

60 EXPÉRIENCES MÉMORABLES DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE POUR FÊTER LE CINQUANTAIRE DE SCIENCE ET CULTURE

Le 27 avril 2005, devant plus de deux cent cinquante participants très attentifs, René CAHAY, René LINARD, Brigitte MONFORT et Roger MOREAU ont présenté pour la dernière fois ensemble, ont-ils dit — des expériences



commentées qui ont marqué les trente-sept expositions annuelles qu'ils ont contribué à rendre interactives et attrayantes depuis 1968, pour, globalement, plus de **300.000 professeurs et élèves** du troisième degré de l'enseignement secondaire et de l'enseignement supérieur non universitaire !

Les auteurs ont heureusement bien précisé qu'il ne s'agissait pas là d'un *chant du cygne* mais plutôt d'un *passage de relais* vers une autre équipe beaucoup plus jeune qui est en train de se constituer sous l'égide de MM. Yves LION et Nicolas VANDEWALLE avec notamment Hervé CAPS et Noé LECOQC lequel vient d'être engagé en tant qu'Attaché à la Direction de notre asbl.



Chacun a pu, une fois encore, profiter au cours de cette après-midi exceptionnelle de l'ambiance à nulle autre pareille qui a entouré la succession d'expériences spectaculaires parmi lesquelles on retiendra notamment celles citées ci-après.

1. Chimie insolite et familière - Réactions patriotiques

Pour obtenir le **drapeau français**, on réalise le montage présenté en annexe (fiche 1). Le premier ballon contient du cuivre en poudre ; le deuxième contient une solution aqueuse diluée d'acide nitrique avec un peu de phénolphaléine ; le troisième ballon contient une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. Pour démarrer les réactions, on verse de l'acide nitrique concentré dans le premier ballon ; le dioxyde d'azote produit chasse la solution contenue dans le deuxième ballon. A la fin, il y a un retour des solutions vers le premier ballon et l'on observe les couleurs du drapeau français : bleu, blanc (en fait incolore), rouge.

Pour réaliser les couleurs rouge, jaune et noir du **drapeau belge**, on remplace le cuivre métallique par de la poudre de fer ; on utilise de l'acide nitrique à 6 mol/L et on emploie des produits et indicateurs un peu particuliers (acide tannique, alizarine R en plus de la phénolphaléine).

On peut procéder plus simplement pour obtenir les couleurs du **drapeau français** en préparant 3 récipients contenant respectivement une solution aqueuse diluée de chlorure de cuivre (II), une solution aqueuse diluée de nitrate de plomb (II) et de l'eau avec quelques gouttes de phénolphthaléine.



R. LINARD et le drapeau français

L'addition simultanée dans les 3 récipients d'une solution concentrée d'ammoniac fournit les couleurs "bleu, blanc, rouge" du drapeau français. Ces couleurs sont dues respectivement aux ions complexes $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, au précipité d'hydroxyde de plomb (II) et à la couleur de la phénolphthaléine en milieu basique.

- Indicateurs colorés de pH

Dans 6 grands tubes à essais, on ajoute une solution aqueuse diluée d'hydroxyde de sodium et différents indicateurs colorés de pH.

On ajoute ensuite des morceaux de carboglace dans chacun des tubes. En plus des grosses bulles et des mouvements des morceaux de carboglace, on observe des changements de couleur des indicateurs dus à la réaction entre l'hydroxyde de sodium (NaOH) et le dioxyde de carbone.



- Carbonate d'aluminium dans l'eau

Normalement, l'addition d'une solution aqueuse d'un carbonate alcalin à une solution aqueuse d'un sel soluble d'un métal alcalinoterreux donne lieu à la précipitation d'un carbonate peu soluble. Dans le cas d'un sel d'aluminium, on observe la formation d'un dégagement gazeux ainsi que d'un précipité blanc. En présence de détergent, on obtient une mousse.

Le sulfate d'aluminium a un caractère acide et les ions hydrogène formés réagissent avec les ions carbonate ; le dioxyde de carbone libéré est piégé dans ce que l'on peut appeler une mousse chimique. Le carbonate d'aluminium n'existe pas en solution aqueuse ; on obtient l'hydroxyde.

