



## ***Science on Stage 2023. Démonstrations et idées pédagogiques sélectionnées par l'équipe belge.***

*Ne laissez personne vous priver de votre imagination, de votre créativité ou de votre curiosité. C'est votre place dans le monde; c'est ta vie. Continuez et faites tout ce que vous pouvez avec et faites-en la vie que vous voulez vivre.*

*Mae Jemison*

*Mesurez ce qui peut être mesuré et rendez mesurable ce qui ne peut pas être mesuré.*

*Galilée*

*Toutes sortes de choses peuvent arriver lorsque vous êtes ouvert aux nouvelles idées et que vous jouez avec les choses.*

*Stéphanie Kwolek*

*Le scientifique n'est pas celui qui donne les bonnes réponses, c'est celui qui pose les bonnes questions.*

*Claude Lévi-Strauss*

*Rien n'est impossible tant que l'on n'a pas essayé.*

*Albert Einstein*

### **Clause de non-responsabilité.**

Le Comité directeur national de Science on Stage Belgique a tout mis en œuvre pour garantir la haute qualité des informations présentées dans cette publication. Les enseignants doivent assurer la sécurité des démonstrations dans leurs propres laboratoires. Ce document a été réalisé par des bénévoles et, grâce à nos sponsors, est distribué gratuitement. Il s'agit d'une ressource destinée aux professeurs de sciences et n'est pas publié dans un but lucratif. SonS (Science on Stage) autorise les organisations éducatives à reproduire le matériel de ce livre sans notification préalable, à condition que ce soit à des fins pédagogiques et sans but lucratif et qu'une mention appropriée soit donnée à SonS et ayants droits. Nous serions reconnaissants de recevoir une copie de toute autre publication utilisant le matériel reproduit de ce livret.

Tous commentaires ou suggestions seront les bienvenus par le comité et peuvent nous être envoyés.

## Contenu du kit.

- 2 fiches bananes.
- 1 morceau de fil de cuivre.
- 1 morceau de fil de fer.
- 1 film réseau de diffraction 1D.
- 2 filtres polarisants.
- 1 film thermochrome.
- 1 sac de plaquettes ions.

*Par soucis d'économie ou d'écologie, le comité de Science On Stage Belgique a décidé de limiter au maximum le nombre de copies distribuées. La théorie, les protocoles et autres descriptifs des différentes manipulations proposées vous sont données dans ce document sous forme de lien qui renvoi vers le fichier descriptif.*

## Thème 1. Effet thermoélectrique: Construire un thermomètre.

Dans ce document, vous pourrez construire un thermocouple qui utilise l'effet Seebeck afin d'obtenir une mesure de la température.

### Matériel utilisé.

- 2 fiches bananes.
- 1 morceau de fil de cuivre.
- Milliampèremètre ou voltmètre de précision ou multimètre.

### Lien vers le fichier.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/construire-un-thermometre-experience-.pdf>

## Thème 2: Chaud et froid : Explore les changements de températures à l'aide d'un film thermochrome. 20 idées d'expériences !

Le film thermochrome est un matériau fascinant qui change de couleur en fonction de la température. Cela en fait une ressource idéale pour permettre aux élèves d'explorer des idées qualitatives sur le chaud et le froid, les différences de température et les flux d'énergie. Ce document vise à fournir des suggestions pour introduire le film thermochrome dans les cours de sciences. Le film permet d'explorer une très large gamme de phénomènes beaucoup plus facilement qu'à l'aide d'un thermomètre. Chacune des expériences de ce document illustre comment le film peut être utilisé dans différents sujets scientifiques, et comprend des «*Activités en classe*» avec des suggestions pratiques et des «*Infos*» pour ceux qui veulent en savoir plus. En annexe, un document qui explique comment fonctionne le film thermochrome.

### Matériel utilisé.

- Film thermochrome.
- Petit matériel divers (voir document).

### Lien vers le fichier.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Chaud-et-froid-20-experiences.pdf>

## Thème 3: Explorez le monde fascinant des couleurs et leurs mystères !

Les documents de ce thème ont été adaptés du site  
« <https://www.123couleurs.fr/> »

### La polarisation de la lumière.

Parmi les propriétés de la lumière, certaines sont accessibles à nos sens: c'est le cas de son intensité (une lumière peut être perçue plus ou moins brillante) et de sa composition spectrale (reliée à la couleur perçue par notre système visuel). Ce n'est pas le cas de sa polarisation, c'est pourquoi cette propriété ne nous est généralement pas familière.

