

# La chimie c'est épatant de 7 à 77 ans ... et plus

Lycée Louis Vincent Metz

ANNEXE

## Explications des expériences du sketch : Au restaurant « le petit chimiste »

E. Antonot

### Manip 1 : L'oiseau buveur (<http://www.imaginascience.com/boutique/pages/fichedescriptive.php?ref=119#haut>)

Le corps de l'oiseau comprend 2 ballons : un pour la tête et l'autre pour le bas du corps. Le tube de verre qui fait la connexion entre les deux ballons plonge dans un liquide spécial (souvent du chlorure de méthylène ou dichlorométhane) contenu initialement dans le plus grand des ballons.

Un fait important est que l'oiseau va boire dans le verre d'eau placé devant lui à condition que le petit ballon de la tête soit plus froid que le ballon dans le corps : on dit qu'il y a un gradient de température. La tête est recouverte d'un tissu qui va absorber un peu d'eau du verre lorsqu'il boit. Ensuite, tout s'enchaîne en mouvement cyclique :

- L'évaporation de l'eau au niveau du tissu recouvrant le petit ballon (processus endothermique) fait que ce dernier devient plus froid que le reste du corps. Par une coïncidence heureuse, le mouvement de balancier assiste la vitesse de l'évaporation.

- Alors qu'on a l'impression que les tubes sont alors vides de substance, il y a en réalité de la vapeur qui s'est formée. En effet, le liquide, chlorure de méthylène, n'est pas un choix innocent. Il a pour propriété de posséder une chaleur latente d'évaporation basse. Cela signifie que le liquide s'évapore beaucoup plus facilement que l'eau. Il lui faut beaucoup moins d'énergie pour s'évaporer -Or, comme la tête est plus froide que le corps, un peu de vapeur se condense à l'intérieur du petit ballon (la tête)



Le diode (oxydant) subit une réaction de réduction (gain d'électrons) :  $I_2 + 2e^- \rightarrow 2 I^-$

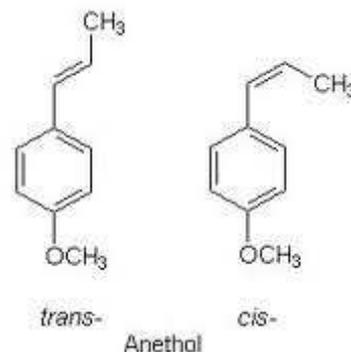
Les ions thiosulfate (réducteur) subissent une réaction d'oxydation (perte d'électrons) :  $2 S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2 e^-$   
 $S_4O_6^{2-}$  est l'ion tétrathionate

#### Manip 4 : Dissolution du pastis

Les alcools anisés sont fabriqués à partir d'extraits de plantes diverses (huiles essentielles de badiane ou anis étoilé, de réglisse...), de sucre et d'alcool (éthanol). Dans l'éthanol, les huiles essentielles dont l'anéthol sont très solubles et la boisson d'origine est limpide.

Quand on rajoute de l'eau, l'anéthol n'est plus soluble et les molécules se rassemblent sous forme de micelles, voire de micro-gouttelettes d'huiles au milieu de l'eau (et du reste), ce qui donne à la boisson cet aspect laiteux. En fait, si l'aspect est laiteux, c'est que les gouttelettes ont des tailles de l'ordre du micromètre et réfléchissent la lumière visible dans tous les sens (phénomène de *diffusion*), tout comme dans le lait qui est un mélange émulsionné de corps gras et d'eau.

Si on ajoute un excès d'éthanol à un verre contenant du pastis et un peu d'eau, on peut dissoudre l'anéthol dans l'éthanol et obtenir une solution à nouveau limpide.



#### Manip 5 : Changement de couleur du chlorure de cobalt (<http://fr.shvoong.com/exact-sciences/chemistry/1956070-chlorure-cobalt/#ixzz1WWwakSfW>)

L'utilisation habituelle du chlorure de cobalt est la détection de l'humidité par exemple dans les produits desséchants comme le silicagel, dans les hygromètres décoratifs. Quand le chlorure de cobalt est additionné comme indicateur, l'agent

desséchant est bleu quand il est actif ( $CoCl_2$ ) et rose quand il est saturé ( $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ ), suivant les couleurs du sel anhydre et du sel hydraté.