- Stalagmite ou la cristallisation de l'acétate de sodium

Lorsqu'on chauffe de l'acétate de sodium hydraté, il "fond" vers 50°C et, contrairement aux autres solides fondus, lorsqu'on le refroidit, il ne se solidifie généralement pas. Il s'agit toutefois d'un état métastable ; si on verse ce liquide sur un petit cristal d'acétate de sodium hydraté, la cristallisation a lieu immédiatement et le solide obtenu est tiède (environ 50 °C).



La solidification peut aussi avoir lieu en cas de choc. Cette propriété est mise à profit dans des pochettes commerciales dans lesquelles on provoque la cristallisation en pliant un ressort, par exemple. Ces pochettes sont réutilisables un certain nombre de fois.



- Rossini minuté

Dans 10 bechers, on verse des solutions aqueuses d'iodate de potassium, KIO_3 de plus en plus diluées. On ajoute ensuite, en même temps, des solutions de plus en plus diluées contenant à la fois de l'hydrogénosulfite de sodium, NaHSO_3 , de l'amidon soluble, et de l'acide sulfurique dilué. Dans cette "clock reaction", les concentrations sont choisies de manière à ce que l'apparition de la couleur bleu foncé due au complexe I_3^- /amidon suive le rythme de l'ouverture de Guillaume TELL de ROSSINI.

- Les boissons du garçon de café

En utilisant les colorations des ions Fe^{3+} et de ses complexes avec les ions thiocyanate (SCN^-), oxalate ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) et l'acide tannique, on prépare une série de solutions dont les colorations font penser à des boissons classiques (eau, whisky, porto blanc, porto ou vin rouge, curaçao très concentré, thé).

- 2 familles du tableau périodique des éléments

- Gaz nobles et pesanteur

Cette séquence extraite du DVD "Elémentaire, monsieur MENDELEIEV" présente 5 ballons attachés à une barre au moyen d'une ficelle et contenant des volumes à peu près identiques d'hélium, de néon, d'argon, de krypton et xénon. Le comportement des différents ballons lorsque l'on coupe les ficelles (le ballon rempli de néon s'élève, celui rempli de xénon tombe rapidement) suggère l'évolution croissante des masses volumiques (et donc des masses molaires) des gaz nobles.

- Les alcalins : réactions avec l'eau

Cette autre séquence du DVD "Elémentaire, monsieur MENDELEIEV" montre la réactivité croissante des différents métaux alcalins (lithium, sodium, potassium, rubidium et césium) lorsqu'ils réagissent avec l'eau.

2. Les très basses températures

- **Bouquet de fleurs trempé dans l'azote liquide**

- **Ballons remplis d'air et de CO₂ dans l'azote liquide***

Un vase de Dewar de 2 litres à large goulot est rempli aux trois-quarts avec de l'azote liquide (point d'ébullition : 195,8 °C). On y immerge avant la démonstration 4 ou 5 ballons remplis d'air ou de dioxyde de carbone. Devant les spectateurs, on présente deux ballons, l'un rempli d'air et l'autre rempli de dioxyde de carbone. On verse de l'azote liquide sur ces ballons et on les introduit dans le vase de Dewar. Dans le cas du dioxyde de carbone, le volume du ballon devient pratiquement nul car le dioxyde de carbone se solidifie.

On retire ensuite tous les ballons un à un.

- **Propriétés du plomb et du cuivre dans l'azote liquide**

3. Électrostatique

- **Horripilation des cheveux**

- **Orage sur une maison reliée à la terre ou non.**

4. Électromagnétisme

Expériences des forces de LAPLACE

- **Fil rougi par un courant alternatif et aimant en U**

- **Filament spiralé d'une lampe et barreau aimanté**



R. MOREAU convaincu et très convaincant

5. Électrochimie

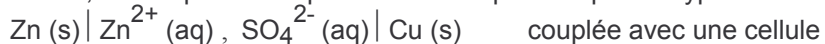
- **Il y a pont et pont**

Dans le modèle classique de la pile du type DANIELL,



un pont de jonction ou pont salin relie les deux compartiments et la différence de potentiel mesurée est voisine de 1,10 V. Lorsqu'on propose de remplacer le pont électrolytique par un fil de cuivre, les étudiants sont surpris de mesurer une différence de potentiel voisine de 1 volt ; ils s'attendaient à mesurer une différence de potentiel nulle.

En fait, on remplace une pile de DANIELL par une pile du type VOLTA



$\text{Cu (s)} | \text{Cu}^{2+} (\text{aq}), \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) | \text{Cu (s)}$ et on mesure une différence de potentiel correspondant à celle d'une pile de type VOLTA.