Pourtant elle a aujourd'hui beaucoup d'applications courantes: la plupart de nos écrans lumineux, certaines lunettes de soleil, le cinéma «3D» utilisent la polarisation de la lumière car elle permet, à l'aide de filtres spécifiques éventuellement actionnables par une tension électrique, de moduler l'intensité lumineuse ou de faire apparaître des couleurs.

#### Matériel utilisé.

- 2 Filtres polarisants.

#### Lien vers le fichier.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Polarisation-de-la-lumiere.pdf>

### Les couleurs de polarisation.

Rien de plus banal qu'un dévidoir de ruban adhésif ? Observé entre deux filtres polarisants, il se pare pourtant de magnifiques couleurs ! Dans ce document, nous allons montrer comment faire apparaître des couleurs sur certains objets transparents, en utilisant une propriété de la lumière qu'on appelle la polarisation.

Nous sommes généralement peu familiers avec cette caractéristique de la lumière, car nos yeux n'y sont pas sensibles. Pourtant elle a de nombreuses applications: elle est utilisée en particulier dans la plupart des écrans lumineux d'aujourd'hui. Nous allons commencer par mettre en évidence cette caractéristique de la lumière à l'aide d'un filtre polarisant. Ensuite nous verrons comment utiliser deux filtres polarisants pour faire apparaître des couleurs sur des objets qui n'en ont pas.

#### Matériel utilisé.

- Un filtre polarisant, pour analyser la lumière. Pour une observation individuelle, un morceau de petite taille (permettant de couvrir un œil) suffit. Vous pouvez utiliser des filtres sous forme de feuilles que l'on peut découper à la taille voulue, utiliser une paire de lunettes polarisantes (lunettes de Soleil ou de cinéma 3D) ou un filtre polarisant pour appareil photo.
- Divers objets en plastique transparent: règle, boîtier de CD, cellophane, plastique d'emballage, stylo Bic, pochette à zip, emballage thermoformé, ... Les résultats seront plus étonnants avec des plastiques qui ont subi des déformations.
- Une source de lumière polarisée suffisamment étendue pour pouvoir éclairer par transparence les objets en plastique choisis. Vous pouvez fabriquer une telle source en

scotchant une feuille de filtre polarisant sur une fenêtre éclairée par la lumière du jour, ou utiliser un écran (d'ordinateur, de télévision, de smartphone) de type LCD (écran à cristaux liquides, qui contient à sa surface un filtre polarisant rectiligne) en y affichant si possible une page blanche.

- Pour la mosaïque (expérience bonus): du ruban adhésif transparent non "*invisible*" (on doit voir à travers sans qu'il diffuse, c'est-à-dire comme à travers de l'eau et non comme à travers un brouillard; les rouleaux premiers prix des grandes surfaces donnent généralement de bons résultats); une pochette plastique transparente ou un transparent pour rétroprojecteur.

### Lien vers le fichier.

[https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Les-couleurs-de-polarisation%20\(1\).pdf](https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Les-couleurs-de-polarisation%20(1).pdf)

## Observer le spectre des ampoules avec un réseau de diffraction.

Choisir une ampoule dans le rayon dédié d'un magasin de bricolage est devenu un véritable casse-tête pour les non-spécialistes: halogène, fluo-compacte, LED, lumières de couleurs blanc-chaud, blanc-neutre, blanc-froid. Le monde de l'éclairage est en pleine (r)évolution ! Nous vous proposons dans cette page d'expériences d'y voir un peu plus clair en utilisant un réseau de diffraction pour analyser la lumière émise par différentes ampoules. Vous découvrirez que les technologies utilisées sont reconnaissables aux particularités des spectres de la lumière émise.

### Matériel utilisé.

- 1 réseau de diffraction.
- Ou Spectroscope à construire suivant le plan fourni ou autre à télécharger  
<https://urlz.fr/odMT>
- Ampoules ou source lumineuse diverses.

