

Chimie : Matériaux au quotidien 1

MT21361



A1 Quelques propriétés des matériaux

A1.1 DIVERS MATERIAUX : exemple des emballages

- Qu'est-ce qui distingue les matériaux ?
- Comment réalise-t-on un tri sélectif ?

- expériences permettant de distinguer et de classer les matériaux.

Activité 1 : Reconnaissance des matériaux.

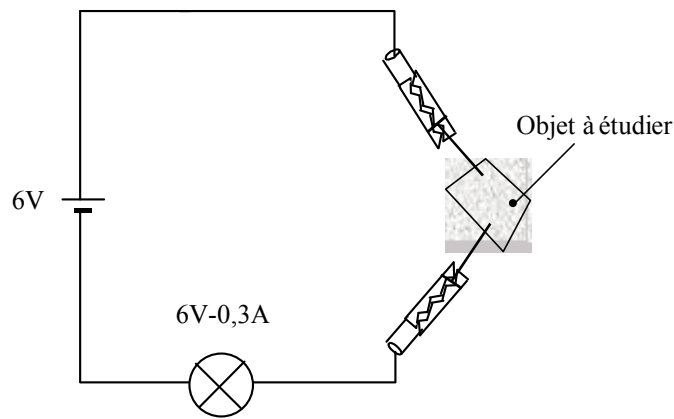
Source : Document d'accompagnement du programme de la classe de troisième.

Compétences développées : Conduire un test permettant de distinguer les matériaux.
Connaître quelques classes de matériaux : verres, métaux, matières plastiques.

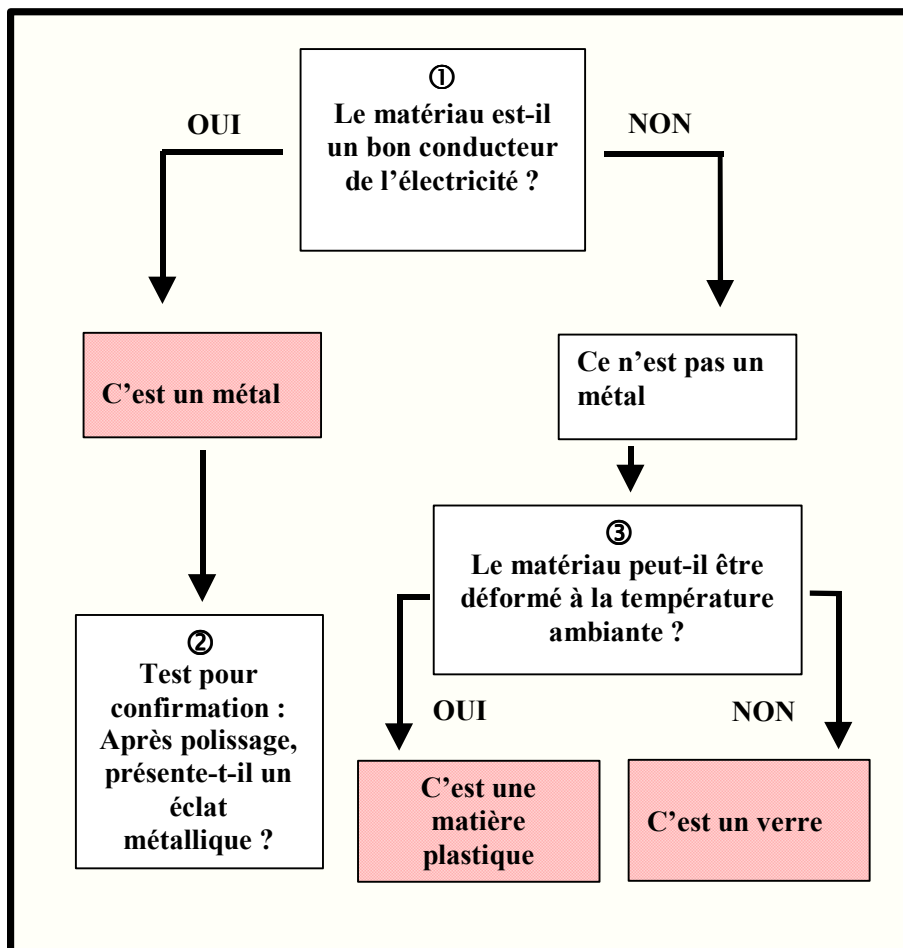
Matériel et produits :

Élève : 1 générateur, 1 interrupteur poussoir, 1 lampe 6V-0,3A sur support, 1 fil rouge de connexion, 2 fils noirs de connexion, 2 pinces crocodiles, 2 clous en acier, 1 morceau de toile émeri N°00.
1 tuyau de chauffage en cuivre, 1 canette de boisson en aluminium, 1 morceau de gouttière en zinc, 1 petite boîte vide sauce italienne à la viande rôtie en acier (vide !), 1 corde blanche en polyéthylène (PE), 1 sac plastique d'emballage en polyéthylène (PE), 1 emballage pot de yaourt en polystyrène (PS), 1 fil électrique avec sa gaine, 1 pot de yaourt en verre, 1 morceau de bouteille de boisson gazeuse en polyéthylène téréphtalate (PET), un échantillon de bouteille d'eau minérale en polychlorure de vinyle (PVC), 1 bouchon de bouteille d'eau minérale en polyéthylène (PE).

Pour le tri des matériaux, les élèves disposent d'une «fiche technique » où l'on doit entre autres faire un test de conductivité pour distinguer matériaux métalliques, plastiques et verres :



Pour classer un des matériaux que les élèves ont à leur disposition, ils suivent la méthode ci-dessous adaptée pour la liste d'objet à leur disposition :



Remarque : Pour la canette de boisson, pour avoir un test positif de conductivité, il faut la rayer pour enlever la couche isolante. De plus, il faut bien choisir la canette. Par exemple, certaines canettes sont faites en « métal recyclé » qui contient du fer. Le couvercle est en aluminium (un simple test à l'aimant le montre). Les tests effectués, les élèves peuvent remplir la troisième colonne du tableau suivant :

N°	OBJETS	FAMILLE	MATERIAUX à trouver
1	Tuyau de chauffage		
2	Canette pour boisson		
3	Morceau de gouttière		
4	Boîte de conserve		
5	Corde blanche		
6	Sac plastique d'emballage		
7	Emballage pot de yaourt blanc		
8	Fil électrique		
9	Emballage pot de yaourt transparent		
10	Morceau de bouteille de boisson gazeuse		
11	Échantillon de bouteille d'eau minérale		
12	Bouchon de bouteille d'eau minérale		

Pour compléter la dernière colonne du tableau, les élèves doivent réaliser des tests plus spécifiques explicités dans l'activité N°3.

Activité 2 : Méthode de reconnaissance parmi des métaux et des plastiques

Source : Document d'accompagnement du programme de la classe de troisième.

Compétences développées : Conduire un test permettant de distinguer les matériaux.

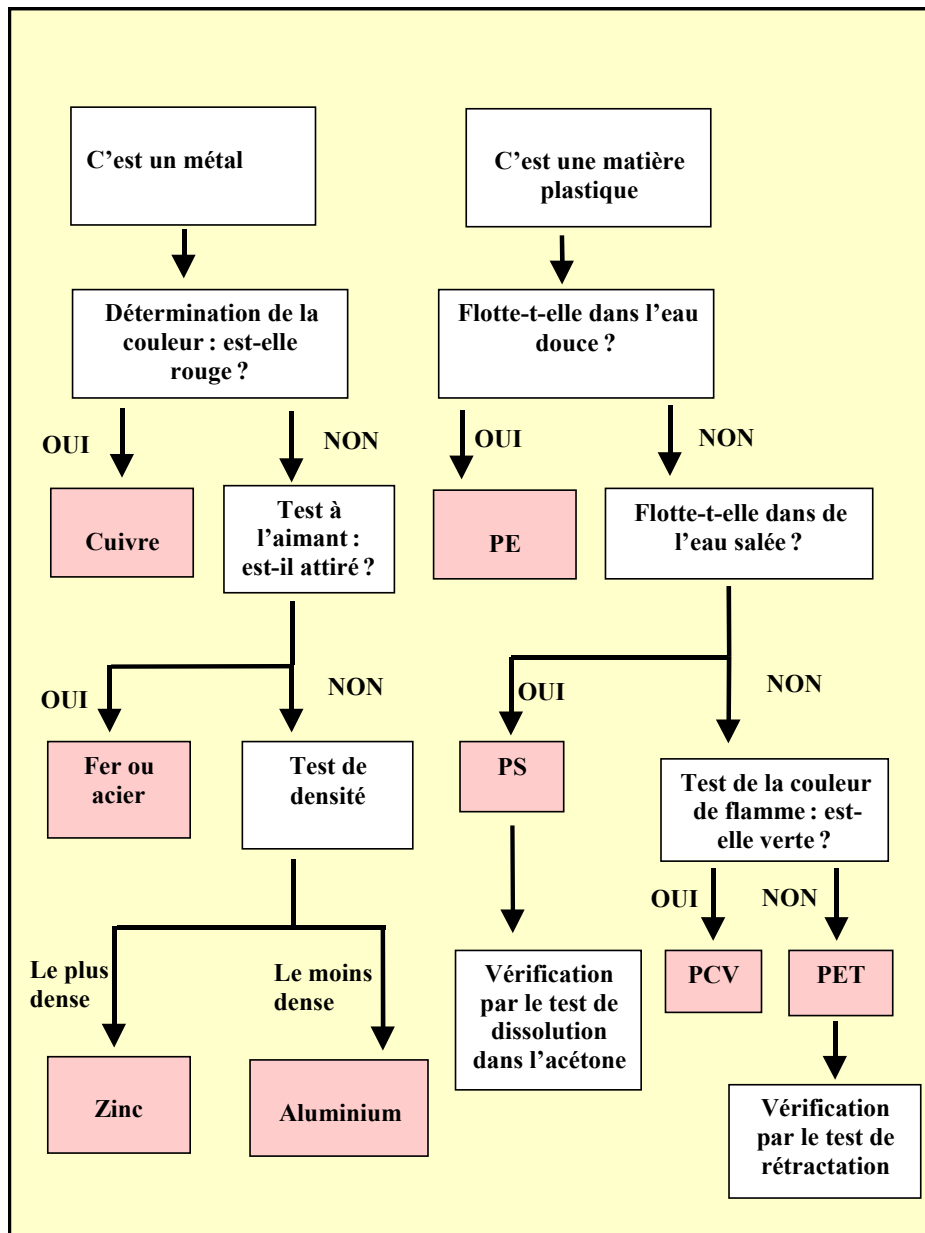
Connaître quelques classes de matériaux : verres, métaux, matières plastiques.