- **GALVANI n'avait-il pas raison ?**

Luigi GALVANI était partisan d'une électricité d'origine animale tandis qu'Alessandro VOLTA prônait l'existence d'une électricité de contact. Leur querelle devait aboutir à la mise au point par VOLTA de la pile électrique.

* cf. P. DEPOVERE, Oh la Chimie, p. 29, Paris, Dunod, 2004

Dans la manipulation, on utilise une carte musicale ou une horloge électronique dont on a enlevé la pile bouton (1,2 V) et dont les bornes sont connectées à une plaque de magnésium et à une plaque de cuivre. Il suffit de placer ses mains humides pour faire fonctionner la carte musicale ou l'horloge électronique. Une carte musicale ne consomme que quelques dizaines de microampères de sorte que l'énergie fournie par cette pile rudimentaire suffit.

- **Le cœur de mercure**

D'après LIPPMANN, il s'agit d'un des phénomènes les plus intrigants, à allure magique que l'esprit humain soit amené à rencontrer et à essayer de comprendre. Dans un verre de montre parfaitement propre et dégraissé, on verse 2 mL de mercure propre, 20 mL d'une solution aqueuse d'acide sulfurique ($c = 2 \text{ mol/L}$) puis 2 mL d'une solution aqueuse de permanganate de potassium ou de dichromate de potassium ($c = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$). On approche une pointe d'acier de manière à ce qu'elle touche le bord de la goutte de mercure ; on voit le mercure se contracter, reprendre sa position de départ, toucher le fer, se contracter de nouveau et présenter des contorsions impressionnantes.

Le système constitue un oscillateur électrochimique** où l'on a tout ce qu'il faut pour faire une pile $\text{Fe (s)} | \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}), \text{MnO}_4^- (\text{aq}) | \text{Hg (l)}$.

Lorsque la pointe du fer touche le mercure, la pile débite, il y a apport d'électrons à la surface du mercure et ce dernier se contracte. Ce faisant, le contact s'interrompt et le mercure reprend sa position initiale rétablissant le contact par la même occasion. Voilà un bel exemple de conversion d'énergie chimique en énergie mécanique.

- **Électrolyse de l'eau, piles à combustion et petites voitures, piles au méthanol, GSM**

BOCKRIS, célèbre électrochimiste américain, a prédit que le XXI^e siècle serait celui de l'électrochimie. Quand on voit les prix du pétrole pratiqués aujourd'hui, on ne s'étonne pas de voir les constructeurs automobiles investir dans la mise au point de véhicules utilisant des piles à combustible. Dans une pile à combustible, on amène les réactifs, oxydant et réducteur (ou comburant et combustible) au fur et à mesure des besoins. Dans le modèle didactique présenté, on réalise l'électrolyse de l'eau dans un électrolyseur (souvent appelé Voltamètre), ce qui fournit du dihydrogène et du dioxygène.

** R.CAHAY, I. GILLET, R.LINARD, B. MONFORT, Le cœur de mercure, document réalisé dans le cadre de la recherche 785193 soutenue par le FRSFC d'initiative ministérielle (FRSFC-IM), LEM, Université de Liège, 198?

** P. DEPOVERE, « Le battement du cœur de mercure » dans Oh la chimie, 85-86, Paris, Dunod, 2004.

Pour faire fonctionner un petit moteur électrique ou une voiture miniature, il suffit d'alimenter une pile à combustible en dihydrogène et du dioxygène. Un autre type de pile à combustible fonctionne avec du méthanol comme combustible. Les GSM pourraient être bientôt alimentés par de telles piles.

6. Induction électromagnétique

Expériences des courants de FOUCAULT :

- **Aimant et barreau métallique dans 3 tubes (plastique, alu, cuivre)**
- **Explosion d'une canette de coca**
- **Lévitiation d'anneaux de cuivre et d'aluminium**

7. Supraconductivité et lévitation ... vrai ou faux ?

- L'expérience classique de supraconductivité avec azote liquide

La supraconductivité est la propriété que possèdent certains matériaux de conduire le courant électrique sans résistance à condition que leur température soit inférieure à une certaine valeur appelée température critique. Ils s'opposent aussi à tout champ magnétique externe. Ainsi, un petit aimant placé au-dessus d'un supraconducteur repousse l'aimant lui permettant ainsi de rester en suspension dans l'air.

