à un seul type de démarche s'il veut que tous les élèves trouvent un intérêt à ce qu'il enseigne. En outre, il veillera à tenir compte des représentations des élèves émergeant au cours des discussions.

B. Schémas de démarches adaptées aux différents styles d'apprentissage
Application à une fiche d'expérience de physique [« Et la lumière fut »](#)

René CAHAY, Maryse HONOREZ, Brigitte MONFORT, François REMY, Jean THERER

Objectif commun aux 4 démarches:

Pouvoir : - schématiser la répartition des lignes de force du champ électrique autour d'une sphère chargée électriquement ;
- expliquer le comportement d'un tube fluorescent dans ce champ électrique.

1) Démarche d'enseignement élaborée pour le style d'apprentissage
« intuitif réflexif »

a. L'enseignant réalise la démonstration sans explication préalable.

Il commence avec le tube fluorescent perpendiculaire à la sphère électriquement chargée, puis le fait pivoter pour le placer tangentielllement à celle-ci.

➤ *Questions posées par l'enseignant après la manipulation:*

- Qu'avez-vous observé ?
- Expliquez vos observations (surtout, pourquoi le tube fluorescent s'allume-t-il quand il est perpendiculaire à la sphère et pas quand il lui est tangent).

➤ *Moment de réflexion et de discussion*

(Comprendre le montage, la charge de la sphère, l'existence du champ électrique et sa distribution, la position des électrodes du tube fluorescent dans le champ).

b. A partir de la situation expérimentale observée, les élèves réalisent un schéma représentant les lignes de force du champ électrique et tentent d'expliquer le comportement du tube fluorescent.

2) Démarche d'enseignement élaborée pour le style d'apprentissage
« méthodique réflexif »

a. L'enseignant décrit le montage qui sera utilisé et pose les questions suivantes avant d'effectuer la manipulation en démonstration :

➤ *Questions posées par l'enseignant :*

- Que se passe-t-il dans l'environnement de la sphère lorsqu'elle est chargée ?
- Comment représente-t-on cela schématiquement ? (schéma à réaliser par les élèves)
- Si on approche un tube fluorescent perpendiculairement à la sphère, que va-t-il se passer ?

➤ *Moment de réflexion et de discussion.*

b. L'enseignant réalise l'expérience (tube perpendiculaire à la sphère).

Questions posées par l'enseignant :

- Pourquoi le tube s'allume-t-il ?

➤ *Moment de réflexion et discussion*

(raccrocher l'explication au schéma dessiné précédemment)

- Si on approche le tube fluorescent tangentiellement à la sphère, que va-t-il se passer ?

➤ *Moment de réflexion et de discussion.*

c. L'enseignant réalise l'expérience (tube tangentiellement à la sphère).

➤ *Moment de réflexion et de discussion.*

(raccrocher l'explication au schéma réalisé précédemment).

3) Démarche d'enseignement élaborée pour le style d'apprentissage
« intuitif pragmatique »

➤ Le matériel suivant est mis à la disposition des élèves:

- générateur électrostatique ;
- sphères de polystyrène ;
- câbles électriques ;
- tubes fluorescents ;
- statifs isolants et/ou tuyaux isolants ;
- papier aluminium ;
- tuyaux isolants ou pinces en bois pour tenir les tubes fluorescents.

Consigne : lors des expériences, toujours tenir le tube fluorescent par le milieu à l'aide de la pince isolante .

➤ *Questions préalables posées par l'enseignant:*

- Comment charger électriquement une sphère de polystyrène ?

- Quel montage adopter pour que chaque groupe d'élèves puisse disposer d'une sphère chargée et ainsi travailler en même temps (montage en parallèle des sphères*) ?

➤ *Moment de réflexion et de discussion.*

Les élèves réalisent la manipulation sans protocole détaillé pour résoudre ces questions afin d'arriver à:

- Charger électriquement les sphères de polystyrène
- Allumer le tube fluorescent en l'approchant d'une sphère et donner une explication des observations à l'aide d'un schéma.

Lorsque les élèves ont réussi à allumer le tube fluorescent, l'enseignant pose la question suivante:

- pourquoi le tube fluorescent ne s'allume-t-il pas lorsqu'il est placé tangentiellement à la sphère?

