

POP chimie

par **Marta SEGURA** et **Josep COROMINAS**

Col·legi de doctors i llicenciats de Catalunya - Espagne

mariecurie98@gmail.com

jcoromi6@xtec.cat

CET ARTICLE présente onze manipulations simples permettant d'expliquer certaines notions fondamentales de la chimie, mais en employant des produits que l'on trouve soit à la maison soit au supermarché. Les expériences ont été testées par des participants au congrès de l'Union des professeurs de physique et de chimie à Bordeaux en octobre 2018, lors d'un atelier expérimental. Elles abordent des domaines très variés : forces intermoléculaires, solutions tampons, synthèse d'un polymère, émulsions, réaction oscillante.

INTRODUCTION

À l'exception de la réaction de combustion de la vapeur d'acétone, qui est à réaliser avec précaution sous une hotte par l'enseignant, les autres expériences ne présentent pas de risques particuliers. Outre l'intérêt pour l'enseignement de la chimie signalé dans le résumé, quelques expériences ont un aspect esthétique ou spectaculaire (expériences 3, 6, 10 et 11), ce qui peut être exploité avec profit lors d'une journée « portes ouvertes » ou dans le cadre de la fête de la science.

Cet article se décompose ainsi :

- ◆ Mettre en évidence des forces entre les molécules.
- ◆ Une polymérisation pour isoler : le polyuréthane.
- ◆ Transformation du whisky en eau et préparation d'un pastis transparent.
- ◆ «Magnesia-Cinfa» (ou tout autre anti-acide en suspension aqueuse) : un sel insoluble contre l'acidité gastrique.
- ◆ L'aspirine effervescente : une solution tampon dans la trousse à pharmacie.
- ◆ Art avec la chromatographie et les vernis à ongles.
- ◆ Crèmes solaires et protection contre les ultraviolets (UV).
- ◆ Nettoyage à l'oxygène.
- ◆ Les émulsions.
- ◆ De l'encre comme au Moyen Âge - Art avec l'encre de chine.
- ◆ Une réaction horloge avec la vitamine C.

1. METTRE EN ÉVIDENCE DES FORCES ENTRE LES MOLÉCULES

Les forces intermoléculaires sont expliquées, en général, par des polarités entre des molécules. C'est le cas des interactions très faibles comme les forces de London (dipôles induits) qui font partie des forces de Van der Waals, et la liaison hydrogène.

Matériel

Ballons de baudruche de couleurs différentes ♦ Plusieurs liquides : eau, éthanol, acétone, essence... ♦ Eau très chaude (plaque chauffante) ♦ Bêchers de 600 mL ou plus.

Comment procéder ?

- ♦ Faire chauffer de l'eau (environ 80 °C) dans un bécher.
- ♦ Dans chaque ballon, mettre environ 2 mL d'un des liquides. Bien fermer le ballon.
- ♦ Placer les ballons dans l'eau chaude. Ils vont gonfler plus ou moins fort selon la facilité de vaporisation.
- ♦ Interpréter les résultats selon la faiblesse ou non des forces intermoléculaires.

Une démonstration de trois propriétés de l'acétone

Matériel

Acétone ♦ Tube en PVC, d'environ 2 m de longueur et de diamètre 2 cm.

Le tube est enroulé en hélice d'axe vertical et maintenu dans cette position par une armature comme indiqué sur la figure 1. Les indications AV-DC signifient Acétone-Volatile-Densité-Combustion.

Comment procéder ?

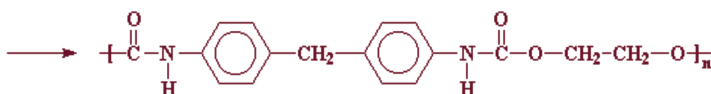
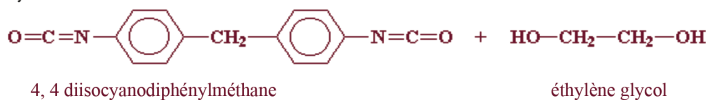
- ♦ Au bout du tube, en partie basse, on place une petite bougie allumée. On verse 1 mL ou 2 mL d'acétone dans la partie la plus haute du tube et on attend quelques secondes.
- ♦ Une flamme bleue parcourt le tube. L'acétone se vaporise d'abord, puis la vapeur, plus dense, descend par l'intérieur du tube et enfin la flamme met le feu à la vapeur mélangée avec l'air dans le tube.



Figure 1 - Montage pour la démonstration des propriétés de l'acétone.