Matériel et produits :

Elève : 1 aimant, 1 balance électronique de précision 0.1 g, 1 bécher de 250 mL, 1 pot en verre, 1 agitateur en verre. 200 mL d'eau du robinet (dans le bécher), gros sel (environ 20 g dans le pot en verre), 1 morceau de zinc 4cm*4cm (provenant d'un morceau de gouttière), 1 morceau d'aluminium 4cm*4cm (provenant d'une canette boisson) + mêmes objets que dans l'activité n°2.

Professeur : 1 fil de cuivre dénudé à un bout, 1 bec Bunsen, 1 pipette pasteur en verre, 1 bécher de 250 mL, 1 bécher de 100 mL, 1 plaque chauffante électrique, 1 pince en bois, 1 loupe binoculaire, 1 lame de préparation avec une alvéole, 1 lampe d'éclairage. 200 mL environ d'eau du robinet (dans le grand bécher), 10 mL environ d'acétone (dans le petit bécher). Des petits morceaux de 0,25 cm² environ d'emballage de pot de yaourt en PS, des bandes de 1cm*6 cm environ de morceaux de bouteille de boisson gazeuse.

Pour reconnaître les matériaux des objets dont les élèves disposent, ils suivent la méthode suivante adaptée à la liste d'objets à leur disposition.



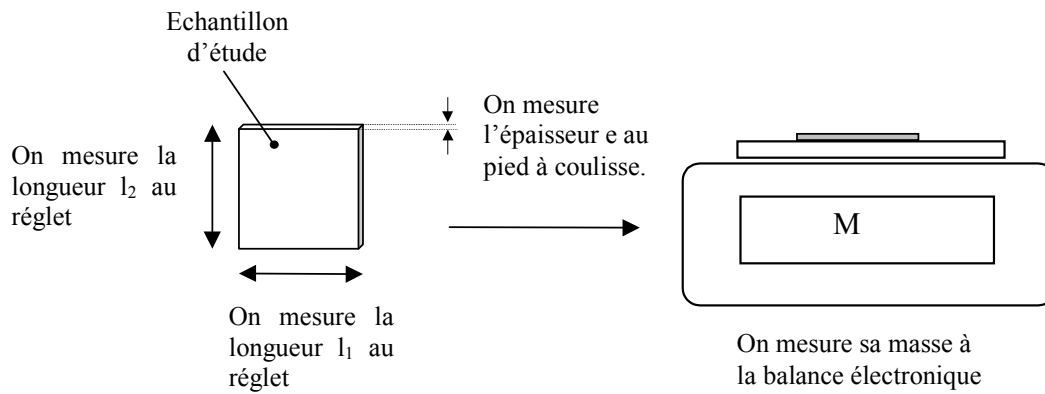
***Test à l'aimant**

Les élèves contrôlent l'attraction mutuelle ou non de l'objet métallique avec un aimant.

Remarque : Avec cette expérience, l'attraction est vérifiable pour des matériaux ferromagnétiques comme le nickel, le cobalt, la magnétite, et surtout le fer et ses alliages, d'où le nom ferromagnétisme.

***Test de densité**

La densité n'étant pas explicitement au programme du cycle central. Demander aux élèves d'imaginer un protocole expérimental pour tester la densité du zinc ou du cuivre serait trop difficile, il faut donc les guider en comparant la masse d'un même volume de matériau. Mais découper directement deux mêmes volumes de cuivre et de zinc n'est pas envisageable. Il faut donc faire intervenir la proportionnalité entre la masse et le volume. Pour comparer les deux masses, il faut alors ramener les échantillons au même volume par une règle de trois. Des éprouvettes graduées utilisées au collège ne sont pas suffisamment précises pour déterminer le volume des échantillons de zinc et d'aluminium par déplacement d'eau. Il faut donc utiliser un pied à coulisse pour la détermination de l'épaisseur.



Les élèves peuvent alors compléter le tableau suivant :

Morceau de canette de boisson		Morceau de gouttière	
Masse (g)	Volume (cm ³)	Masse (g)	Volume (cm ³)
M₂	V₂	M₃	V₃
M'₂	1	M'₃	1

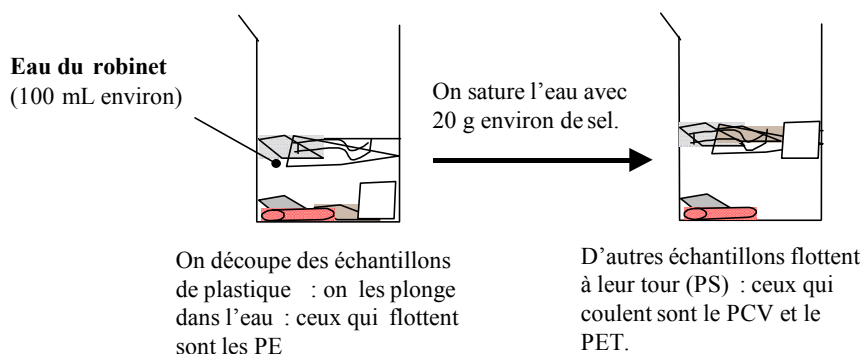
Les élèves ont mesuré M_2 , V_2 , M_3 , V_3 , ils doivent alors calculer M'_2 et M'_3 et les comparer.
 La lecture donne une masse volumique de $2,7 \text{ g/cm}^3$ à 25°C pour l'aluminium et de $7,1 \text{ g/cm}^3$ à 25°C pour le zinc. Il faut noter que les boîtes de boissons en aluminium sont recouvertes d'une pellicule plastique qui fausse les mesures mais on peut comparer quand même ces deux matériaux car ils ont des densités très différentes.

Résultats trouvés :

Morceau de canette : $M_2 = 0,4 \text{ g}$ pour $V_2 = 0,16 \text{ cm}^3$ donc $M'_2 = 2,5 \text{ g}$ pour 1 cm^3 . (aluminium) (Le vernis a été retiré)

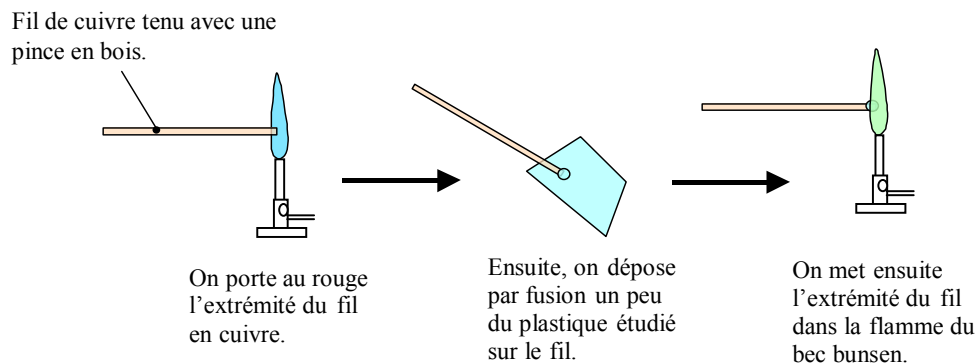
Morceau de gouttière : $M_3 = 7,5 \text{ g}$ pour $V_3 = 1,088 \text{ cm}^3$ donc $M'_3 = 6,9 \text{ g}$ pour 1 cm^3 (zinc)

***Test de flottabilité**



Remarque : Pour s'affranchir de la tension superficielle qui peut nuire aux résultats, il suffit dans un premier temps d'immerger complètement les échantillons dans l'eau.

***Test de la couleur de flamme**

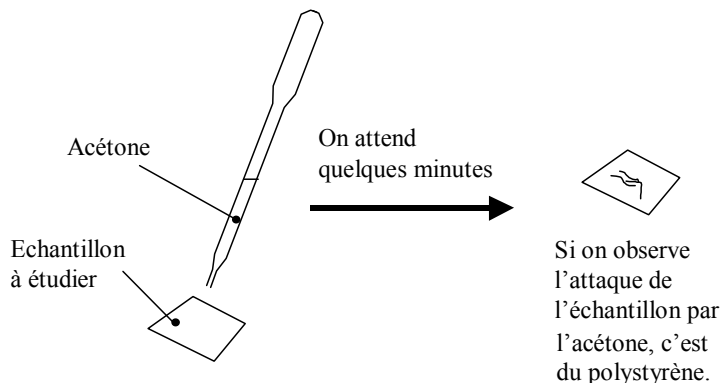


Si la flamme devient verte, le plastique contient du PCV.