Les élèves peuvent vérifier expérimentalement cette affirmation. Ils donneront leur interprétation sur base du schéma réalisé ci-avant.

4) Démarche d'enseignement élaborée pour le style d'apprentissage « méthodique pragmatique »

Les élèves réalisent la manipulation avec un protocole détaillé (cf. l'encadré ci-dessous).

Le matériel suivant est mis à leur disposition :

- générateur électrostatique ;
- sphères de polystyrène enrobées d'aluminium ;
- fils métalliques isolés ;
- tubes fluorescents ;
- statifs isolants et/ou tuyaux isolants ;
- tuyaux isolants ou pinces en bois pour tenir les tubes fluorescents.

Fournir aux élèves le schéma du montage des sphères en parallèle (*) pour que tous puissent travailler en même temps.

➤ Protocole donné aux élèves :

Consigne : lors des expériences, toujours tenir le tube fluorescent par le milieu, à l'aide de la pince isolante.

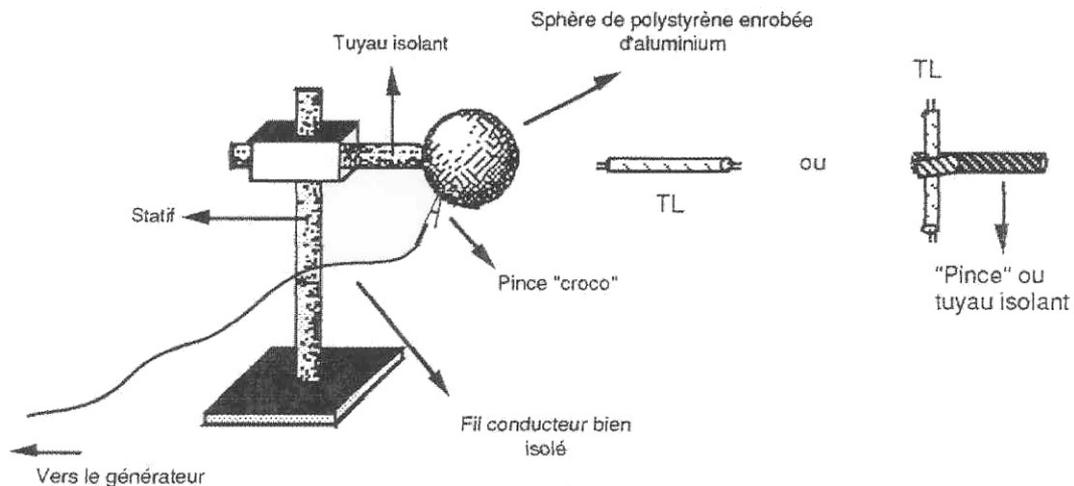
- Fixez la sphère sur le statif et la raccorder au générateur.
- Actionnez le générateur.
- Approchez le tube fluorescent perpendiculairement à la sphère ...
Qu'observe-t-on ?
- Approchez le tube tangentiellement à la sphère ...
Qu'observe-t-on ?

Expliquez ces observations à l'aide de schémas.

(*) Si l'on utilise des montages de sphères en parallèle en se servant des deux pôles du générateur de Wimshurst : voir la première remarque de la fiche d'expérience « Et la lumière fut » page 5.

ET LA LUMIÈRE FUT !

A partir d'une idée de <http://www.eskimo.com/~billb/emotor/vdgdemo.html>



MATERIEL

- Un générateur de Wimshurst
- Une sphère de polystyrène ($\varnothing = 6$ cm) enrobée d'une feuille d'aluminium et fixée à un tuyau isolant
- Un tube fluorescent (TL) (14 cm / 4 W ou 21 cm / 6 W)
- Une « pince » isolante ou un tuyau isolant fendu pour tenir le tube fluorescent par le milieu
- Un fil conducteur bien isolé pour raccorder la sphère à un pôle du générateur
- Un fil de mise à la terre pour y raccorder l'autre pôle du générateur
- Trois pinces « crocodiles »

MONTAGE ET FONCTIONNEMENT

Relier un des pôles du générateur à la sphère de polystyrène enrobée de la feuille d'aluminium et fixée au statif.

Relier l'autre pôle du générateur à la terre.