Dans l'expérience présentée : Dissoudre 0,4 g de chlorure de cobalt  $CoCl_2$  dans 22,5 mL d'éthanol : on observe une coloration bleue foncée. Ajouter un glaçon : la solution devient rouge-rose

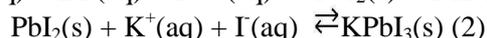
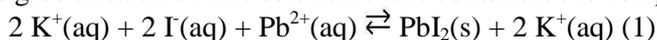
#### Manip 6 : Coloration de la phénolphtaléine ( L'eau changée en rosé)

Le verre du client 2 contient initialement de l'eau et un peu de phénolphthaléine (incolore) et la carafe une solution diluée d'hydroxyde de sodium. Lorsque le serveur verse la solution contenue dans la carafe dans le verre, une coloration rose apparaît (virage au rose de la phénolphthaléine en milieu basique)

La phénolphthaléine est un indicateur de pH qui est incolore pour un pH inférieur à 6 et rose pour un pH supérieur à 8. La solution diluée d'hydroxyde de sodium ( $Na^+ + HO^-$ ) est basique et fait donc virer la phénolphthaléine au rose.

#### Manip 7 : l'œuf sur le plat (<http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/CHIM/manip1/exp-chim.htm#exp10> , Journal of Chemical Education Mars 1997 )

Dans une boîte de Pétri, on place un cristal d'iodure de potassium et on ajoute une goutte d'une solution de nitrate de plomb à 0,1 mol/L sur le cristal. On observe des aiguilles jaunes de  $PbI_2$  si le cristal est petit, un cœur de  $PbI_2$  entouré d'aiguilles blanches de  $KPbI_3$  (type œuf sur le plat) pour un cristal de taille moyenne (**ce que l'on cherche ici**), uniquement  $KPbI_3$  pour les plus gros cristaux ou une solution claire contenant des complexes  $PbI_n^{(n-2)-}$ .



La solubilité de KI est suffisante pour dissoudre de relativement gros cristaux dans une seule goutte de solution de  $Pb(NO_3)_2$ .

Cependant la présence de forte concentration de KI déplace les équilibres vers la droite.

Si le cristal n'est pas assez gros, on observe un mélange de  $PbI_2$  et  $KPbI_3$  et avec un petit, seule la première réaction est possible.

Dans le cas où le mélange des 2 solides est en équilibre avec l'iodure de potassium dissous, il est possible de déplacer l'équilibre, d'après la loi de Le Chatelier vers la droite (**disparition du jaune**) avec un cristal supplémentaire d'iodure de potassium.

### Manip 8 : Cuisine moléculaire

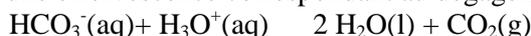
Le blanc est obtenu à partir de yaourt et d'agar-agar et le jaune à partir de pulpe de fruit (abricot par exemple) et d'alginate de sodium.

<http://blog.khymos.org/wp-content/2009/02/hydrocolloïd-recipe-collection-v2.3-screen-res.pdf>

### Manip 9 : De la mousse dans la compote de pommes !

Placer dans une coupe du jus de citron puis de la compote de pommes et mélanger.

Ajouter à l'aide d'un flacon verseur semblant contenir du sucre un peu d'hydrogénocarbonate de sodium : en raison de l'acidité du jus de citron, on observe une effervescence correspondant au dégagement de dioxyde de carbone selon :



Les couples acide-base mis en jeu sont  $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$  (noté parfois  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_3/\text{HCO}_3^-$ )

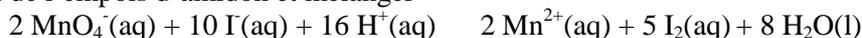
L'acide  $\text{H}_3\text{O}^+$  réagit avec la base  $\text{HCO}_3^-$  (ion hydrogénocarbonate, appelé dans le langage courant « bicarbonate ») pour donner  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{CO}_2$

Remarque :  $\text{HCO}_3^-$  peut également avoir un comportement d'acide dans le couple  $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$  : on dit que c'est un ampholyte ou une espèce amphotère

### Manip 10 : Apparition d'un verre de lait (Journal of Chemical Education, avril 2000).

Solution noire :

Dans un becher de 400 mL, mettre environ 100 mL d'eau déminéralisée, environ 1 mL de solution de permanganate de potassium à 0,02 mol/L et 30 mL d'acide sulfurique à 3 mol/L. Ajouter ensuite 10 mL de solution d'iodure de potassium à 100 g/L et de l'empois d'amidon et mélanger



En présence d'empois d'amidon, le diiode donne une coloration noire.