Des prototypes de trains magnétiques à grande vitesse, basés sur ce principe, sont actuellement à l'étude dans plusieurs pays.

Un exemple de matériau supraconducteur classique est un oxyde de cuivre, d'yttrium et de baryum : $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$.

Comme les matériaux supraconducteurs conduisent le courant électrique sans échauffement, on entrevoit la concurrence qu'ils pourraient faire aux conducteurs classiques ! Rappelons qu'à Liège, plusieurs équipes de recherche sont à la pointe dans ce domaine.

- Deux lévitations apparentes :

- **un volontaire brave la pesanteur, ... mais ce n'est qu'un jeu de miroirs.**
- **une grande illusion de music-hall : le tabouret de bar transcendant ...**

8. Les polymères

- Polymère superabsorbant

La chimie a des aspects magiques qu'il faut démystifier.

Ainsi, rien de plus facile que de faire disparaître de l'eau : un peu de superabsorbant au fond d'un gobelet en plastique opaque dans lequel on verse un gobelet d'eau. Après une dizaine de secondes, on peut retourner le gobelet ; elle a été piégée par le superabsorbant sous forme d'un gel.

Mais le chimiste dévoile son truc ; il recommence avec un gobelet transparent. Si on ajoute du sel de cuisine, et qu'on mélange, le gel se liquéfie, ce qui permet de discuter sur les forces d'interaction entre l'eau, le superabsorbant et les ions sodium et chlorure.

- Mousse de polyuréthane

Dans un gobelet en plastique transparent, on mélange 7,5 mL d'une solution contenant un diisocyanate ($\text{O}=\text{C}=\text{N}-\text{R}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$) et le même volume d'une autre solution contenant un polyol (par exemple un diol $\text{HO}-\text{R}'-\text{OH}$), un agent d'expansion et un catalyseur.

On obtient rapidement une mousse rigide de polyuréthane.

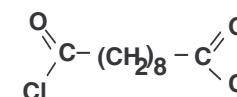
L'expansion est obtenue par un réactif qui se vaporise car la réaction est exothermique. En ajoutant au mélange 2 à 3 gouttes d'une solution aqueuse de colorant, on obtient une mousse colorée et plus expansée car la réaction du diisocyanate avec l'eau fournit en plus du dioxyde de carbone.

- Nylon (fil fluo)

Les polymères, c'est aussi l'industrie du textile qui fait actuellement l'objet d'un bras de fer avec la Chine. Comment résister au plaisir de fabriquer des fils de nylon ?

Dans un becher de 50 mL, on verse 10 mL d'une solution aqueuse d'hexaméthylènediamine (ou 1,6-diamino-hexane), $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$, ($c \approx 0,2 \text{ mol / L}$) ; on y ajoute, en évitant de mélanger les deux phases, environ 10 mL d'une solution de chlorure de sébacyle (ou chlorure de décanedioyle) dans le n-heptane. A l'interface, il se forme un film que l'on tire au moyen d'un crochet ; on peut ainsi bobiner plusieurs mètres de fil sur un cylindre.

Dans cette réaction, on procède à une réaction de polycondensation, avec élimination de HCl, entre une diamine à 6 atomes de carbone, et un dichlorure d'acide à 10 atomes de carbone.



Chlorure de sébacyle

- Chips solubles dans l'eau, à base d'amidon de maïs

Les polymères, c'est aussi l'occasion d'aborder les problèmes d'environnement et des emballages.

Actuellement, un gros effort est fait dans ce domaine et, par exemple, un procédé de recyclage "naturel" du polystyrène existe. Mais, pour protéger les matériaux fragiles, on peut aussi utiliser des petits morceaux de polymère à base d'amidon de maïs. Dans l'expérience présentée, on ajoute dans l'eau un de ces morceaux et on agite en l'écrasant sur la paroi du becher. On observe sa dissolution.

9. Transmission d'énergie

- Multipendules

- Pompes magiques

- Sarbacane

- Lancement d'une fusée à eau

B. GUILLOT
et ses pompes



10. Mouvements tous azimuts : projection, écrasement, expansion

- Une fusée à l'eau oxygénée

Dans le fond d'un ballon à deux tubulures, on place une lame de platine recouverte de platine finement divisé qui sert de catalyseur dans la réaction de décomposition de l'eau oxygénée. On place dans la tubulure centrale un tube en verre portant un bouchon en liège.