Maintenir le tube fluorescent à l'aide d'une « pince » isolante.

Approcher le tube perpendiculairement à la sphère... le tube « s'allume ».

Approcher le tube tangentielllement à la sphère... le tube ne « s'allume » pas.

NB

Si l'on dispose d'un générateur de Van De Graaff, on peut utiliser directement la sphère du générateur.

EXPLICATION

- Lorsque le tube est approché perpendiculairement à la surface de la sphère chargée, les lignes de force du champ électrique entourant la sphère sont pratiquement dans l'axe du tube.

En outre, la valeur de ce champ électrique va croissant au fur et à mesure que l'on s'approche de la sphère.

Si le champ est suffisant, les électrons libres présents dans le gaz contenu dans le tube peuvent gagner assez d'énergie cinétique pour ioniser les atomes et molécules de ce gaz ; la décharge lumineuse s'amorce alors.

Cette expérience peut également s'expliquer par la différence de potentiel aux bornes du tube.

- Lorsque le tube est placé tangentiellement à la surface de la sphère chargée, les lignes de force du champ électrique sont transversales par rapport au tube ; il n'y a pas de composante du champ dans l'axe du tube, donc pas de possibilité d'accélérer les électrons libres pour ioniser le gaz présent et la décharge lumineuse ne peut s'amorcer.

Autre explication : les deux électrodes du tube se situent en deux points d'une surface équipotentielle entourant la sphère.

REMARQUES

- Pour augmenter le nombre de sphères chargées disponibles ($\varnothing = 6$ cm) pour les élèves, on peut utiliser les deux pôles du générateur de Wimshurst en y raccordant des « grappes » de sphères en parallèle. Attention, les observations relatives à la localisation de la lumière à l'intérieur du tube seront différentes d'une « grappe » à l'autre puisque les champs électriques autour des sphères y seront inversés.

Dans une décharge lumineuse à courant continu dans un gaz à basse pression, la lumière est émise en priorité près de l'électrode du tube qui est au potentiel le plus bas.

- Si on approche une extrémité du tube suffisamment près d'une sphère chargée, on observe une étincelle dans l'air.

L'interprétation est la même que celle donnée pour l'intérieur du tube (voir ci-dessus).

Le potentiel de rupture dans l'air est de 23,2 kV par cm dans des conditions normales de température, de pression et d'humidité ; en pratique, cette valeur est souvent inférieure (humidité élevée, poussières, ...)

C. Schémas de démarches adaptées aux différents styles d'apprentissage Application à la découverte des piles en chimie

René CAHAY, Maryse HONOREZ, Brigitte MONFORT, François REMY, Jean THERER

Objectif commun aux quatre démarches :

Pouvoir : - expliquer ce qu'est une pile (*générateur de courant électrique*)
- énumérer les composants indispensables pour réaliser une pile

1) Démarche d'enseignement élaborée pour le style d'apprentissage « intuitif réflexif »

Les élèves font appel à l'expérience vécue et intègrent différentes données pour trouver la réponse au problème posé.

a. Lors de cette leçon, les élèves sont invités à citer des objets qui fonctionnent avec une pile. Exemples : montre ou réveil, lampe de poche, balance électronique, téléphone portable, lecteur mp3.

Les élèves doivent s'interroger sur la diversité des piles alimentant ces objets. Ils seront amenés à faire la distinction entre pile « jetable » et pile « rechargeable » (accumulateur).