2. UNE POLYMÉRISATION POUR ISOLER : LE POLYURÉTHANE

La polymérisation se fait selon la réaction :



Sous la forme de mousse expansée, les mousses de polyuréthanes sont largement utilisées pour leur qualité d'isolation thermique. La masse volumique de la mousse obtenue est de l'ordre de $40 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (l'eau = $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$).

Matériel

Réactifs : A (un alcool) et B (isocyanate) ♦ Verres en plastique ♦ Petites spatules en bois.

Comment procéder ?

- ◆ Mettre dans un verre jusqu'à une hauteur d'environ 3 mm le réactif A.
- ◆ Ajouter le réactif B jusqu'à avoir une hauteur totale de 8 mm.
- ◆ Avec la spatule en bois, bien mélanger les deux liquides. Une écume doit se former. Ne pas toucher cette mousse. Attendre que le verre soit rempli par la mousse de polyuréthane.

La réactivité du groupe isocyanate :

- ◆ isocyanate + alcool → uréthane

$$\text{R-N-C}=\text{O} + \text{R}'\text{-OH} \rightarrow \text{R}-\text{NH-C}(\text{=O})\text{-O}-\text{R}'$$
- ◆ isocyanate + amine → urée

$$\text{R-N-C}=\text{O} + \text{R}'\text{-NH}_2 \rightarrow \text{R}-\text{NH-C}(\text{=O})\text{-NH}-\text{R}'$$
- ◆ isocyanate + thiol → thiocarbamate

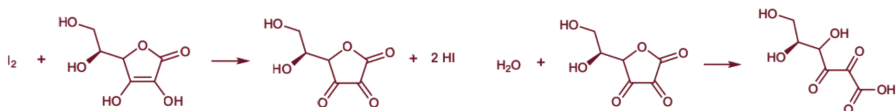
$$\text{R-N-C}=\text{O} + \text{R}'\text{-SH} \rightarrow \text{R}-\text{NH-C}(\text{=O})\text{-S}-\text{R}'$$
- ◆ isocyanate + eau → amine + dioxyde de carbone

$$\text{R-N-C}=\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R}-\text{NH}_2 + \text{CO}_2$$

3. TRANSFORMATION DU WHISKY EN EAU ET PRÉPARATION D'UN PASTIS TRANSPARENT

Prendre une bouteille de whisky vide avec une solution d'iode (par exemple de la

bétadine). La couleur doit être celle du whisky. Il faut mettre seulement de très petites quantités. Mettre de la vitamine C dans une coupe ou un verre. Le public ne doit pas voir qu'au fond de la coupe il y a un solide. Quand on verse le « whisky » dans la coupe, la solution devient incolore, comme si c'était de l'eau. C'est une réaction d'oxydoréduction, où l'acide ascorbique agit comme un réducteur de l'iode, transformée en ions iodure qui sont incolores. Le changement peut-être écrit selon deux réactions :



Pastis transparent

Le pastis (du provençal *pastis* : « mélange ») est le nom donné à une boisson alcoolisée parfumée à l'anis et à la réglisse. Les pastis contiennent de l'anéthol (1,5 à 2,0 g/L). La boisson à température de plus de 10 °C est transparente. Pour la consommer, on ajoute de l'eau froide, ce qui fait que la boisson prend une couleur jaune trouble un peu laiteux. Ce trouble est dû à une émulsion d'anéthol, peu soluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool de la boisson (40 % en volume).

Matériel

Un pastis ♦ Deux coupes en plastique ou en verre ♦ Quelques gouttes d'un détergent pour vaisselle ♦ Eau froide (moins de 10 °C).

Comment procéder ?

- ♦ Dans une des coupes, verser sans que le public le voie, quelques gouttes d'un détergent pour vaisselle.
- ♦ Servir un petit volume de pastis dans les deux coupes et on ajoute de l'eau froide (environ sept parts en volume de plus que celui du pastis). Dans l'une des coupes, on voit une émulsion, mais dans l'autre le liquide est parfaitement transparent.

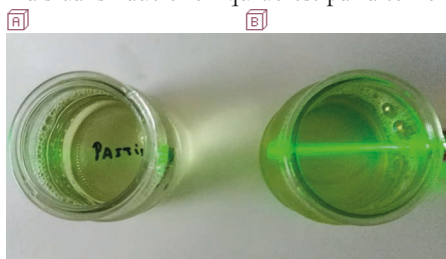


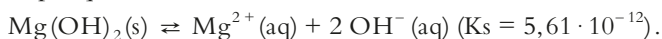
Figure 2 - [A] L'émulsion formée avec le détergent - [B] Le rayon laser est bien visible, ce qui montre qu'on a encore une émulsion (effet Tyndall).