Dans la tubulure latérale, on place une seringue contenant 5 mL d'eau oxygénée à 30 %. Dès que l'on a introduit l'eau oxygénée dans le ballon, on observe la décomposition du peroxyde d'hydrogène et lorsque la pression à l'intérieur du ballon est suffisante, le bouchon est projeté ; si on introduit un tison dans le ballon, le bois se rallume mettant en évidence le dioxygène produit.

- Bouteille d'ammoniac : écrasement vu la solubilisation de l'ammoniac dans l'eau

Une bouteille transparente en PET est remplie d'ammoniac gazeux et on y adapte une seringue remplie d'eau désionisée ou d'eau du robinet. Que va-t-il se passer quand on introduit l'eau dans la bouteille ?

La bouteille s'écrase.

Lorsqu'on réalise cette expérience, les étudiants ne pensent presque jamais à l'écrasement de la bouteille ; or, à température ordinaire, un litre d'eau peut dissoudre près de 800 litres d'ammoniac gazeux !

On peut recommencer l'expérience en ajoutant un peu de phénolphtaléine dans l'eau de la seringue.

- Écrasement d'un bidon métallique de 5 litres en le vidant de son air

- Canette écrasée (par condensation de vapeur d'eau)

Dans une canette métallique vide (de bière ou d'une autre boisson), on introduit une vingtaine de millilitres d'eau que l'on fait bouillir. Lorsque l'eau bout et que la vapeur remplit la canette (on voit de la buée au-dessus de la canette), on retourne la canette dans un cristalliseur rempli d'eau froide. La canette s'écrase vu la diminution de pression due à la condensation de la vapeur d'eau !

- Gonfler sans effort

Dans un erlenmeyer de 2 litres à large goulot, on introduit une ou deux craies en morceaux et 150 mL de vinaigre d'alcool ordinaire. Immédiatement, on fixe un gant de chirurgien sur le goulot de l'erlenmeyer. Le gant gonfle assez lentement.

On peut procéder à un gonflage beaucoup plus rapide comme suit : on introduit dans un ballon à fond plat d'un litre, 100 mL d'une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène ($c = 2 \text{ mol/L}$) ; on ajoute 15 grammes

d'hydrogénocarbonate de sodium ou de carbonate de calcium en poudre et, aussi rapidement que possible, on fixe sur le ballon en verre un ballon de baudruche.

Le gonflage du gant ou de la baudruche est dû à la libération de dioxyde de carbone, CO_2 , provenant de la réaction des ions carbonate avec les ions hydrogène.

11. Composition de mouvements

- **Bille métallique lancée hors d'un canon d'abord immobile, puis en mouvement rectiligne.**

12a. Conservation du moment de la quantité de mouvement

- **Fauteuil tournant avec haltères.**

- **Fauteuil avec une roue de vélo bien équilibrée.**

12b. Forces de Coriolis

- **Lancement de ballons en l'air par des volontaires diamétralement opposés sur un plateau en rotation.**

- **Lancement de boules de bowling sur le plateau tournant et examen des trajectoires au ralenti.**

- **Tir au pistolet sur une cible fixée au fauteuil tournant**



H. CAPS sur le fauteuil tournant

13. Ultraviolet, lumière visible et infrarouge

- **Effet photoélectrique et rôle de l'ultraviolet.**

- **Utilisation de caméra infrarouge dans l'amphithéâtre plongé dans le noir.**

- **Réflexions de lumière visible et d'IR sur deux miroirs paraboliques vers une balle de ping-pong placée au foyer du 2^{ème} miroir.**



14. Polarisation de la lumière visible

- **Polarisation par réflexions : miroirs de NORREMBERG**

- **Utilisation de 2 polaroïds grand format**

15. Combustion

- **Ballons chauffés ***

2 ballons en caoutchouc mince, un rempli d'air, l'autre, rempli d'eau.

* sur une idée de J-M DEBRY, professeur hre de l'AR François BOVESSE de Namur.