Remarque : La coloration verte de la flamme provient de la présence de chlore et d'oxyde de cuivre obtenu par chauffage du fil de cuivre. Il faut donc attendre que le fil de cuivre se recouvre d'une pellicule noire d'oxyde de cuivre II pour un résultat convaincant. Un test avec un fil de platine (c'est cher !) donnerait un résultat négatif.

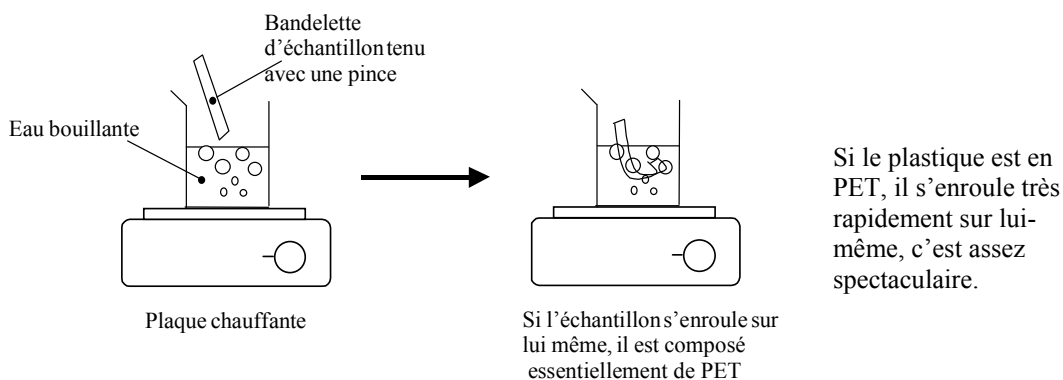
***Test de dissolution du polystyrène**

On verse 3 gouttes d'acétone sur l'échantillon :



Remarque : L'attaque du polystyrène par l'acétone est particulièrement visible à la loupe binoculaire. Le collègue de SVT peut en prêter. Placer alors le tout petit échantillon sur une plaque de préparation en verre muni d'une alvéole. Si le matériel est présent, on peut fixer une caméra flexible sur la loupe binoculaire pour une vue au moniteur de télévision

***Test de rétractation**



A1.2 MATERIAUX ET ELECTRICITE

• Qu'est-ce que le courant électrique dans un métal ou dans une solution ?

- réaliser un circuit électrique

Activité 3 : Circuit électrique comportant une solution ionique.

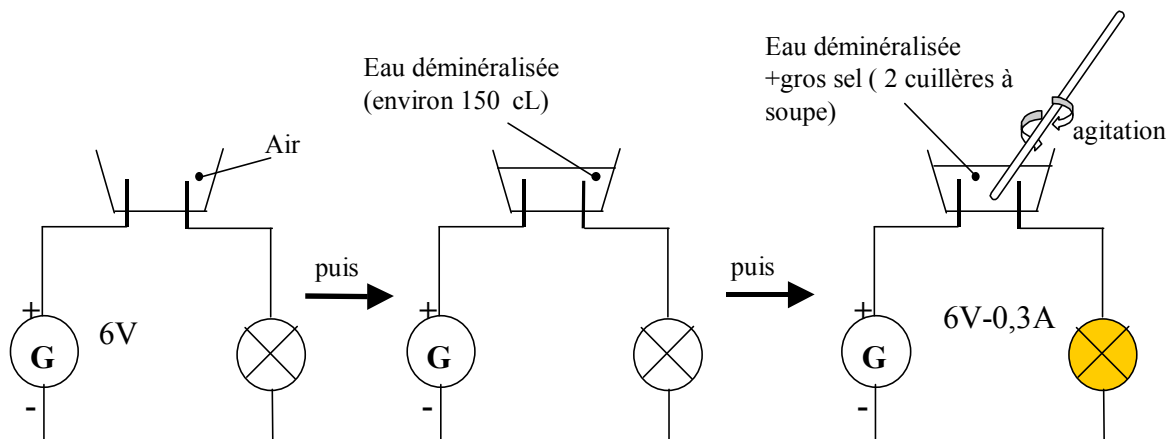
Compétences développées : Savoir que dans un métal, le courant électrique est un déplacement d'électrons dans le sens opposé au sens conventionnel du courant et qu'il est dû à un déplacement d'ions dans une solution.

Matériel et produits :

Elève : 1 générateur, 1 lampe 6V-0,3A sur support, 2 fils rouges de connexion, 1 fil noir de connexion, 1 cuve à électrolyse, 1 bécher de 250 mL, 1 agitateur en verre, 1 pot en verre.
De l'eau déminéralisée (environ 150 mL dans le bécher), du gros sel (2 cuillères à soupe dans le pot en verre).

Professeur : 1 générateur, 1 lampe 6V-0,3A sur support, 2 fils rouge de connexion, 1 fil noir de connexion, 1 bécher de 100 mL du gros sel (50 mL environ dans le bécher)

Les élèves réalisent les expériences suivantes :



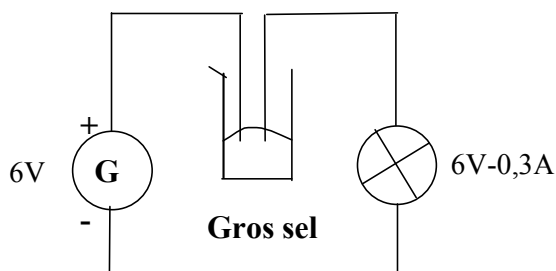
La lampe ne brille pas **donc** il n'y a pas de courant **car** l'air est un isolant.

La lampe ne brille pas **donc** il n'y a pas de courant **car** l'eau pure est un isolant.

La lampe brille **donc** il y a du courant dans les fils métalliques de connexion et dans la l'eau salée.

Dans ce niveau de troisième, on est bien obligé de dire un peu vite que le courant électrique est un déplacement d'espèces chargées, car l'électrostatique n'est plus au programme du cycle central. La notion même de porteurs de charges est obligatoirement une notion devenue trop abstraite pour les élèves car les expériences d'attraction ou de répulsion de corps chargés n'est plus au programme. Il ne faudra donc pas se priver de montrer au bureau un peu d'électrostatique et de décharge lors de l'étude d'un texte historique sur l'atome qui inclura très vraisemblablement l'expérience cruciale du bombardement d'une mince feuille d'or par des particules alpha menée par l'équipe de Rutherford qui dira « ce fut vraiment l'événement le plus incroyable de ma carrière, aussi incroyable que si vous tiriez un obus de quinze pouces dans une feuille de papier de soie et qu'il revienne vous frapper. »

Dans les fils de connexion, le courant électrique est un déplacement d'électrons que l'on peut difficilement montrer en classe. Par contre, on peut s'appuyer sur l'expérience de l'eau salée qui permet de montrer les deux conditions d'un courant : il faut des espèces chargées et elles doivent être en **mouvement** ! Le sel apporte des espèces chargées appelées ions (la lampe brille quand on dissout le sel) mais il faut que ces ions soient en mouvement. L'expérience suivante devrait convaincre les élèves :



La lampe ne s'allume pas. Donc il n'y a pas de courant dans le sel bien qu'il contienne des ions mais ces espèces chargées ne peuvent pas se déplacer.

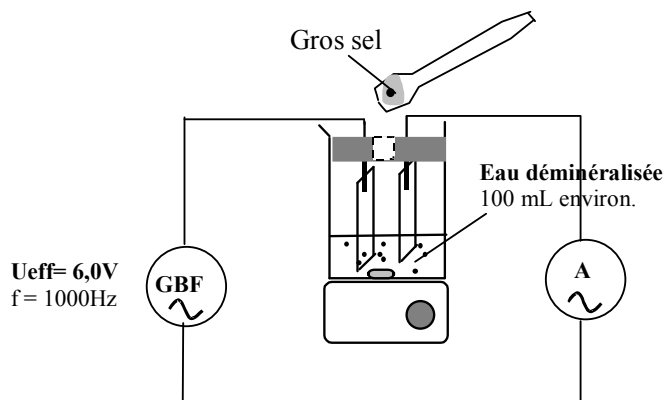
Activité 4 : Mise en évidence de la dissolution d'un sel.

Compétences développées : Savoir que dans un métal, le courant électrique est un déplacement d'électrons dans le sens opposé au sens conventionnel du courant et qu'il est dû à un déplacement d'ions dans une solution.

Matériel et produits :

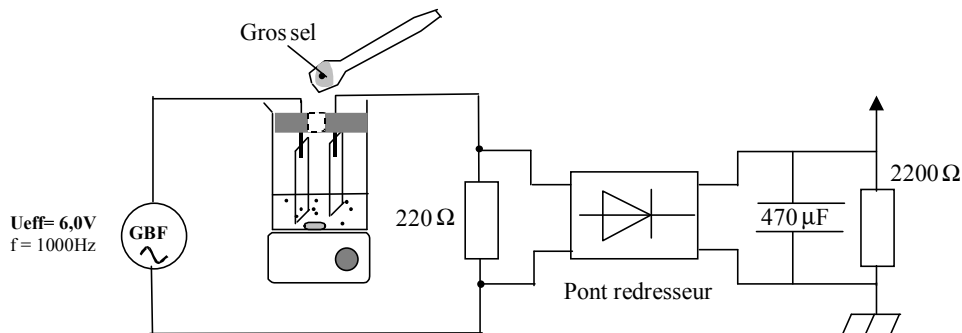
Professeur : 1 bécher de 250 mL, 1 bouchon de liège percé de 3 trous (1 gros au centre pour introduire le sel et 2 petits, diamètre 4 mm avec une pince crocodile dans chaque petit trou, 2 lames de cuivre (10 cm*2,5 cm) adapté au bécher, 1 GBF, 1 platine de câblage, 1 résistance de 1k Ω , 1 multimètre de démonstration, 3 fils de connexion, 1 pot en verre, 1 spatule, 1 éprouvette graduée de 250 mL, 1 agitateur magnétique + turbulent. de l'eau déminéralisée (100 mL environ dans le bécher), du gros sel (1 cuillère à soupe dans le pot en verre).