Le détergent ayant un groupe hydrophobe et un groupe hydrophile, sépare les

microparticules de l'anéthol et forme une émulsion avec des particules beaucoup plus petites que celles qui se forment en ajoutant de l'eau froide.

4. « MAGNESIA-CINFA » (OU TOUT AUTRE ANTI-ACIDE EN SUSPENSION AQUEUSE) : UN SEL INSOLUBLE CONTRE L'ACIDITÉ GASTRIQUE

C'est un lait de magnésie, une émulsion d'hydroxyde de magnésium, $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Ce dernier est presque insoluble :



Matériel

Magnesia-Cinfa, suspension de 100 mg/mL ♦ Bécher 600 mL ♦ Agitateur magnétique ♦ Indicateur universel en solution ♦ Vinaigre ♦ HCl 35 %.

Comment procéder ?

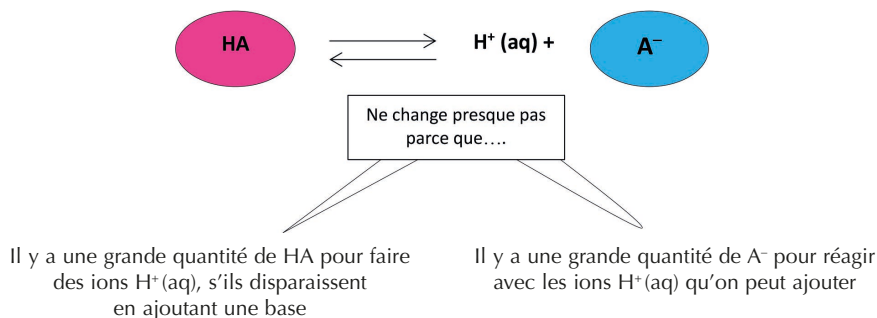
- ♦ Mettre 200 mL de la suspension dans un bécher de 600 mL.
- ♦ Ajouter 100 mL d'eau.
- ♦ Déposer ce bécher sur l'agitateur magnétique en marche et ajouter quelques gouttes de la solution d'indicateur universel. Jusqu'à avoir une couleur bleue, à cause des ions OH^{-} .
- ♦ Ajouter ensuite un petit volume de vinaigre. On doit voir l'apparition des couleurs suivantes : rouge, orange, vert et finalement bleu.
- ♦ On peut répéter une fois le même phénomène, en ajoutant de nouveau du vinaigre.
- ♦ Pour avoir une couleur rouge définitive, il faut ajouter HCl, un acide fort.

L'acide acétique du vinaigre est un acide faible ($K_a = 1,7 \cdot 10^{-5}$). Le contenu acide est entre 4 % et 6 % en masse. L'acide acétique neutralise les quelques ions OH^{-} . Mais l'équilibre se rétablit ensuite, à cause de la grande quantité de $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

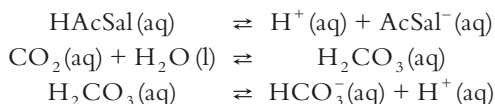
5. L'ASPIRINE EFFERVESCENTE : UNE SOLUTION TAMPON DANS LA TROUSSE À PHARMACIE

Toutes les aspirines ont le même principe actif, l'acide acétylsalicylique, mais les excipients changent selon les marques. Grâce à une expérience simple, nous allons voir comment l'aspirine est une solution tampon effervescente.

Une solution « tampon » est un système composé d'un acide faible et sa base conjuguée qui maintient approximativement le même pH malgré l'addition de petites quantités d'un acide ou d'une base.



Le comprimé apporte un acide faible (l'acide acétylsalicylique), un deuxième acide faible, H_2CO_3 , un anion basique, HCO_3^- en plus de l'anion acétylsalicylate. On a alors une haute concentration d'acide faible, du dioxyde de carbone et une haute concentration de ses anions.



Matériel

Des aspirines effervescentes en comprimés de Bayer® ou de Sedergine®, de UPSA® ou de Aspirin Bayer Complex®. Ceux de Sedergine® ou UPSA® sont recommandées ♦ Bécher de 250 cm³ ♦ Un gant en latex ♦ Acide chlorhydrique 1 mol/l en flacon compte-gouttes ♦ Hydroxyde de sodium 1 mol/l au compte-gouttes ♦ Acide chlorhydrique concentré (35 %) ♦ Indicateur universel de pH en solution.