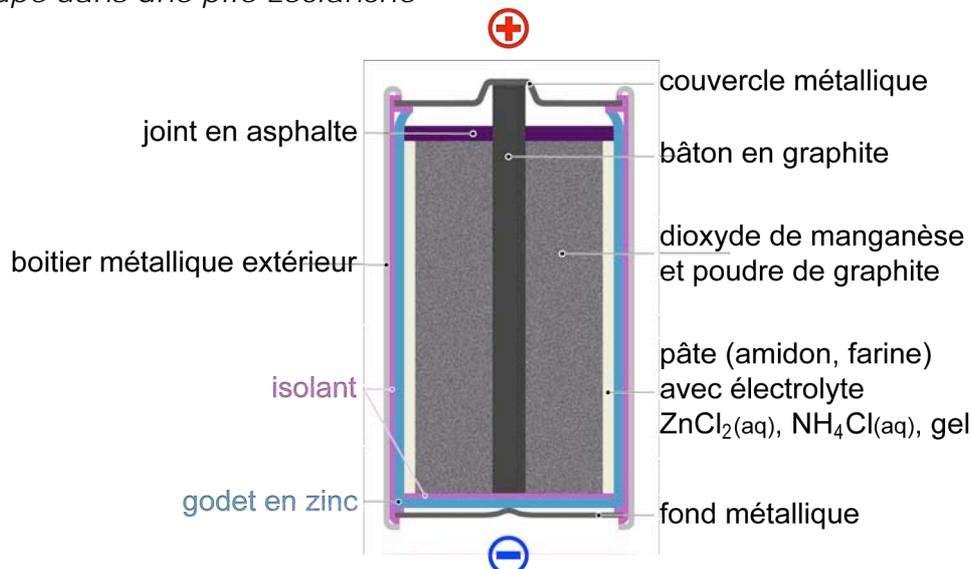
➤ *Moment de réflexion et de discussion au cours duquel l'enseignant pose les questions :*

- Qu'est-ce qu'une pile
- Que faut-il pour réaliser une pile ?

L'essentiel est que les élèves s'interrogent, qu'ils fassent appel à leurs connaissances extrascolaires.

b. L'enseignant présente aux élèves le schéma détaillé d'une pile Leclanché commerciale et les invite à identifier les éléments de base indispensables pour réaliser une pile.

Coupe dans une pile Leclanché



En conclusion, l'enseignant présente une figure avec une série d'éléments séparés :

- lames métalliques (zinc, cuivre)
- bouchon
- bâton de graphite
- fils métalliques dénudés
- aimant
- bécher de 100 mL
- solution diluée d'acide sulfurique (par exemple 0,1 mol/L)
- bougie.

Il demande d'en extraire les éléments pertinents et de réaliser le schéma d'une pile qui fonctionne.



2) Démarche d'enseignement élaborée pour le style d'apprentissage « méthodique réflexif »

➤ *Moment de réflexion et de rédaction*

A partir des six schémas proposés, les élèves doivent répondre individuellement aux questions suivantes en remplissant le tableau qui suit les schémas :

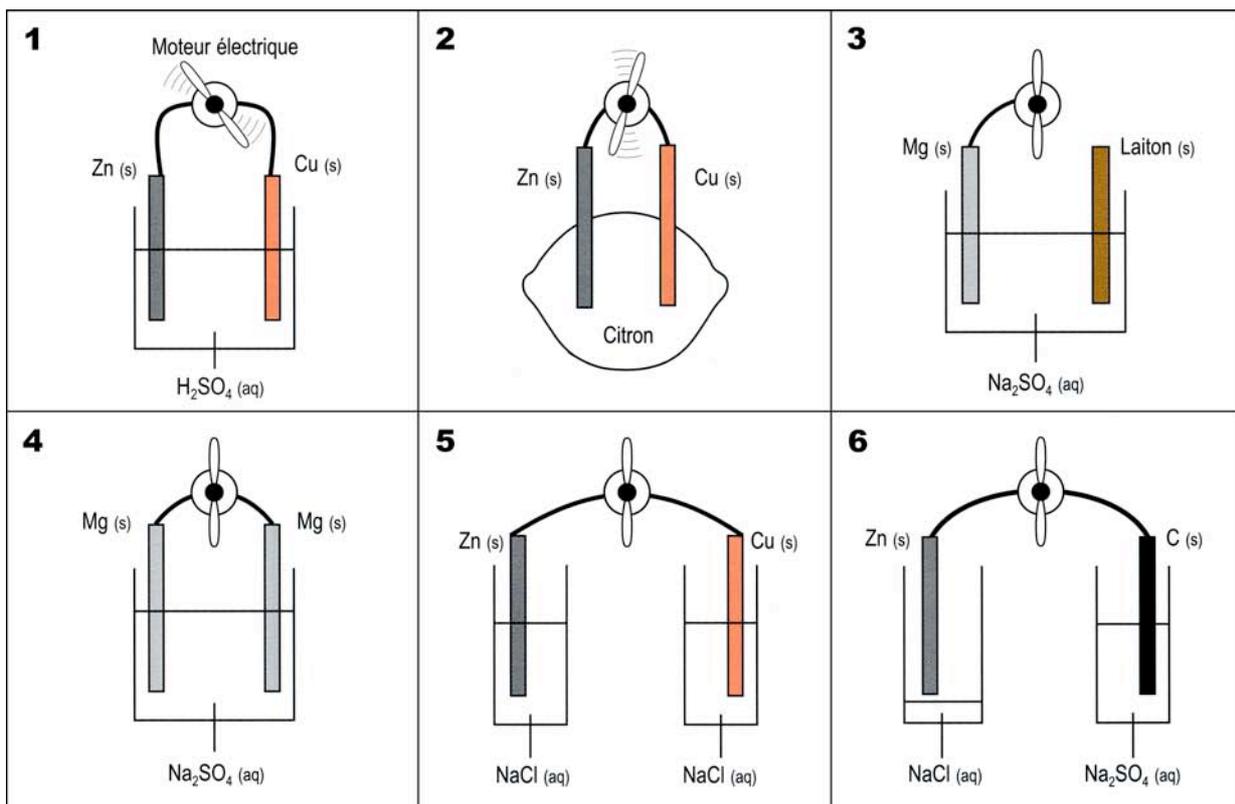
- Les schémas donnés définissent-ils : - une pile ?
 - une pile en fonctionnement normal ?
 - une pile en circuit ouvert ?