Le professeur réalise l'expérience suivante pour montrer que, pour conduire le courant, le sel doit se dissoudre pour libérer des ions libres dans la solution afin qu'ils puissent se déplacer.



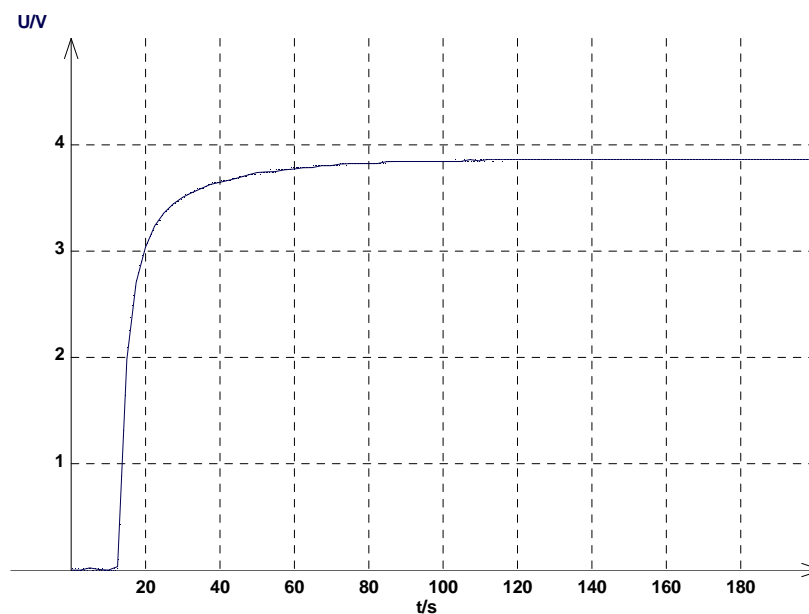
L'emploi d'un GBF est nécessaire pour éviter l'électrolyse de la solution. Juste après avoir introduit le sel, l'intensité du courant augmente brutalement puis augmente lentement et finit par se stabiliser. Cela traduit la mise en solution progressive des ions puis la dissolution totale du sel quand l'intensité du courant ne varie plus. Cette expérience montre également que l'intensité du courant augmente avec la concentration en ions libres dans la solution.

Résultats : Voici des résultats obtenus avec un suivi de l'intensité du courant avec une interface via un ordinateur. Pour mener à bien cette mesure automatique dans le temps, il a été nécessaire d'introduire à la place de l'ampèremètre, une résistance de valeur $220\ \Omega$ et de mettre en parallèle un pont de diodes suivi d'une capacité de $470\ \mu\text{F}$ et en parallèle une résistance $2200\ \Omega$. On mesure alors à l'aide d'une interface la tension U aux bornes de la résistance de $2200\ \Omega$ qui est une image de l'amplitude de l'intensité du courant dans la solution.



On remarque sur le graphique qui suit que la mise en solution du sel s'est faite à un temps $t = 13\ \text{s}$ et que la dissolution totale du sel à lieu au temps $t = 116\ \text{s}$.

A la lueur de ces résultats, nous devons nous attendre en utilisant l'expérience décrite ci-dessus, à voir l'intensité efficace du courant se stabiliser à une valeur environ 1 mn 30 s après l'ajout de sel.



- réaliser une expérience de migrations d'ions.

Activité 5: Migration des ions.

Compétences développées :

Savoir que dans un métal, le courant électrique est un déplacement d'électrons dans le sens opposé au sens conventionnel du courant et qu'il est dû à un déplacement d'ions dans une solution.

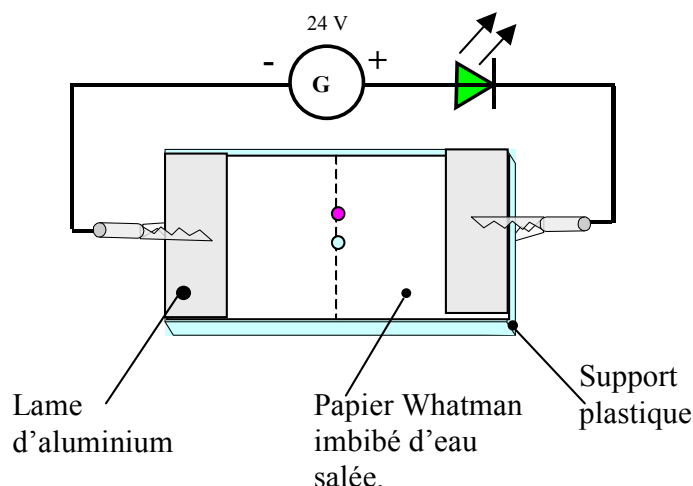
Matériel et produits :

Elève : 1 générateur 24V, 1 fil noir de connexion, 2 fils rouges de connexion, 1 DEL verte sur support, 1 plaque en plastique (8 cm*5cm), 2 pinces crocodiles, 2 lames d'aluminium (2 cm*5cm), 1 bécher de 250 mL, 2 béchers de 100 mL, 2 pipettes pasteur, 1 papier whatman de la dimension de la plaque en plastique, gants en plastique.
Solution de sel de cuisine (10 g/L dans le bécher), solution aqueuse de permanganate de potassium concentrée (0.5 g dans 20 mL de solution dans un flacon un bécher de 50 mL), solution de sulfate de cuivre concentrée (3 g pour 20g d'eau dans un bécher de 100 mL), ammoniaque concentrée (dans un flacon compte goutte).

Professeur : 1 générateur 24V, 1 fil noir de connexion, 2 fils rouges de connexion, 1 multimètre de démonstration, 1 tube en U, 2 bouchons 1 trou, 2 électrodes en graphite (10 cm et 5 mm de diamètre), 4 béchers de 100 mL, 1 pipette en verre 10 mL avec un pipeteur, 1 support statif et sa pince de serrage.
 Solution I : 25 mL d'acide sulfurique pur dans 500 mL d'eau déminéralisée, solution de dichromate de potassium : 12 g dans 100 mL de solution I (dans un bécher), Solution de sulfate de cuivre concentrée : 30 g dans 100 mL de solution I (dans un bécher), solution I (dans un bécher)

*Manipulation élève :

Les élèves réalisent le montage suivant :



Pour avoir une intensité de courant suffisante, il est important d'imbiber le rectangle de papier filtre avec l'eau salée en la plongeant dans le bécher de 250 mL qui contient la solution pour avoir une suite ininterrompue de conducteurs. Les élèves déposent à l'aide d'une pipette pasteur 1 goutte de la solution violette de permanganate de potassium (la couleur violette est due à l'ion permanganate MnO_4^- , ion chargé négativement) et 1 goutte de la solution de sulfate de cuivre (la couleur bleue est due à l'ion Cuivre II Cu^{2+} , ion chargé positivement). La présence de la DEL montre pédagogiquement qu'il y a du courant dans le circuit même si apparemment, il ne se passe rien d'immédiat.

Après quelques minutes, ils observent que la tache violette s'est déplacée vers la borne positive du générateur et la tache bleue à peine visible, vers la borne négative du générateur. Il faut révéler la tache bleue avec quelques gouttes d'ammoniaque qui donnent une couleur bleue foncée.

Cette expérience a l'avantage de montrer également que les ions se déplacent très lentement (comme les électrons dans les métaux d'ailleurs) et que l'établissement du courant, lui, est très rapide.

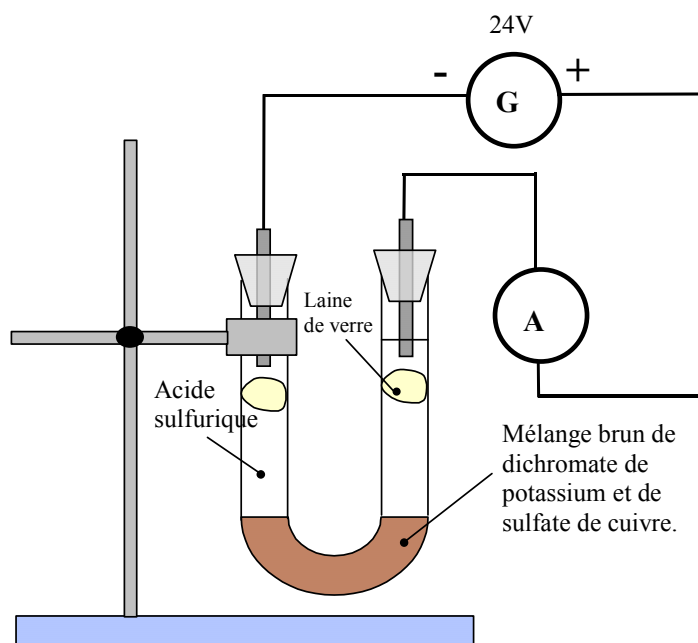
Résultats : En introduisant, un ampèremètre dans le circuit, l'intensité est de l'ordre de 7 mA. Au bout de 15 mn, la tache bleue s'est déplacée de 0,5 cm et la tache violette de 1,5 cm.

**Manipulation professeur.

Le professeur peut montrer une autre expérience de migration des ions en utilisant un nouvel ion : l'ion dichromate de couleur orange. En regardant la migration, les élèves pourront alors déterminer le signe de la charge de cet ion en regardant vers quelle borne du générateur, il se dirige.