Comment procéder ?

- ♦ Mettre dans un bécher de 250 mL, environ 200 mL d'eau. Ajouter trois gouttes de solution d'indicateur universel et un demi-comprimé d'aspirine. Noter la marque.
- ♦ Mettre, tout de suite un gant de latex pour boucher le bécher. Le gant va recueillir le CO_2 , ce qui va nous donner une idée de l'excès de CO_2 qui se forme. L'indicateur va prendre une couleur correspondant à un pH d'environ 5,5.
- ♦ Enlever le gant et ajouter trois gouttes d'acide chlorhydrique 1 mol/L. La couleur de l'indicateur ne va pas changer.
- ♦ Ajouter après, six gouttes de NaOH 1 mol/L (les trois premières vont neutraliser l'acide chlorhydrique). La couleur de l'indicateur ne change pas non plus.
- ♦ Si on ajoute maintenant une ou deux gouttes de HCl concentré (35 %), la couleur change immédiatement. L'ajout d'ions H^+ est dans ce cas trop important pour que le tampon puisse encore agir.

6. ART AVEC LA CHROMATOGRAPHIE ET LES VERNIS À ONGLES

Un mélange de trois colorants alimentaires est entraîné par un courant de phase mobile (eau, dans ce cas) au contact d'une phase stationnaire (papier). En disposant artistiquement les colorants, ou des marques faites avec des stylos-feutres on peut obtenir de beaux dessins.

Matériel

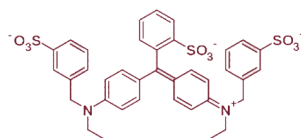
Colorants alimentaires ♦ Stylos-feutres ♦ Papier de cuisine ou filtre ♦ Eau ♦ Compte-gouttes.

Comment procéder ?

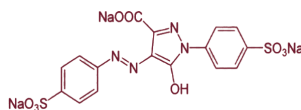
- ♦ Déposer une goutte du colorant bleu au centre d'un morceau de papier cuisine ou filtre. Attendre qu'elle sèche. Ensuite, déposer dessus une goutte du colorant jaune. Une fois sèche, déposer une goutte du colorant rouge.
- ♦ Ajouter à présent quelques gouttes d'eau à l'endroit où les colorants ont été déposés. Les colorants se séparent, soit selon la polarité de la molécule, soit par forces entre la molécule et le papier.

Les colorants employés : McCormick

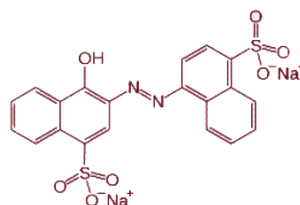
- ♦ Bleu : E133 bleu brillant.
Colorant synthétique, sa DJA⁽¹⁾ est de 6 mg/kg mc⁽²⁾.
- ♦ Jaune : E102 tartrazine.
Colorant azoïque de synthèse, sa DJA est de 7,5 mg/kg mc.
- ♦ Rouge : E122 azorubine.
Colorant de synthèse, sa DJA est de 4 mg/kg mc.



Bleu brillant (Mr = 792,8)



Tartrazine (Mr = 534,4)



Azorubine (Mr = 502,4)

Une version artistique

Utiliser à présent des stylos-feutres. Sur un morceau de papier filtre, dessiner une figure à l'aide d'un stylo-feutre. L'encre de ce stylo-feutre doit être constituée d'au

(1) DJA : dose journalière admissible.

(2) mc : masse corporelle.

moins deux encres de couleurs différentes. Un verre haut et large sert pour que l'une des extrémités du papier effleure la surface de l'eau. Laissez remonter l'eau par capillarité dans le papier (cf. figure 3A).

Une autre possibilité : vous pouvez dessiner au centre du papier filtre des points ou petits traits avec des stylos-feutres de différentes couleurs. Déposer le papier sur une surface plate et ajouter des gouttes d'eau au centre du papier.

[A]



[B]



Figure 3

Décorer avec des vernis à ongles (Art Ebru)

Matériel

Vernis à ongles (plusieurs couleurs) ♦ Assiette large ♦ Cure-dents ♦ Bocaux en verre, gobelets en plastique, moules à petits gâteaux...

Comment procéder ?