### Lien vers le fichier.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Observer-le-spectre-des-ampoules-avec-un-reseau-de-diffraction.pdf>

## Les couleurs interférentielles d'un film de savon.

Vous avez certainement déjà observé l'existence de couleurs changeantes à la surface des bulles de savon, dans les reflets de la lumière. Ces couleurs sont dues à des phénomènes d'interférences, qui renforcent certaines composantes spectrales de la lumière réfléchie par un film mince.

Dans ce document d'expériences, nous vous proposons de réaliser un dispositif permettant d'observer plus précisément ces couleurs. Nous verrons que leur analyse permet d'en comprendre l'origine et d'en déduire des informations sur le film de savon qui leur a donné naissance. Nous terminerons par d'autres exemples de dispositifs permettant d'observer des couleurs du même type.

### Matériel utilisé.

- De l'eau, du liquide vaisselle, de la glycérine (si vous en avez).
- Un morceau de fil de fer d'une trentaine de cm.

- Un éclairage intense et homogène : l'expérience peut se faire par exemple au soleil, éventuellement derrière un rideau blanc pour homogénéiser la lumière, ou avec un tube fluo.
- Pas de vent si vous faites l'expérience en extérieur, pour que le film de savon reste assez stable.
- Un fond sombre et uniforme, idéalement noir (mur, feuille de papier, tissu) pour obtenir un meilleur contraste.
- Pour l'analyse des couleurs : un appareil photo numérique, un ordinateur avec un logiciel de traitement d'images (par exemple le logiciel libre ImageJ<sup>1</sup>) ou un filtre coloré rouge, vert ou bleu.

### Lien vers le fichier.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Les-couleurs-interferentielles-d-un-film-de-savon.pdf>

## Les couleurs de diffraction.

Certaines couleurs très particulières, qu'on appelle changeantes ou iridescentes, dépendent de la façon dont on regarde l'objet. Par exemple, l'ocelle de cette plume de paon (autour de la zone noire) peut être vue verte ou violette selon qu'on la regarde de face ou sous un angle rasant. Cet effet ne peut pas s'expliquer par un phénomène d'absorption de la lumière par des pigments. Il est dû à des phénomènes physiques liés à la nature ondulatoire de la lumière qu'on appelle la diffraction et les interférences. Ces phénomènes sont aussi à l'origine des couleurs changeantes qu'on peut observer sur la surface d'un CD. Nous allons voir comment ils induisent une séparation dans l'espace des couleurs lumières pures ou longueurs d'onde, mélangées dans la lumière blanche qui éclaire l'objet.

### Matériel utilisé.

- Vidéo <https://urlz.fr/dLgq>
- Image de cercles de sources : <https://urlz.fr/odQl>

### Lien vers le fichier.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Les-couleurs-de-diffraction.pdf>

### Les reflets colorés sur un CD.

Dans cette expérience, nous vous invitons à explorer les reflets colorés qui apparaissent à la surface des CD («*Compact Disc*» en anglais ou «*disque compact*» en français). Et si les CD permettent d'enregistrer de la musique, ou encore de fabriquer de très jolis objets décoratifs, nous verrons qu'ils constituent également de formidables outils pour analyser la composition spectrale d'une source lumineuse.

### Matériel utilisé.

- Un CD, de préférence enregistrable (CR-R).
- Une pièce permettant de faire l'obscurité.

<sup>1</sup> <https://imagej.nih.gov/ij/download.html>

- Une lampe torche à LED ou un spot avec une ampoule à incandescence.

### Lien vers le fichier.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Les-reflets-colo-res-sur-un-CD.pdf>

## Thème 4: Lumière diffractée par un réseau: Propriétés des ondes en chimie.

*Klemens Koch, Didactique de la chimie, Haute École Pédagogique de Berne.*

Une source de lumière plate (par exemple une tablette lumineuse) est recouverte d'un filtre polarisant 1 et observée à travers un filtre polarisant 2 maintenu en position croisée. Ensuite, des solutions aqueuses d'hydrates de carbone ( $c = 2 \text{ mol/L}$ ) sont traversées par un trajet lumineux aussi long que possible (par exemple dans des flacons de parfum rectangulaires) et la lumière est observée de l'autre côté avec le filtre de polarisation 2.