Rappelons que la manipulation des **cristaux cancérigènes de dichromate de potassium** fait prendre des risques importants aux personnes qui préparent les solutions qui elles ne présentent pas de risques de ce point de vue.

Le professeur présente l'expérience suivante :



Dans un premier temps, le professeur présente la solution orange de permanganate de potassium et la solution bleue de sulfate de cuivre. Puis il les mélange (en volumes égaux) dans le bécher disponible, ce qui donne une couleur brune qu'il va falloir mettre dans le tube en U. Ceci est délicat ! Pour voir correctement le phénomène de séparation des ions et éviter la diffusion, il faut tout d'abord remplir le fond du tube en U de solution brune puis délicatement, à l'aide d'une pipette contenant l'acide sulfurique, il faut introduire l'acide au-dessus du mélange brun sans les mélanger en le versant tout doucement le long des parois de verre. Le mélange brun étant plus dense que l'acide sulfurique, cela rend l'opération plus facile mais encore très délicate pour placer sans remous l'acide. Enfin, pour éviter que le graphite ne se désagrège (par l'effet thermique de la circulation de courant), on place une barrière de laine de verre sans faire de remous ! Si le phénomène de transport électrique est plus rapide que la diffusion, on observe alors la séparation des ions colorés. La couleur orange est due à la présence de l'ion dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

Résultats : On trouve une intensité d'environ 800 mA et la séparation devient bien visible au bout de 15mn.

A2 Comportement chimique de quelques matériaux

A2.1 REACTIONS DE QUELQUES MATERIAUX AVEC L'AIR

• Que se passe-t-il quand le fer rouille ?

- observer des faits courants associés à la rouille.

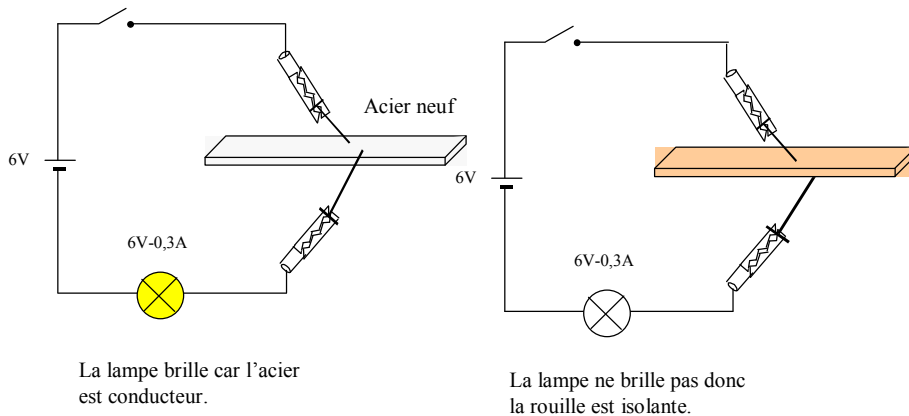
Activité 6 : Observation de deux lames d'acier

Compétences développées : Identifier l'oxydation du fer dans l'air humide comme une réaction chimique lente. Comprendre pourquoi le fer pur non-protégé ne convient pas pour un emballage : l'oxydation du fer par le dioxygène de l'air en présence d'eau conduit à la formation de rouille. Il y a corrosion.

Matériel et produits :

Elève : 1 lame «neuve» en acier bien polie, 1 lame d'acier bien rouillée, toile émeri, 1 générateur 6V, 1 lampe 6V-300 mA, 1 interrupteur, 2 pinces crocodiles, 2 fils rouges de connexion, 2 fils noirs de connexion, 2 clous en acier.

Il s'agit surtout d'observer. La lame neuve est brillante, caractéristique des matériaux métalliques, tandis que la lame rouillée est tout à fait différente. En polissant une partie de la lame rouillée, on retrouve l'aspect de l'acier «neuf», car on a retiré la couche de rouille qui est différente de l'acier. Un simple test de conductivité le montre :



- Etudier expérimentalement les conditions de formations de la rouille.

Activité 7 : Conditions de formation de la rouille.

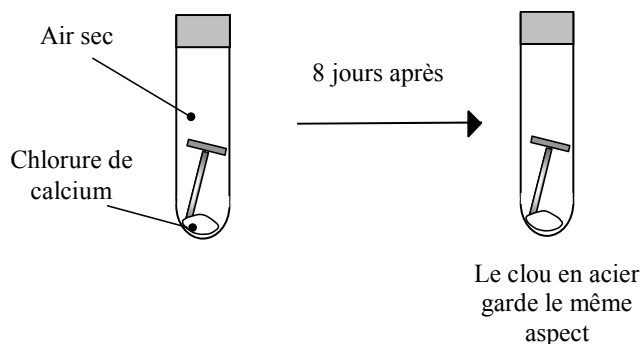
Compétences développées : Identifier l'oxydation du fer dans l'air humide comme une réaction chimique lente. Comprendre pourquoi le fer pur non-protégé ne convient pas pour un emballage : l'oxydation du fer par le dioxygène de l'air en présence d'eau conduit à la formation de rouille. Il y a corrosion.

Matériel et produits :

Elève : 4 tubes à essais 18 mL (classique), 1 bouchon N°2 sans trou, 1 support de tube à essai, 2 béchers 50 mL, 1 bécher de 100 mL VB, 1 pince en bois, 1 lampe à alcool.
4 clous en acier, du chlorure de calcium (déjà dans le fond d'un des quatre tubes par mesure de sécurité), huile (dans un bécher), eau déminéralisée (dans une pissette), eau salée saturée (dans un bécher).

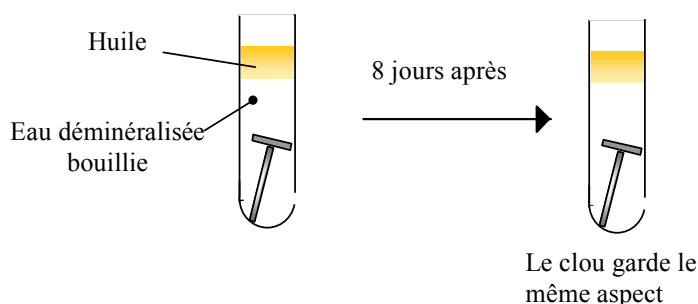
Les élèves réalisent les expériences suivantes :

*Action de l'air sec sur le fer (expérience ①)



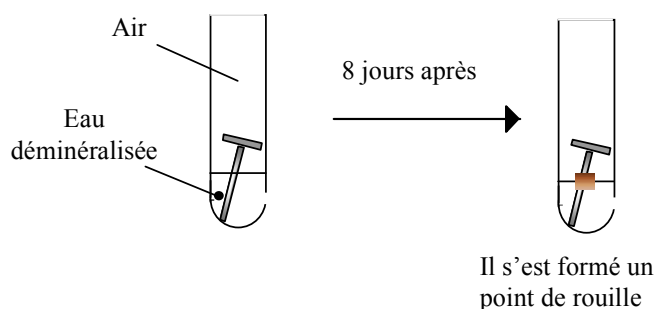
Le clou garde le même aspect donc le fer ne rouille pas.

**Action de l'eau ne contenant pas de dioxygène dissous sur le fer (expérience ②)



L'eau que l'on fait bouillir à l'aide de la lampe à alcool sert à chasser les gaz dissous et notamment le dioxygène. L'huile sert de bouchon imperméable aux gaz qui pourraient se dissoudre pendant les 8 jours. Le clou garde le même aspect donc le fer ne rouille pas.

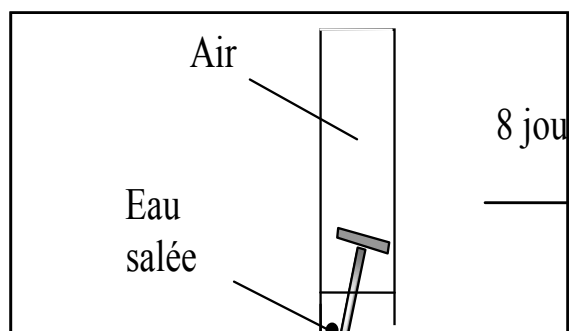
*** Action de l'air humide sur le fer (expérience ③)



Le fer rouille dans l'air humide.

**** Action de l'eau salée sur le fer (expérience ④)

Le fer rouille plus vite dans l'air humide et en présence de sel.



Le fer rouille plus vite dans l'air humide et en présence de sel.

La grande conclusion est que la formation de la rouille est favorisée par l'air humide salé.

- Observer l'oxydation complète et à l'air humide d'un échantillon de laine de fer.

Activité 8 : Oxydation de la laine d'acier dans l'air humide.

Compétences développées : Identifier l'oxydation du fer dans l'air humide comme une réaction chimique lente. Comprendre pourquoi le fer pur non-protégé ne convient pas pour un emballage : l'oxydation du fer par le dioxygène de l'air en présence d'eau conduit à la formation de rouille. Il y a corrosion. Connaître la composition en volume de l'air en dioxygène et en diazote.

Matériel et produits :

Élève : 2 éprouvettes à gaz 250 mL, 1 élastique rouge, 1 élastique bleu, 2 supports statif avec leur pince de serrage, 1 cristalliseur 1L, 1 bécher de 100 mL, 1 seringue de 60 mL munie d'un tuyau souple.