Si on approche une allumette enflammée en dessous des deux ballons, que va-t-il se passer ? Le ballon rempli d'air éclate tandis que le ballon rempli d'eau ne subit apparemment aucun dommage, même si on le chauffe pendant quelques minutes. Dans le cas du ballon rempli d'air, la flamme fait fondre le caoutchouc et l'air "comprimé" dans le ballon s'échappe bruyamment. Dans le cas du ballon rempli d'eau, comme l'eau est un liquide de grande chaleur massique, la paroi du ballon n'est pas portée à une température suffisante pour fondre.

- Billet incombustible*

Dans un mélange contenant des volumes égaux de propan-2-ol (isopropanol), $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$, et d'eau, on immerge un ancien billet de 50 francs (le billet doit être complètement imbibé). On approche la flamme d'un briquet ou d'une allumette d'une extrémité du billet ; on voit des flammes entourer le billet qui ne brûle pas.

Une partie de l'énergie de combustion sert à chauffer l'eau et à la vaporiser. La plus grande partie de la chaleur produite par la combustion de l'alcool est perdue dans l'air ambiant et sert aussi en partie à vaporiser l'alcool.

SECURITE : il faut porter des lunettes ; attention aux brûlures !

- Un livre qui s'enflamme « spontanément »

Le livre enflammé est un livre truqué avec quelques pages normales au début du livre et des "accessoires feu" cachés dans un logement creusé à la fin du livre. Les accessoires sont des mèches que l'on imbibe de butane (provenant d'une cartouche de combustible pour briquet, allume-gaz) et un mécanisme de mise à feu.

Lorsqu'on ouvre le livre, on actionne la molette de l'allume-gaz et l'étincelle provoque la combustion du butane; on a l'impression que le livre s'enflamme. Il suffit de refermer le livre pour éteindre les flammes.



R. CAHAY présente un billet « incombustible »

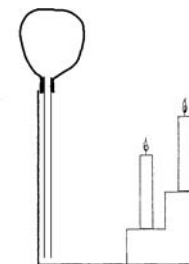


Un livre qui s'enflamme « spontanément »

* J.M DEBRY, Bull. de l'ABPPC, 86, p. 155, 1986 et B.Z. SHAKHASHIRI, Chemical Demonstrations vol. 1, p81-82, Madison, The University of Wisconsin Press, 1983.

- Extinction des bougies et variante avec carboglace

a) Dans un grand becher de 2 litres, on introduit un support sur lequel sont fixées 2 bougies allumées placées à des hauteurs différentes. On introduit au fond du grand becher du dioxyde de carbone contenu dans un ballon en caoutchouc .



b) (Variante) On peut aussi verser du dioxyde de carbone contenu dans un grand becher. On observe que les bougies s'éteignent en commençant par celle du bas. Le dioxyde de carbone, plus dense que l'air, n'entretient pas la combustion des bougies.

- Volcan au dichromate d'ammonium

Dans une capsule en porcelaine, on introduit quelques grammes de dichromate d'ammonium en poudre, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

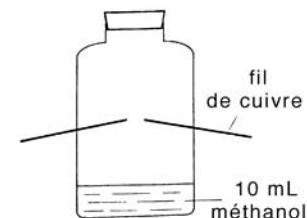
D'autre part, on chauffe au rouge l'extrémité d'une tige en acier que l'on place immédiatement sur le tas de dichromate d'ammonium .

On observe la projection de particules verdâtres et de particules incandescentes et le fond de la capsule est très chaud.

Il s'agit d'une belle illustration d'une conversion d'énergie chimique en énergies thermique, lumineuse et mécanique.

- Explosion d'un mélange méthanol-air

Dans une bouteille en polyéthylène de 200 mL dans laquelle on a introduit deux fils de cuivre de 1,5 mm² (cf. schéma), on verse 10 mL de méthanol (alcool à brûler) et, sur le goulot, on place un bouchon sans l'enfoncer trop fort. Lorsqu'on provoque une étincelle entre les fils de cuivre au moyen d'un générateur de Tesla, le bouchon est projeté violemment.



Les vapeurs de méthanol réagissent avec l'oxygène de l'air et l'exothermicité de la réaction provoque dans le flacon une augmentation de pression telle que le bouchon saute.

Si on provoque une nouvelle étincelle après la première explosion, généralement, il ne reste pas suffisamment de dioxygène pour provoquer une nouvelle explosion.

On le vérifie en réintroduisant de l'air dans le flacon. Si on replace le bouchon et que l'on provoque à nouveau une étincelle, le bouchon saute.