Il s'agit d'une réaction d'oxydo-réduction :  $\text{MnO}_4^-$  oxyde  $\text{I}^-$  en  $\text{I}_2$  avec formation de  $\text{Mn}^{2+}$

Solution rouge : Dans un becher de 250 mL mettre environ 100 mL d'eau déminéralisée, environ 3 mL de solution de thiosulfate de sodium à 0,10 mol/L, 1 mL de solution de chlorure de baryum à 0,10 mol/L, 0,1 mL de solution d'hydroxyde de sodium à 5 mol/L et quelques gouttes de phénolphtaléine pour obtenir une coloration rose intense (la coloration rose est due à la phénolphtaléine en milieu basique).

Lorsque l'on mélange les 2 solutions (agiter avec un agitateur en verre par exemple), les couleurs disparaissent et un précipité blanc se forme.

Lors du mélange, l'acide fait disparaître la coloration rose de la phénolphtaléine (le pH devient inférieur à 7) et le thiosulfate de sodium la coloration noire de la solution de diiode en présence d'empois d'amidon (même réaction qu'avec le whisky ou l'ice-tea changé en eau). Les ions baryum de la solution rouge forment un précipité blanc de sulfate de baryum avec les ions sulfate provenant de l'acide sulfurique.

Remarque : pour accentuer l'effet laiteux, il est possible d'ajouter un glaçon contenant en réalité une solution de solution de baryum.



### Manip 11 : Billet enflammé ou non (chimie exocharmique page 43)

Préparer de faux billets. En faire tomber un dans de l'éthanol (« alcool » du commerce  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), le retirer avec une pince puis l'enflammer.

Refaire la même expérience avec un autre billet, on le trempe cette fois dans un mélange (100 mL éthanol + 75 mL d'eau), on l'enflamme, il brûle sans dommage.

En effet, la flamme doit dans ce cas vaporiser à la fois l'éthanol et l'eau. Comme la vaporisation de l'eau est fortement endothermique (c'est-à-dire qu'il faut fournir beaucoup plus d'énergie pour vaporiser de l'eau que pour vaporiser la même quantité d'éthanol), cela permet de maintenir la température du billet de banque relativement basse, ce qui l'empêche de brûler.

**Manip 12 : Anagyre** (<http://images.math.cnrs.fr/L-anagyre.html> et <http://www.imaginascience.com/boutique/pages/fichedescriptive.php?ref=8>)

L'anagyre possède une géométrie très particulière ce qui fait qu'il se comporte bizarrement pendant la rotation. Faites-le tourner dans le sens des aiguilles d'une montre et il se comportera comme une toupie normale ; après quelques instants, à cause des frottements et de la dissipation d'énergie qui en résulte, il s'arrête tranquillement. Par contre, si

on le fait tourner dans l'autre sens, après quelques instants, il commence à se balancer verticalement, puis à repartir en arrière.

Les anagyres sont aussi nommés pierre celtique (celts) ou encore "rattleback" (nom donné par A. Moore de l'université du Michigan) en anglais. En effet, ce sont des archéologues qui ont mis la main en premier sur un type de pierre qui avait ce comportement alors qu'ils étudiaient des haches et herminettes (outil en forme de hache) préhistoriques.

L'analyse qualitative du comportement des anagyres a été établie dès 1896, mais l'analyse quantitative est plus délicate : elle nécessite de prendre en compte le glissement et la dissipation par les frottements.

On peut quand même dire que 3 caractéristiques sont nécessaires pour ce fonctionnement intrigant:

1- La base incurvée doit posséder deux rayons différents : un grand pour la longueur et un beaucoup plus petit pour la largeur.

2- Les axes de symétrie doivent être un peu de biais par rapport aux axes d'inertie

3- Il faut une distribution de masse différente de part et d'autre de deux des axes d'inertie.