NB

- Si les deux électrodes ne sont pas connectées, la pile est dite « **en circuit ouvert** ».

- Une pile est dite « **en fonctionnement normal** » lorsque le circuit qu'elle alimente présente une résistance appréciable (moteur, carte musicale, horloge électronique ...).

- Si cette résistance est négligeable (fil conducteur reliant directement les deux électrodes), la pile est dite « **en court-circuit** ». Cette situation est à éviter car la pile s'épuise très rapidement.



➤ *Moment de réflexion et de discussion*

Sous la guidance de l'enseignant, les élèves confronteront ensuite leurs réponses avec celles de leurs condisciples.

<p align="center">S'agit-il d'une pile ?</p> <p>- Si OUI, justifie.</p> <p>- Si NON, propose une adaptation pour obtenir une pile.</p>	<p align="center">La pile ou la pile « adaptée » est-elle :</p> <p>- en fonctionnement normal - en circuit ouvert</p> <p align="center">Justifie.</p>
<p>Schéma 1. OUI / NON</p> <p><i>Deux métaux différents plongent dans une solution électrolytique (ionique).</i></p>	<p><i>Il s'agit d'une pile en fonctionnement normal : deux métaux différents (électrodes) sont reliés à un moteur et la pile débite pour actionner le moteur.</i></p>
<p>Schéma 2. OUI / NON</p> <p><i>Deux métaux différents plongent dans une solution électrolytique (ionique), ici, le jus de citron.</i></p>	<p><i>Il s'agit d'une pile en fonctionnement normal : deux métaux différents (électrodes) sont reliés à un moteur et la pile débite pour actionner le moteur.</i></p>
<p>Schéma 3. OUI / NON</p> <p><i>Deux métaux différents plongent dans une solution ionique (ici, une solution aqueuse de sulfate de sodium).</i></p>	<p><i>La pile est en circuit ouvert : Une des deux électrodes n'est pas connectée au moteur).</i></p>
<p>Schéma 4. OUI / NON</p> <p><i>Deux métaux identiques plongent dans une même solution.</i></p> <p>→ Remplacer une des électrodes en magnésium par un autre métal, le cuivre par exemple.</p>	<p><i>La pile « adaptée » sera en fonctionnement normal : deux métaux différents (électrodes) plongeant dans une solution ionique, sont connectés aux bornes d'un moteur.</i></p>
<p>Schéma 5. OUI / NON</p> <p><i>Les lames de zinc et de cuivre plongent dans deux solutions séparées, non reliées entre elles par un pont (une jonction) électrolytique.</i></p> <p>→ Relier les deux compartiments par un pont (une jonction) électrolytique*.</p>	<p><i>La pile « adaptée » sera en fonctionnement normal : cfr 4. ci-dessus</i></p>
<p>Schéma 6. OUI / NON</p> <p><i>La lame de zinc ne plonge pas dans la solution de NaCl. Si elle plongeait, on se retrouverait dans le cas précédent.</i></p> <p>→ Ajouter un volume suffisant d'une solution de NaCl pour que la lame de zinc y plonge;</p> <p>→ Ensuite placer un pont (une jonction) électrolytique entre les deux compartiments *</p>	<p><i>La pile « adaptée » sera en fonctionnement normal : cfr 4. ci-dessus</i></p>
<p><i>* On pourrait supprimer le pont en plongeant les deux électrodes dans un des deux récipients !</i></p>	