- ♦ Mettre une couche d'eau dans l'assiette.
- ♦ Déposer une goutte de vernis à ongles sur l'eau. Le vernis va s'étirer en évaporant le solvant (acétate d'éthyle ou butyle) et en réduisant la tension superficielle de l'eau. Il y reste une fine couche de couleur flottante.
- ♦ Sur cette couche et au centre, déposer une



Figure 4

goutte d'un autre vernis de couleur différente. Le vernis s'étend également en laissant deux cercles de couleurs différentes.

- ◆ Des gouttes d'autres vernis de couleurs différentes peuvent être déposées.
- ◆ Avec un cure-dent, il est possible d'étirer les couches légèrement par les bords, formant des dessins.
- ◆ Une fois que les couches flottent au-dessus de l'eau, passer le verre sur la couche de vernis ou immerger les moules à cupcakes. Soulevez lentement. Il est décoré.

Les vernis sont généralement formés par de la nitrocellulose (un polymère), dissous dans un solvant tel que l'acétate d'éthyle ou de butyle ; des plastifiants tels que le phtalate de dibutyle et des pigments inorganiques sont ajoutés. La nitrocellulose est insoluble dans l'eau. C'est ce qui permet à une couche insoluble de rester sur l'eau lorsque le solvant est évaporé.

7. CRÈMES SOLAIRES ET PROTECTION CONTRE LES ULTRAVIOLETS (UV)

Au début du xx^e siècle, la mode était d'avoir la peau blanche. C'est vers 1920 que Coco Chanel a lancé la mode de prendre des bains de soleil. Mais s'exposer aux rayons UV devient dangereux si les temps sont trop longs. Les crèmes solaires aident à empêcher l'effet nocif des rayons UV. Le SPF (*Sun protection factor*) indique la quantité de radiation UV nécessaire pour causer une brûlure de peau en présence de la crème solaire, exprimée en multiple de la quantité requise pour causer une brûlure sans la crème. Un SPF de 30 pour un produit signifie donc qu'il faut trente fois plus de radiation UV avec ce produit pour avoir un coup de soleil. Plusieurs huiles ont le pouvoir d'absorber les rayons UV (mais pas dans toutes les longueurs d'onde des UV)

Rayons UV	λ/nm	E/eV
UVA	400 - 315	3,10 - 3,94
UVB	315 - 280	3,94 - 4,43
UVC	280 - 100	4,43 - 12,40

Tableau 1

7.1. Une crème solaire faite maison

Matériel

Béchers ◆ 50 mL d'huile de coco (55 g) ◆ 30 g de lanoline ◆ 10 g d'oxyde de zinc (ZnO) ◆ 90 mL d'eau, ou d'une infusion d'herbes aromatiques ou de l'eau de rose.

Comment procéder ?

- ◆ Fondre la lanoline et l'huile au bain-marie en ajoutant peu à peu l'oxyde de zinc et l'eau ou l'infusion chaude.

7.2. Quelle est l'efficacité de cette crème solaire ?

Matériel

Lames de verre pour microscope ♦ Crèmes solaires ♦ Détecteurs des UV (*UV detecting beads*, chez Educational Innovations) ♦ Soleil ou lampe UV ♦ Chronomètre.

Comment procéder ?

- ♦ Pour chaque crème solaire, étendre une fine couche sur la lame en verre. Placer en dessous des détecteurs et mettre le tout au soleil ou sous une lampe UV. Mesurer le temps de changement de couleur des détecteurs.

Comment la couleur des détecteurs change-t-elle ?

Ces détecteurs (*UV detecting beads*) sont des pigments ultraviolets qui absorbent le rayonnement entre 400 nm et 300 nm.

Les molécules de pigment ont deux systèmes conjugués dans deux plans perpendiculaires les uns aux autres unis par un atome de carbone. Dans cette position, il n'y a aucune résonance dans la molécule. Et elle n'absorbe pas le rayonnement visible, donc elle reste de couleur blanche.

Quand le rayonnement UV excite l'atome de carbone central, les deux systèmes forment un conjugué dans un unique plan, qui absorbe certaines longueurs d'onde de la lumière visible. Plus la chaîne conjuguée est longue, plus la longueur d'onde absorbée est grande.

Les différentes couleurs qui sont obtenues avec des détecteurs dépendent des longueurs des chaînes combinées. Quand cesse le rayonnement UV, les molécules retournent à leur état initial, car la chaleur de l'environnement a fourni assez d'énergie.

Si les détecteurs colorés sont à basse température (congélateur ou azote liquide), la couleur reste, bien qu'il n'y ait aucun rayonnement UV, car il n'y a pas assez de chaleur environnementale pour être absorbé.