2 morceaux de 1 g de laine d'acier N°000, de l'eau salée 100g/L (0,5 L environ dans le cristalliseur)

Professeur : 1 bouteille de dioxygène avec son détendeur

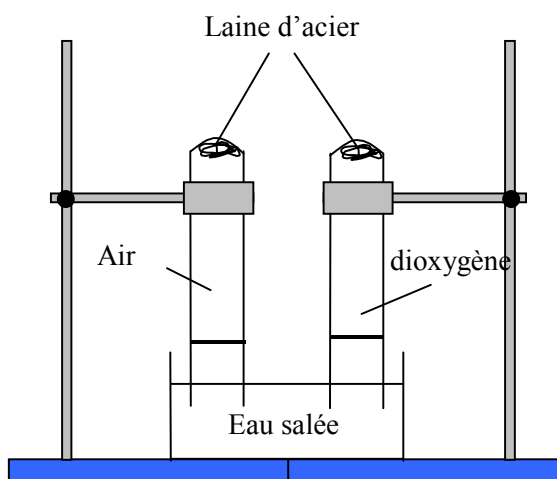
L'expérience consiste à oxyder de la laine d'acier par le dioxygène de l'air en milieu humide salé. Pour cela, on introduit une certaine quantité de laine d'acier dans une éprouvette remplie d'air retournée sur une cuve à eau salée. La montée du niveau d'eau indique la consommation de gaz. Une expérience témoin avec une autre éprouvette remplie de dioxygène permet de montrer que c'est le dioxygène de l'air qui réagit avec l'acier.

L'ajustement du volume d'air dans la première éprouvette peut se faire aisément avec une seringue munie d'un tuyau souple.

Pour permettre d'obtenir un ordre de grandeur de la composition de l'air, il faut réduire tout le dioxygène présent dans l'éprouvette. Il faut donc que l'acier soit en excès :

En admettant la réaction chimique suivante : $2 \text{Fe} + \text{H}_2\text{O} + 3/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{H}_2\text{O}$, il vient : $m_{\text{Fe}} = M_{\text{Fe}} \cdot 4/3 \cdot V_{\text{O}_2} / V_m$ avec V_m le volume molaire d'un gaz parfait. (24 L à 20°C)

Pour une éprouvette contenant 250 mL de dioxygène, il faut au moins une masse de 0,78 g de fer (et à fortiori pour l'éprouvette contenant de l'air). Une masse de laine d'acier de 0,3 g dans les deux éprouvettes est alors largement suffisante.



Le dioxygène pur peut être introduit à la bouteille par déplacement d'eau une fois l'éprouvette retournée sur la cuve à eau (révision de la classe de 4^{ème}). Il faut décaper avant la laine d'acier à l'acide chlorhydrique puis la rincer à l'eau. Dans les résultats, nous négligerons le volume occupé par la laine d'acier.

Résultats : masse de laine d'acier utilisée pour chaque éprouvette : $m = 0,3 \text{ g}$. Le volume de gaz dans les éprouvettes a été relevé tous les jours à la même heure pendant dix jours. (au préalable, la laine d'acier est décappée à l'acide chlorhydrique)

Durée dans l'éprouvette (heures)	0	3	21	27	69	75	99	165	173	197	221
Hauteur de gaz éprouvette de gauche (cm)	20	17,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Hauteur de gaz pour éprouvette de droite (cm)	20	18	14	13	9	8,5	6,5	3	3	2,5	2

• **Quel autre type d'emballage ? Un exemple : l'aluminium.**

- Observations courantes.

Activité 9: Observation d'une lame d'aluminium

Compétences développées : Comprendre le rôle protecteur de l'oxydation superficielle de l'aluminium.

Matériel et produits :

Élève : 1 lame d'aluminium qui a longtemps séjourné à l'air, toile émeri.

Ici, les élèves observent une lame d'aluminium terne qui devient brillante après décapage à la toile émeri. L'aspect terne traduit la présence d'une couche d'alumine protectrice comme nous allons le voir dans l'activité suivante.

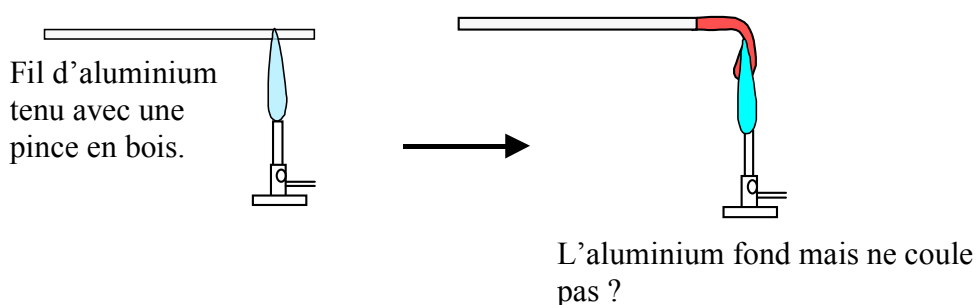
Activité 10 : Rôle de la couche d'oxyde d'aluminium.

Compétences développées : Comprendre le rôle protecteur de l'oxydation superficielle de l'aluminium.

Matériel et produits :

Élève : 1 fil d'aluminium, 1 bec Bunsen, allumettes, 1 pince en bois.

Les élèves chauffent à la flamme du bec Bunsen l'extrémité d'un fil d'aluminium et observent un phénomène assez curieux.



En effet, la température de fusion de l'aluminium étant de 660°C , il fond mais il est retenu par une couche d'alumine dont la température de fusion est de 2400°C , température que la flamme du bec Bunsen ne peut atteindre. (La flamme d'un mélange méthane-air est de 1850°C).

Ce phénomène ne serait pas observé avec un chalumeau oxy-acétylénique (la flamme du mélange acétylène-dioxygène est de 3200°C).

• Les métaux peuvent-ils brûler ?

- En respectant les règles de sécurité, faire brûler dans l'air de faibles quantités de métaux divisés (fer, cuivre, zinc et aluminium).

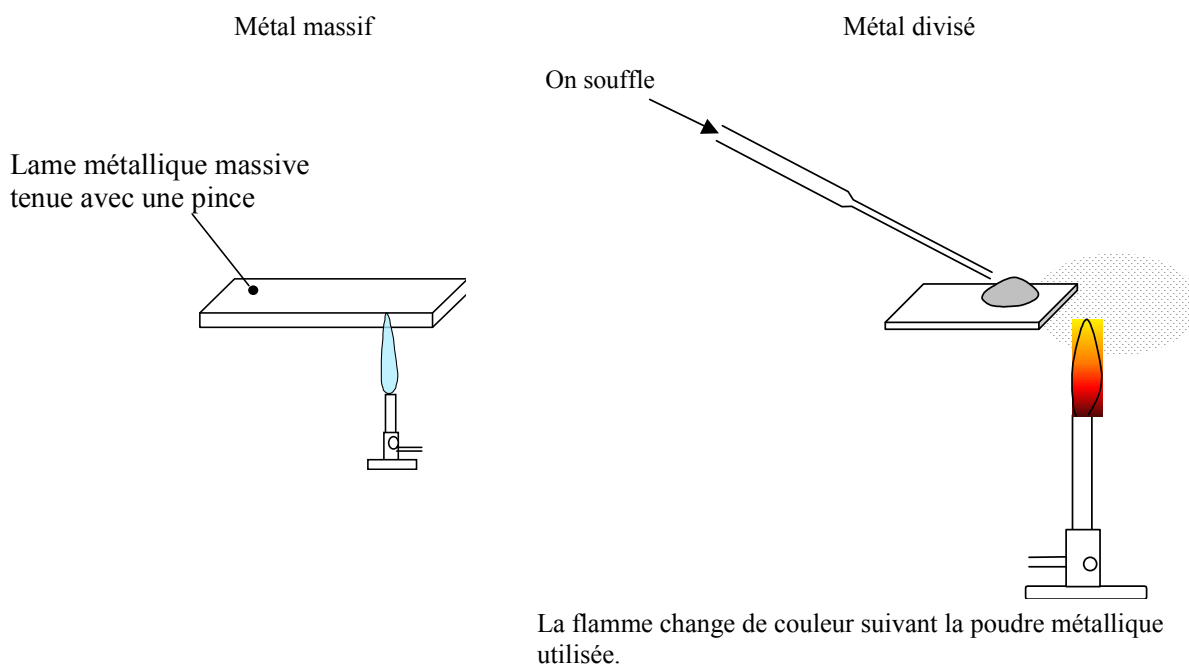
Activité 11 : Combustions de poudres métalliques.

Compétences développées : Interpréter la combustion des métaux divisés dans l'air comme une réaction avec le dioxygène.

Matériel et produits :

Élève : 1 bec Bunsen, 1 pince à creuset, 1 spatule en inox, 4 pots en verre, 1 lamelle pour préparation microscopique (en demander au professeur de SVT), 1 pipette pasteur.
1 lame épaisse d'acier, 1 lame épaisse d'aluminium, 1 lame épaisse de cuivre, 1 lame épaisse de zinc, de la poudre de fer (dans un pot en verre), de la poudre de cuivre (dans un pot en verre), de la poudre de zinc (dans un pot en verre), de la poudre d'aluminium (dans un pot en verre).

Dans un premier temps, les élèves constatent que les métaux «massifs » ne brûlent pas. Alors, ils introduisent dans la flamme d'un bec Bunsen, les poudres métalliques par soufflage à l'aide d'une pipette pasteur. La flamme prend une couleur spécifique de chaque métal.



L'état de division des métaux influence la réactivité chimique.

Résultats : Voici les couleurs de flamme pour quatre poudres métalliques :

Poudre métallique	Fe	Cu	Zn	Al
Couleur de flamme	Jaune	Vert	Bleu	Rouge orange

- Faire brûler un fil de fer dans le dioxygène pur.