3) Démarche d'enseignement élaborée pour le style d'apprentissage « intuitif pragmatique »

Les élèves réalisent des manipulations sans protocole pré-établi ; ils passent directement à l'expérimentation.

➤ *Problème principal :*

Avec le matériel fourni, les élèves ont une seule consigne :

- réaliser une pile pour faire fonctionner une horloge électronique ou une carte musicale (voir à la page suivante les adaptations à y apporter) ;
- faire un schéma de la pile réalisée.

➤ *Le matériel suivant est mis à leur disposition :*

a) Pile de Volta :

- 2 rubans (ou fils) de magnésium/2 lames de zinc
- 2 fils de cuivre
- 1 carte musicale et/ou 1 horloge électronique
- 2 pommes de terre
- du matériel électrique (fils, pinces croco)
- 1 voltmètre électronique

b) Pile scolaire :

- 1 taille crayon en magnésium
- 1 crayon
- 1 boîte de Pétri
- 1 carte musicale et/ou 1 horloge électronique
- du matériel électrique (fils, pinces croco)
- 1 voltmètre électronique
- 1 solution aqueuse de chlorure de sodium ($c = 1 \text{ mol/dm}^3$)

c) Pile à 4 sous (proposée après les deux autres s'il reste du temps) :

- 4 pièces de 5 cents
- des morceaux de feuille d'aluminium
- des morceaux de carton ou de papier buvard
- 1 solution aqueuse de chlorure de sodium ($c = 1 \text{ mol/dm}^3$)
- 1 horloge électronique
- 1 voltmètre électronique
- 1 boîte de Pétri ou 1 cristalliseur
- 1 pince à linge dans laquelle sont fixés deux fils électriques partiellement dénudés



➤ *Question de « stimulation » :*

A l'issue de leurs expériences, les élèves devront pouvoir répondre à la question :
Quels sont les éléments indispensables pour réaliser une pile.

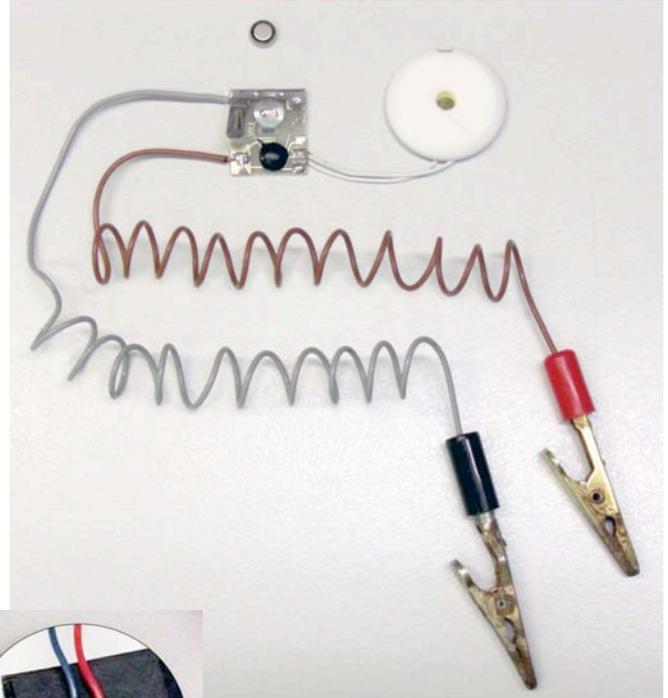
Carte musicale et horloge électronique

L'utilisation d'une horloge électronique ou d'une carte musicale (fonctionnant avec une seule pile) nécessite une adaptation préalable à leur utilisation.