8. NETTOYAGE À L'OXYGÈNE

L'eau de Javel a été et est encore employée de nos jours pour enlever les taches de couleurs des tissus. Mais on trouve des détergents à « l'oxygène actif ». Les produits qui indiquent la présence d'oxygène « actif » contiennent de l'eau oxygénée ; le perborate de sodium (NaBO_3), la forme hydratée $\text{NaBO}_2(\text{OH})_2$ et le percarbonate de sodium ($2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$) se trouvent dans les lessives « vertes ». Le perborate et le percarbonate, dans l'eau chaude, forment l'eau oxygénée (H_2O_2). Ils sont encore plus efficaces si on laisse les tissus tachés tremper dans l'eau chaude.

On peut identifier le pouvoir oxydant avec le permanganate de potassium, (KMnO_4).

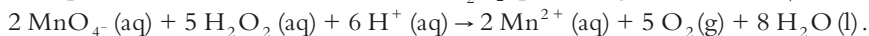
Matériel

Tubes à essais ♦ Spatule ♦ Compte-gouttes ♦ Eau oxygénée (3 %) ♦ Perborate de sodium ♦ Neutrex® solide (produit blanchissant pour le linge distribué par Henkel) ou tout autre agent blanchissant pour linge ♦ KMnO_4 0,1 M acidifié avec de l'acide sulfurique, 1 M

Comment procéder ?

- ♦ Préparer trois tubes avec 1 mL de KMnO_4 chacun.
- ♦ Tube 1 : ajouter cinq gouttes H_2O_2 (3 %).
- ♦ Tube 2 : ajouter une pointe spatule de perborate de sodium.
- ♦ Tube 3 : ajouter une pointe spatule de Neutrex®.

Le perborate dans l'eau chaude, forme H_2O_2 qui va réagir avec KMnO_4 :



On doit voir un changement de couleur.

9. LES ÉMULSIONS

Une émulsion est un mélange de deux substances liquides non miscibles. L'une des substances sera donc dispersée dans la seconde substance sous forme de petites gouttelettes. Le mélange reste stable grâce à un troisième ingrédient appelé émulsifiant. En pharmacie, une crème est une préparation semi-solide destinée à être administrée en usages topiques. Il y a deux sortes d'émulsions :

- ♦ Émulsion 1 (H/E ou O/W pour *oil in water*) est composée d'une phase huileuse dispersée dans une phase aqueuse (par exemple : la crème Nivéa®).
- ♦ Émulsion 2 (E/H ou W/O pour *water in oil*) est composée d'une phase aqueuse dispersée dans une phase huileuse. Une émulsion E/H est plus grasse au toucher (par exemple : la sauce mayonnaise, les crèmes solaires).

Pour les reconnaître, on utilise des colorants qui sont solubles dans l'eau ou dans les lipides.

Matériel

Verres en plastique ♦ Spatules en bois ou petits bâtonnets ♦ Colorant soluble dans les lipides (Soudan III, marque déposée de BASF) ♦ Colorant soluble dans l'eau (bleu de méthylène) ♦ Des émulsions : crèmes cosmétiques, sauces, beurre, lait...

Comment procéder ?

- ♦ Mettre une pointe de spatule de l'émulsion dans chacun de deux verres.

- ◆ Ajouter une pointe spatule d'un des colorants à un verre et une pointe spatule de l'autre colorant à l'autre verre.
- ◆ Bien remuer à l'aide d'un petit bâtonnet.
- ◆ Observer laquelle des deux émulsions prend une couleur uniforme.



Figure 5

L'émulsion est devenue bleue avec le bleu de méthylène et n'a pas changé de couleur avec le sudan III. S'agit-il d'une émulsion H/E ou E/H ?

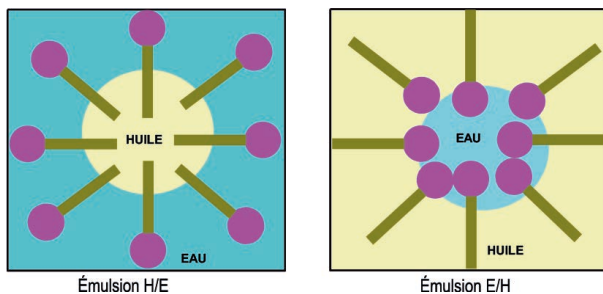
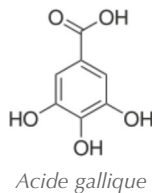


Figure 6

10. DE L'ENCRE COMME AU MOYEN ÂGE - ART AVEC L'ENCRE DE CHINE

Au Moyen Âge, l'encre était faite avec l'acide gallique et des sels de fer. L'acide gallique se trouve dans l'écorce des chênes, dans les feuilles de thé (4,63 mg/100 ml), les clous de girofle et d'autres végétaux. Dans cette manipulation, on va utiliser seulement des produits que l'on trouve à la maison : une éponge métallique en fer et du thé noir ou vert.