16. Micro-ondes

- Expériences de réflexion, de réfraction et de diffraction

17. Bulles et grains

- Stratification avec 2 sables différents

18. Résonance

- Résonateurs de HELMHOLTZ

- Boule à vagues de la Société WOW

19. Couleurs changeantes

- Une réaction oscillante

Dans un becher de 2 litres, on verse successivement 500 mL de chacune des trois solutions suivantes : **A** (eau oxygénée à 30 %), **B** d'iodate de potassium (KIO_3), acide sulfurique et **C** (amidon, acide malonique ($\text{CH}_2(\text{CO}_2\text{H})_2$) et sulfate de manganèse (II) ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)). On agite pour homogénéiser.

On observe l'apparition d'une couleur bleue (due au complexe de l'iode avec l'empois d'amidon) qui disparaît puis réapparaît. On observe aussi le dégagement cyclique de bulles de gaz (dioxygène). Après une dizaine de cycles, la solution reste bleue et n'évolue plus. Il s'agit d'un exemple particulièrement spectaculaire d'une réaction dite périodique ou oscillante.



SÉCURITÉ : Porter des lunettes et des gants

- **Chimiluminescence**

Certains organismes vivants (lucioles, verts luisants...) ont la capacité d'émettre de la lumière. On peut reproduire ce phénomène dans la réaction entre le luminol avec l'eau oxygénée. Au cours de cette réaction, il y a formation d'un composé intermédiaire à l'état excité. Sa transformation à l'état fondamental stable s'effectue avec émission de photons. On trouve aussi dans le commerce des bâtons lumineux, colliers, bracelets... qui fonctionnent sur un principe similaire.



Une réaction oscillante



Chimiluminescence

Annexe 1 : UNE RÉACTION PATRIOTIQUE : LE DRAPEAU FRANÇAIS

Produits et matériel nécessaires :

3 ballons de 0,5 litre

2 bouchons en caoutchouc avec tubes en verre comme sur le montage

solution aqueuse d'acide nitrique, HNO_3 , $c = 10 \text{ mol/L}$

solution aqueuse d'acide nitrique, HNO_3 dilué, $c = 0,10 \text{ mol/L}$

cuivre en poudre

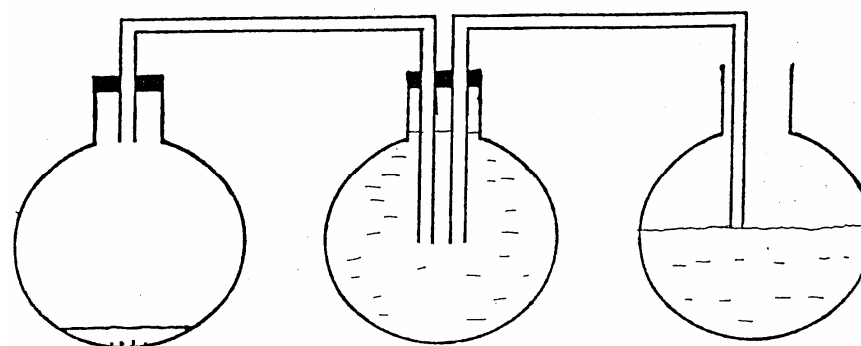
solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, NaOH , $c = 0,15 \text{ mol/L}$

solution de phénophtaléine à 0,1 % (en masse) dans l'éthanol

3 statifs avec noix et pinces pour maintenir les ballons.

Mise en œuvre

Préparer le montage ci-dessous et introduire dans les ballons les substances et solutions indiquées :



ballon de 0,5 L
contenant 1,5 g
de cuivre en poudre

ballon de 0,5 L
rempli de
 HNO_3 (aq),
 $c = 0,10 \text{ mol/L}$
avec quelques gouttes
de phénophtaléine

ballon de 0,5 L
à moitié rempli de
 NaOH (aq),
 $c = 0,15 \text{ mol/L}$

Au moment de réaliser l'expérience, ajouter dans le premier ballon contenant le cuivre en poudre 25 mL de HNO_3 , $c = 10 \text{ mol/L}$

Observez, notez soigneusement vos observations et essayez d'identifier les substances chimiques de départ.

Sécurité : HNO_3 est corrosif, de même que les vapeurs nitreuses!

* cf. R. I. PERKINS, « Some Things Have Little Changed in the Last 138 Years », J. Chem. Educ. 63, 781-783, 1986