### Matériel utilisé.

- Source de lumière plate.
- 2 filtres polarisants.
- Flacons de parfum rectangulaires.
- Solutions de D-glucose, D-fructose, saccharose ( $c = 2 \text{ mol/L}$ ).

### Lien vers le fichier.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Lumiere-diffractee-par-un-reseau-.pdf>

## Thème 5: Flammes colorées.

C'est un des principes de base de la pyrotechnie qui permet de donner des couleurs aux fusées d'artifice ou aux feux de Bengale. Certaines couleurs particulièrement difficiles à obtenir (comme le bleu) sont de véritables secrets d'artificiers et sont jalousement conservés... En plus des couleurs, on peut faire des étincelles.

### Matériel utilisé.

- Sels métalliques :
  - o Chlorure de sodium  $\text{NaCl}$  (sel de cuisine)
  - o Chlorure de potassium  $\text{KCl}$
  - o Chlorure de lithium  $\text{LiCl}$  <sup>SGH07</sup>
  - o Chlorure de calcium  $\text{CaCl}_2$  <sup>SGH07</sup>
  - o Sulfate de cuivre (II)  $\text{CuSO}_4$  <sup>SGH07 SGH05 SGH09</sup>
  - o Chlorure de cuivre (II)  $\text{CuCl}_2$  <sup>SGH07 SGH09</sup>
  - o Chlorure de baryum  $\text{BaCl}_2$  <sup>SGH06 SGH07</sup>
  - o Chlorure de strontium  $\text{SrCl}_2$  <sup>SGH05 SGH07</sup>
- Tubes à essais, autant que de sels métalliques disponibles.

- Tiges en métal (clous).
- Ouate.
- Petit bloc de bois.
- Spatule.
- Bec Mecker, bec Bunsen ou chalumeau à gaz.
- Flacons pulvérisateurs en plastique.
- Quelques mL d'éthanol<sup>SGH02</sup> ou méthanol<sup>SGH02 SGH06 SGH08</sup>
- 1 réseau de diffraction ou Spectroscope à construire suivant le plan fourni ou autre à télécharger. (Voir annexe)

<https://urlz.fr/odMT>

Lien vers le fichier.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Flammes-colorees.pdf>

## Thème 6: Plaquettes «Ions».

### Explications d'utilisations possibles du sachet de plaquettes d'ions.

#### Une idée originale d'Isabelle Paternotte:

#### Plaquettes vierges/plaquettes identifiées : un choix.

Libre à vous d'écrire un exemple d'ion représenté au marqueur ou au crayon, sur le bois ou sur un support papier : étiquette, post-it, tape de peinture... ou les garder vierge de toute indication pour évoquer lorsqu'on les manipule.

**Contact:** Isabelle Paternotte  
 isabelle@paternotte.be  
 Chaîne Youtube/page Facebook:  
 Chimie media  
<https://urlz.fr/of6z>

#### 1. Relier les valences des ions/groupements aux formules des molécules ioniques.

QUI EST QUI ? : demander de montrer tel ou tel ion et justifier.

Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Sn<sup>4+</sup>, Cl<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>,  
 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, O<sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>...

Pièce à 1,2,3,4 creux = ion +, ++,  
 +++, +++++

car l'atome a perdu 1,2,3,4  
 électron(s)

Pièce à 1,2,3 bosses = ion -, 2-, 3-  
 car l'atome/groupement a  
 1,2, 3 électrons en bonus.



#### ASSOCIER DES PIÈCES + ET DES

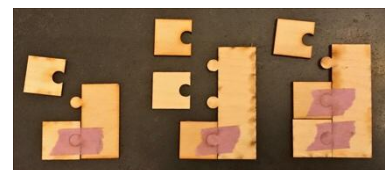
#### PIÈCES – POUR FORMER DES SELS MX MXO NEUTRES + DESSIN + ÉCRIRE LEUR FORMULE

Le kit permet de former en même temps tous les types de sels avec les ions +, 2+ et 3+ mais il n'y a qu'une plaque ion 4+.

ÉCRITURE D'ÉQUATION DE DISSOCIATION : partir d'une molécule de sel neutre (réactif) et dissocier les pièces et compter les produits obtenus : ions en visualisant leurs nombres et leurs charges (produits) + visualiser Lavoisier.