Matériel

Thé noir ♦ Éponge en fer (appelée aussi « laine d'acier ») ♦ Bêcher ♦ Plaque chauffante.

Comment procéder ?

- ♦ Préparer une infusion de thé. Environ 50 mL d'eau avec un sachet de thé.
- ♦ Pendant que l'infusion est chaude, ajouter un morceau pas trop grand de « laine d'acier ». Continuer le chauffage jusqu'à avoir une couleur noire du liquide.
- ♦ Enlever le morceau de fer. Laisser refroidir un peu.
- ♦ Essayer l'encre sur un papier blanc. Pour écrire, on peut employer un calame taillé en pointe d'un roseau sec.
- ♦ Avec de la gomme arabique, l'encre s'épaissit et il est plus facile d'écrire. Avec le temps, les ions Fe^{2+} s'oxydent et l'encre devient encore plus noire. Sur les figures 7A et 7B les spectres d'absorption (en ordonnées l'absorbance et en abscisses les longueurs d'onde en nm).

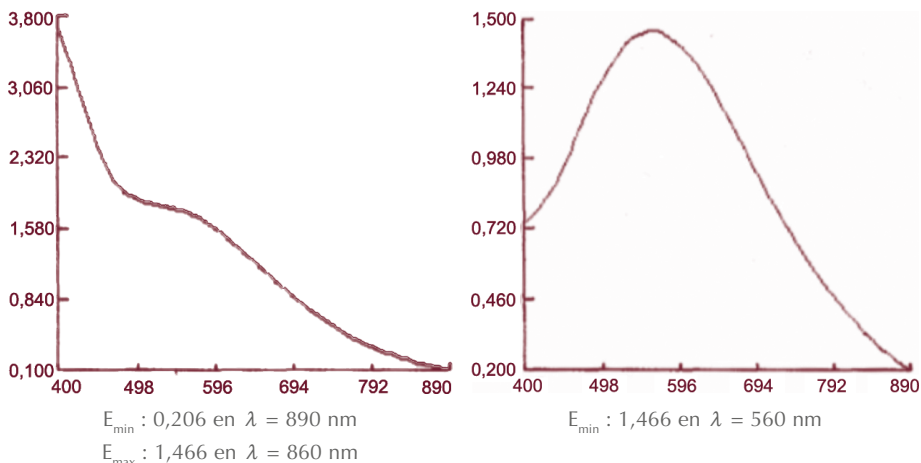


Figure 7 - A) Spectre de l'encre de fer - B) Spectre de l'acide gallique avec des ions Fe^{2+} .

Art avec l'encre de chine (Art Ebru)

Matériel

Assiette large ♦ Encre de chine (différentes couleurs) ♦ Cure-dents ♦ Cotons-tiges ♦ Papier à dessin.

Comment procéder ?

- ♦ Mettre de l'eau dans l'assiette. Mouillez un coton-tige avec de l'encre et touchez la surface de l'eau. La tache s'étend.

- ◆ Avec un autre coton-tige, mouiller d'une autre couleur et déposer une goutte d'eau. Faire la même chose avec d'autres couleurs.
- ◆ Un cure-dent vous permet de créer des tourbillons et d'autres formes.
- ◆ Mettre un papier à dessin sur l'eau. Le dessin restera marqué sur le papier.
- ◆ Laisser sécher.