Activité 12 : Combustion de la laine d'acier dans le dioxygène

Compétences développées : Interpréter la combustion des métaux divisés dans l'air comme une réaction avec le dioxygène.

Vocabulaire : réactifs, produits.

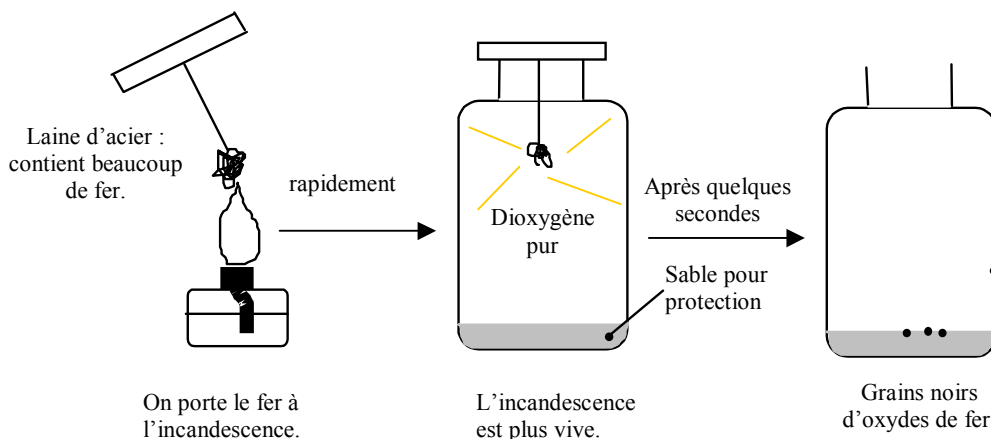
Matériel et produits :

Élève : 1 flacon à combustion de 500 mL, 1 bouchon de liège avec fil d'acier et pince crocodile, lunettes de protection, 1 lampe à alcool, allumettes.
Laine d'acier n°0, du sable (dans le fond du flacon), des ciseaux

Professeur : 1 bouteille de dioxygène.

Le fil de fer est remplacé par de la laine d'acier grossière qui réagit mieux pour les raisons évoquées ci-dessus. De plus, la laine d'acier utilisée (laine n°0) est constituée d'un enchevêtrement de fils.

Les élèves réalisent l'expérience suivante qu'ils ont déjà faite au cycle central



L'incandescence plus vive dans le dioxygène pur montre que c'est le dioxygène qui est responsable de l'oxydation de l'acier.

- faire des mesures de masses lors d'une combustion de laine de fer dans l'air.

Activité 13 : Mesures de masses lors de la combustion de l'acier.

Compétences développées : Interpréter la combustion des métaux divisés dans l'air comme une réaction avec le dioxygène.

Savoir que la masse est conservée au cours d'une réaction chimique.

Savoir que lors d'une réaction chimique les atomes se conservent.

Connaître les symboles Fe, Cu, Zn, et Al.

Interpréter les équations bilans d'oxydation du zinc, du cuivre et de l'aluminium en termes de conservation d'atomes.

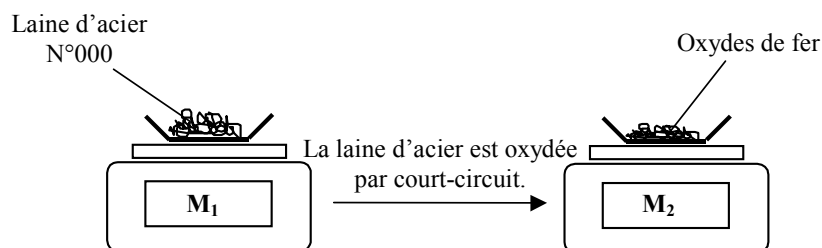
Vocabulaire : réactifs, produits.

Matériel et produits :

Professeur : 1 bouteille de dioxygène avec son détendeur, 1 flacon à stériliser muni de deux électrodes et d'une sortie pour un tuyau souple, 1 soucoupe en faïence, 1 générateur 24 V de puissance, 1 support à croisillons, 1 fil rouge de connexion, 1 fil noir de connexion, 2 pinces crocodiles, 1 balance électronique précision 0,1g, 1 balance de Roberval, une boîte de masses marquées, des lunettes de protection, 1 écran de protection, du sable, de la laine d'acier N°000.

Il faut faire trois expériences successives :

* Expérience 1 : Combustion de la laine d'acier à l'air libre et mesure de la masse avant et après la réaction chimique.

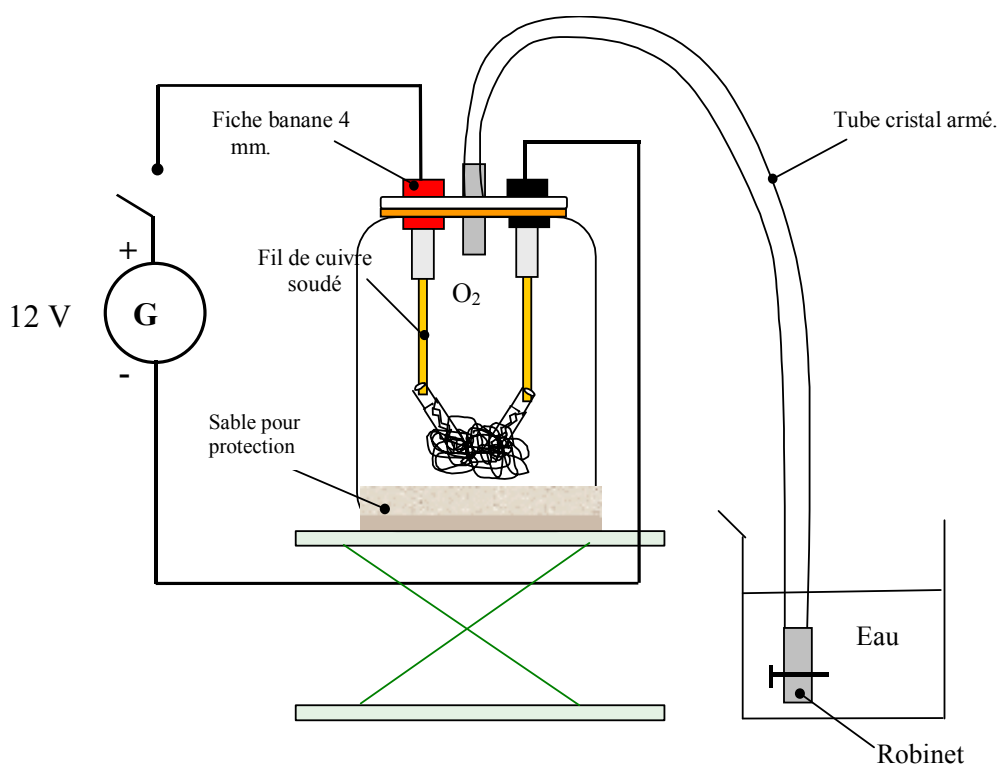


La masse du solide augmente. La laine d'acier a fixé de la matière. Laquelle ? L'expérience 2 va y répondre.

Résultats : $m_{\text{avant}} = 5,3 \text{ g}$ $m_{\text{après}} = 6,2 \text{ g}$

** Expérience 2 : Combustion de la laine d'acier dans le dioxygène pur dans un récipient fermé.

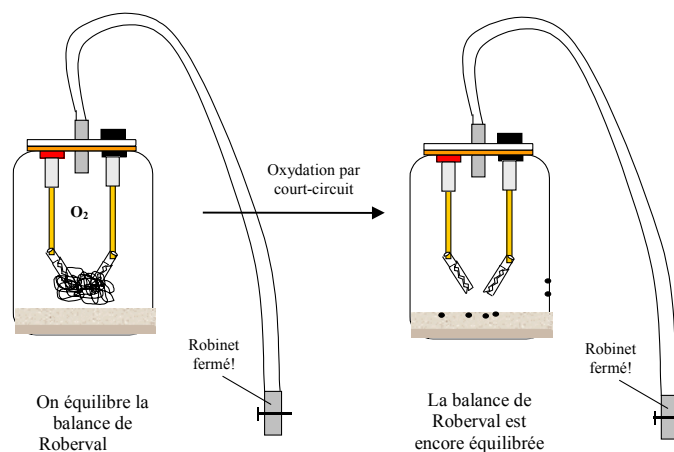
Ici, on veut montrer que du dioxygène est consommé :



Le couvercle en verre peut être percé avec une mèche à béton (il en existe même pour le verre) qu'il faut affûter. Pour éviter de briser le verre, il faut ajouter en même temps que le perçage, de l'eau pour absorber la chaleur dégagée. Les électrodes sont réalisées tout simplement avec des fiches banane mais elles sont rendues étanches en ajoutant un joint en caoutchouc de diamètre adapté. Le raccord avec le tuyau est une valve de vélo sans sa pipette. Le tube cristal ($\varnothing_{\text{ext}} = 8$ mm) s'achète dans les rayons jardinage des magasins de bricolage de même que le robinet adapté en plastique. Le flacon est rempli de dioxygène à l'aide d'une bouteille par déplacement d'air.

On commence avec le robinet fermé. On ferme le circuit, la laine d'acier s'enflamme très vivement puis la réaction chimique s'arrête. Au bout de 5 mn, on ouvre le robinet et de l'eau est aspirée : du gaz a été consommé. On peut montrer à présent la conservation de la masse lors d'une réaction chimique avec l'expérience n°3.

*** Expérience n°3 : Conservation de la masse lors de la réaction chimique du fer avec le dioxygène dans un récipient hermétique.