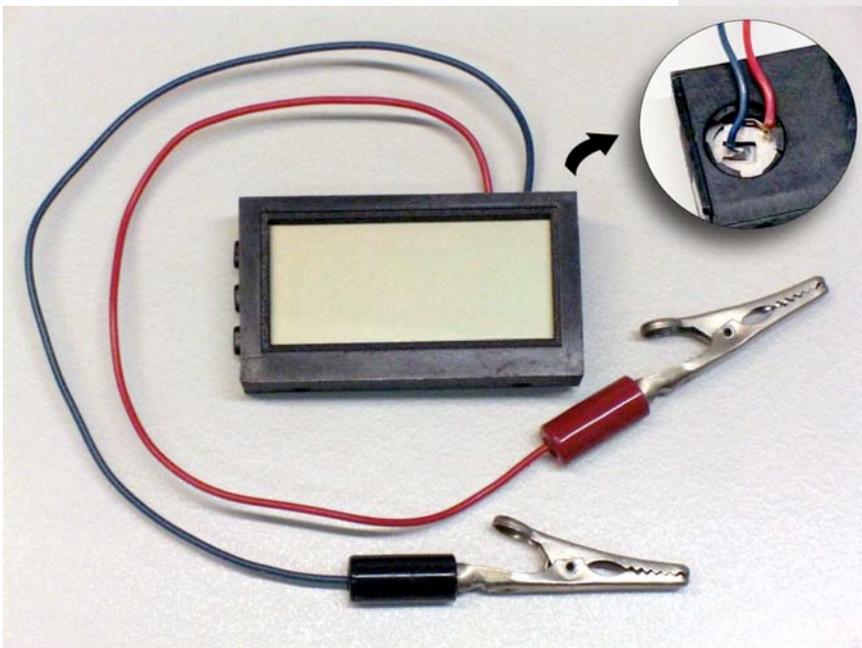
Elle consiste :

1. à enlever la pile existante dans ces appareils ;
2. à souder avec précaution aux deux contacts existants, deux fils métalliques munis de pinces crocodiles.

Intérieur de la carte musicale



Horloge électronique



*Logement de la pile
à l'arrière de l'horloge*

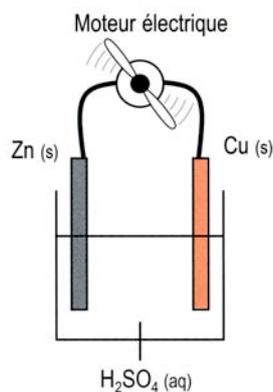
4) Démarche d'enseignement élaborée pour le style d'apprentissage « méthodique pragmatique »

- Les élèves réalisent une série de manipulations en suivant un protocole détaillé fourni par l'enseignant (voir l'encadré ci-dessous).

Le matériel suivant est mis à votre disposition :

- 1 lame de cuivre de 3 cm x 10 cm
- 1 lame de zinc amalgamé de 3 cm x 10 cm
- 1 petit moteur électrique ou une horloge ou une carte musicale (voir à la page précédente les adaptations à y apporter)
- des fils électriques
- 1 solution aqueuse d'acide sulfurique (H_2SO_4 , $c = 1 \text{ mol/dm}^3$)
- 1 bécher de 100 mL
- 1 voltmètre électronique

Réalisez un montage identique à celui repris sur le schéma ci-dessous



- Fixez le petit moteur sur un statif et raccordez-le aux lames de cuivre et de zinc
Si vous n'avez pas de moteur, utilisez la carte musicale ou l'horloge.
- Maintenez le bécher au moyen d'une pince et d'un statif
- Versez-y 75 mL de la solution aqueuse d'acide sulfurique (H_2SO_4 , $c = 1 \text{ mol/dm}^3$)
- Plongez d'abord la lame de zinc dans la solution
- Ensuite, plongez la lame de cuivre pendant quelques secondes
- Retirez la lame de cuivre et laissez-la à l'air un moment puis replongez-la dans la solution et observez ce qui se passe.

➤ *Question de « stimulation » :*

A l'issue de leurs expériences, les élèves devront pouvoir répondre à la question :
Quels sont les éléments indispensables pour réaliser une pile ?