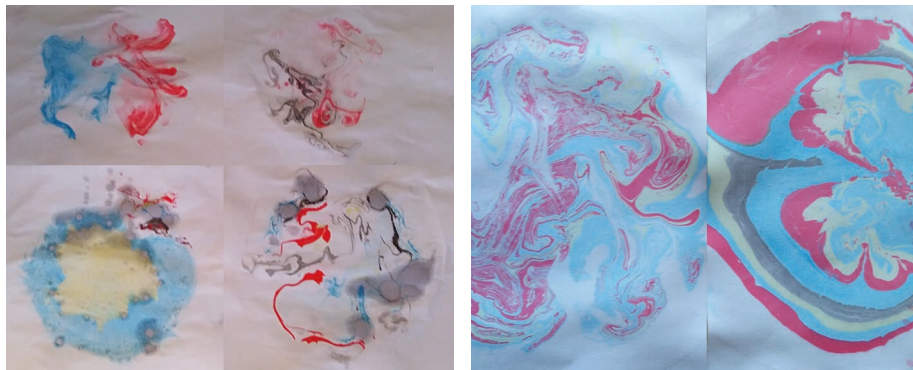
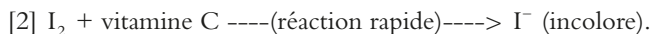
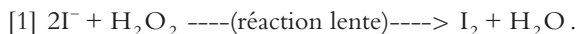


Figure 8 - Exemples de dessins.

L'encre de chine utilisée traditionnellement est fabriquée avec de la suie (combustion de certains bois ou huiles) émulsionnée dans l'eau et la gélatine. Les « encres de chine en couleur » sont une émulsion de pigments inorganiques avec un agent agglutinant.

11. UNE RÉACTION HORLOGE AVEC LA VITAMINE C

On mélange deux solutions incolores et au bout d'un certain temps, la couleur change et devient noire. Le changement soudain et parfois inattendu donne à ces réactions leurs charme et effet visuel. La plus connue des réactions oscillantes se fait entre l'iodate de potassium (un oxydant) et le bisulfite de sodium (un réducteur). Cette fois, la réaction se fait entre l'acide ascorbique (vitamine C) et le diiode.



Dans la réaction [1] les ions iodure réagissent avec l'eau oxygénée pour former le diiode, qui prend la couleur bleue avec l'amidon, MAIS... Dans la réaction [2] la vitamine C réagit immédiatement avec le diiode formé dans la réaction [1]. Le tout reste incolore tant qu'il y a présence d'ions iodure. C'est la vitamine C qui fait l'effet d'horloge, une fois qu'il n'y en a plus, l'ensemble devient bleu foncé, à cause de l'amidon. La solution *bétadine* sert de source pour le diiode.

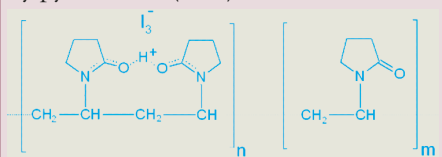
Matériel

Quatre béchers 100 mL ♦ Pipettes Pasteur ♦ Spatule ♦ Vitamine C ♦ Bétadine ♦ Eau oxygénée (3 %) ♦ Amidon.

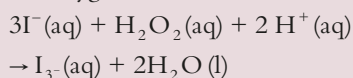
Comment procéder ?

- ♦ Préparer une solution avec 1,0 g de vitamine C dans 60 mL d'eau.
- ♦ Solution A : quinze gouttes de bétadine + douze gouttes (pipette Pasteur) de la solution de vitamine C + 30 mL d'eau du robinet
- ♦ Solution B : 30 mL d'eau oxygénée (3 %) + petite spatule d'amidon.
- ♦ Mélanger les solutions A et B, la couleur doit changer environ en deux minutes.
- ♦ Le temps change en changeant les concentrations de vitamine C (plus ou moins de volume de solution) et la température.

La bétadine c'est de la polyvidone iodée. C'est un complexe chimique soluble dans l'eau, composé d'iode et de polyvinylpyrrolidone (PVP).



L'équation de la réaction entre les ions I^- et l'eau oxygénée est :



Les ions $I_3^-(aq)$ et I_5^- s'insèrent dans la structure de l'amidon et lui confèrent une coloration bleue qui disparaît lorsqu'on chauffe la solution.

BIBLIOGRAPHIE ET NETOGRAPHIE

- ♦ Expérience 3 : Whisky transformé en eau : <http://youtu.be/J2fYBx1iZkc>
Pour le pastis : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pastis>
- ♦ Expérience 6 : Chromatographie : https://fr.wikipedia.org/wiki/Colorant_alimentaire
Pour le vernis à ongles : https://www.youtube.com/watch?v=_MHefogA90
- ♦ Expérience 10 : De l'encre comme au Moyen Âge
Georg Schwedt, *Experimente mit Supermarktprodukten. Eine chemische Warenkunde*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA, Weinheim, 2003.



Marta SEGURA

Professeure

Col·legi de doctors i llicenciats
de Catalunya
Espagne



Josep COROMINAS

Professeur

Col·legi de doctors i llicenciats
de Catalunya
Espagne