On mesure la masse de l'ensemble avant et après la réaction chimique : la masse est conservée car il y a conservation des atomes.

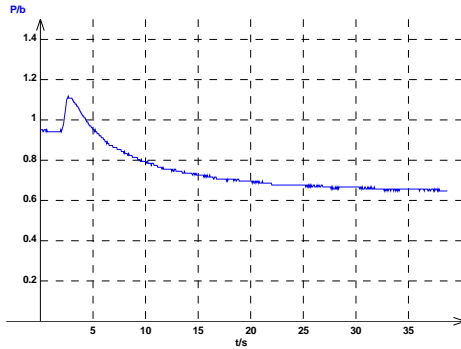
Remarque : Vu la masse trop importante de l'ensemble, il faut utiliser une balance de Roberval pour la plus grande précision possible. (si on ne possède pas de balance à 0,1 g près de grande portée ce qui est pratiquement toujours le cas en collège).

Résultats :

Le flacon utilisé a un volume de 1L. 1,8 g puis 5g de laine d'acier N°000 ont été introduits et la combustion a été suivie avec un capteur de pression relié à un ordinateur pour suivre l'évolution de la pression dans le flacon en fonction du temps.

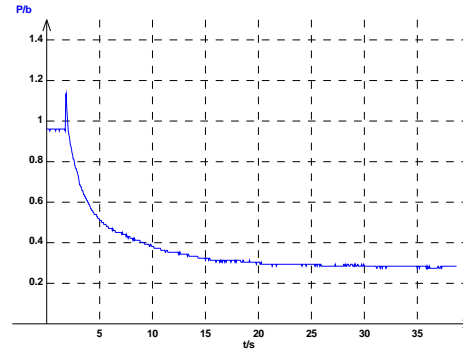
Nous obtenons les résultats suivants :

Avec 1,8 g de laine d'acier (fer en défaut) :



Il apparaît clairement que le court-circuit a été effectué 2 secondes après l'enregistrement de la pression. Au début, la pression augmente car la température augmente (bien qu'il y ait consommation de dioxygène) mais elle diminue ensuite rapidement, car la consommation de dioxygène l'emporte sur l'élévation de température. La pression tend vers la valeur de 0,608 bars. Un calcul théorique

Avec 5 g de laine d'acier (fer en excès)



Ici, nous voyons que le court-circuit a été effectué vers 2 secondes après le début de l'enregistrement de la pression. Le pic de pression est ici beaucoup plus resserré qu'avec le fer en défaut. La pression tend vers 0,245 bars alors que l'on pourrait s'attendre à une pression quasiment nulle. Le dioxygène a été introduit par déplacement d'air et il restait sûrement encore de l'air en quantité non négligeable (il fallait refermer le couvercle et cela engendre des mouvements de gaz). De plus, il y a très certainement des fuites.

• Peut-on brûler sans risque les matériaux d'emballage ?

- faire brûler dans un récipient couvert de petits échantillons de carton, de polyéthylène, de polystyrène.

Activité 14 : Combustion d'échantillons de matériaux organiques.

Compétences développées : Prendre conscience du danger de la combustion de certaines matières plastiques. Identifier ces transformations comme des réactions chimiques.

Vocabulaire : réactifs, produits.

Reconnaître la formation de carbone et de dioxyde de carbone. Savoir qu'il se forme aussi de l'eau et parfois des produits toxiques.

Matériel et produits :

Élève : 1 flacon à combustion 500 mL, 1 bouchon de liège muni d'un fil d'acier avec une pince crocodile, 1 seringue 60 mL munie d'un tube, un bécher de 100 mL.

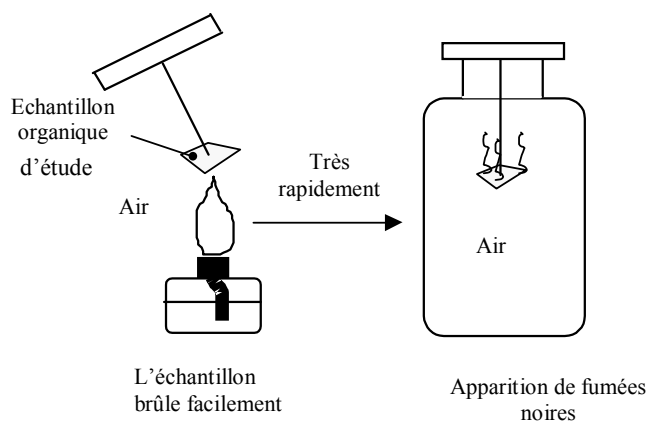
Échantillon d'une boîte de sucre (carton), échantillon d'un sac plastique d'emballage (polyéthylène), échantillon d'un pot de yaourt (polystyrène), de l'eau de chaux.

Professeur : 1 soucoupe en faïence, 1 montage « fait maison » pour l'étude d'une combustion dans l'air, 1 tube à essai, 1 pince en bois, 1 lampe à alcool, 1 pompe à vélo, 1 hotte aspirante si possible.

des sacs de polyéthylène en boules, de l'eau de chaux, sulfate de cuivre II anhydre, des papiers indicateurs de pH.

* Manipulation élève :

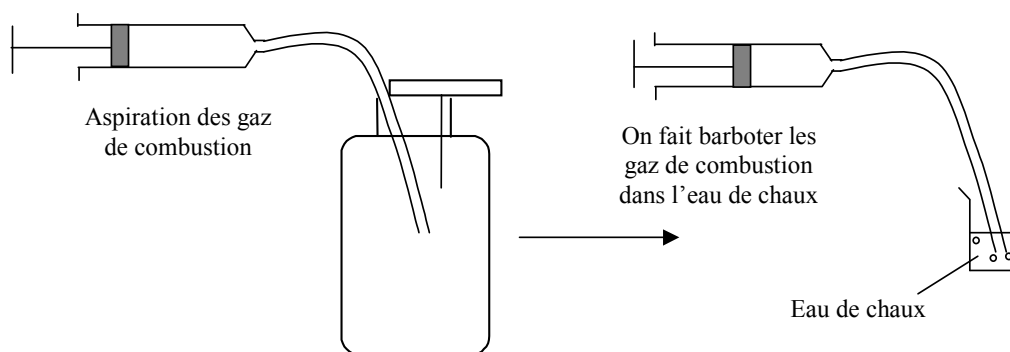
Combustion dans l'air non renouvelé :



On aperçoit toujours de la buée sur les parois du flacon donc il y a formation d'eau. Les fumées noires sont de fines particules de carbone montrant que la combustion est incomplète donc il peut aussi avoir formation de monoxyde de carbone, gaz toxique

Identification du dioxyde de carbone formé :

Quand la réaction chimique est terminée :



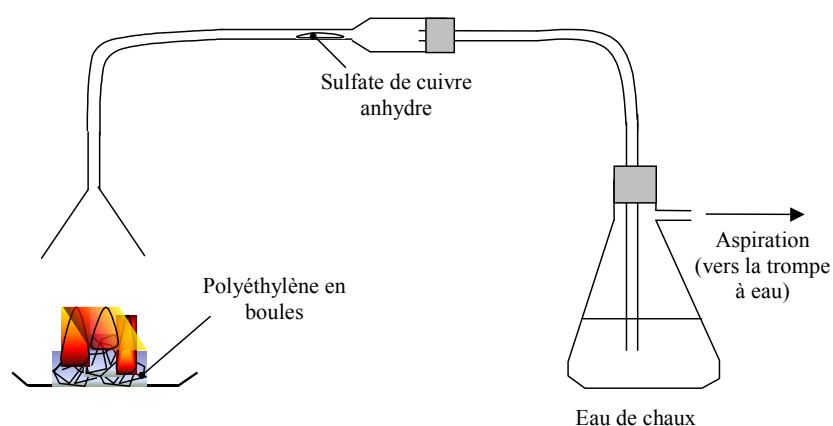
L'eau de chaux se trouble **donc** il s'est formé du dioxyde de carbone.

Résultats :

Combustible	Carton	Polyéthylène	Polystyrène
Observations :	Flamme jaune orange. Le carton noircit. Apparition de fumées blanches. Apparition de buée.	Flamme jaune. Apparition de fumées blanches. La combustion est plus visible dans le flacon que dans l'air. On remarque également que le polyéthylène fond. Il noircit	Flamme jaune. Apparition de fumées noires. Le polystyrène noircit.

* Manipulation professeur :

Si la formation de dioxyde de carbone est bien mise en évidence par les manipulations précédentes, il n'en est pas de même pour la formation d'eau où l'on observe que la formation de buée (fines gouttelettes liquides sur un support solide). Pour prouver que c'est de l'eau, il faut utiliser le sulfate de cuivre anhydre avec un montage plus sophistiqué :



Pour activer la combustion, on peut utiliser une pompe à vélo.

Remarque : Il faut aspirer avant de placer l'éthylène enflammé sous l'entonnoir. De même, il faut retirer l'éthylène enflammé avant d'arrêter l'aspiration pour éviter l'augmentation trop grande d'énergie thermique sous l'entonnoir ce qui pourrait le briser.

Résultats : le polyéthylène brûle sans faire de fumées noires. L'eau de chaux se trouble assez rapidement mais il faut attendre plus longtemps pour voir le sulfate de cuivre anhydre bleuir. Il est préférable de mettre le sulfate de cuivre anhydre dans la partie fine de l'entonnoir cylindrique car le sulfate de cuivre anhydre bleuit plus rapidement car le taux d'humidité y est le plus grand (on peut refroidir l'entonnoir cylindrique avec un linge humide pour favoriser la condensation de l'eau sur le sulfate de cuivre anhydre).