CAS PARTICULIER des ACIDES ou des HYDROGÉNOS : on peut modéliser la liaison covalente avec un autocollant : l'atome d'hydrogène ne donne pas son électron : il met en commun, la liaison covalente ne se dissocie pas (adhésif sur l'association).

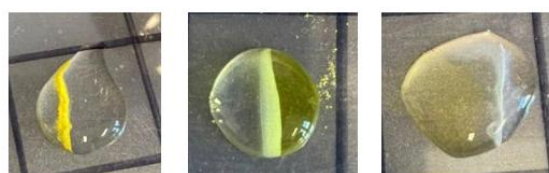
NaOH → Na<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup> peut être modélisé avec une plaque à 1 bosse OH<sup>-</sup> ou avec la plaque de l'ion oxyde O<sup>2-</sup> associée à un H<sup>+</sup> de manière covalente (adhésif).



## 2. Dissolution / précipitation de sels solubles et insolubles

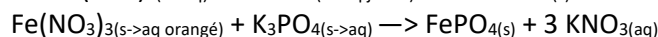
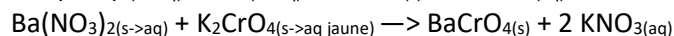
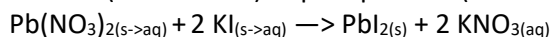
### Manipulations modélisables :

- Déposer une grosse goutte d'eau sur un film plastique ou une feuille de mode opératoire « modop » plastifiée.
- Humidifier 2 cure-dent pour prélever à chaque fois un grain de sel et les déposer de chaque côté de la goutte.



### Observer :

- Dissolution du sel, diffusion (si sel coloré) et précipitation (ou non) sur une ligne au centre.



### Remarque :

- **Manipulation Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> et PbI<sub>2</sub> autorisée pour le professeur mais pas les élèves (attention interdit si femme enceinte).**
- **K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> autorisé pour le professeur mais pas élèves. Autres précipités possibles notamment avec AgNO<sub>3</sub>.**

Modélisation : Utiliser un puzzle fermé des sels solubles de départ, les ranger en tableau cation/anion, réfléchir aux ions acteurs : en associer le bon nombre pour former le précipité ; écrire l'équation ionique ; ajouter les ions spectateurs aux ions acteurs ; mélanger les plaques = réaction → équation

### 3. Problèmes stœchiométriques avec excès ou en conditions stœchiométriques

*Exemple* : si je mélange 6 mol d'Ag<sup>+</sup> avec 2 mol de CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> qu'est-ce que j'ai au départ, à la fin : ions aqueux en solution **décrochés** ; sels solides précipités en **puzzle fermé**.

Écrire l'équation, associer les plaquettes, remplir un tableau d'avancement (n<sub>0</sub>, Δn, n<sub>f</sub>), visualiser l'excès de réactif, la loi de Lavoisier.

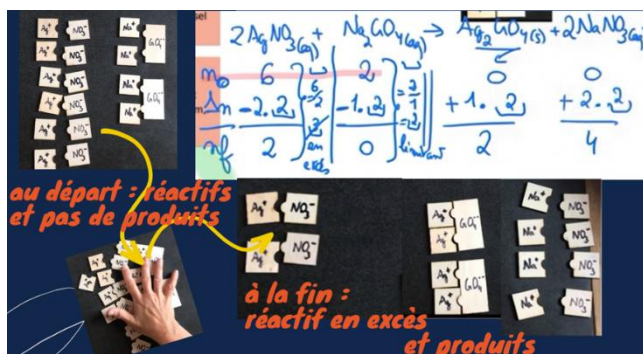
Rem : Pour modéliser l'équation moléculaire AgNO<sub>3</sub> et K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, il faut pouvoir différencier les plaques Ag<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> (étiquette).

*Autres énoncés réalisables avec le contenu du*

*kit en équation ionique : (cond. stœchio, excès de l'un ou de l'autre) :*

Si je mélange 6 mol Cu<sup>2+</sup> avec 4 mol PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ; ou 3 mol Cu<sup>2+</sup> avec 3 mol PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ; ou 6 mol Cu<sup>2+</sup> avec 2 mol de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ;

Écris l'équation, associe les plaquettes (photo/dessin départ/arrivée) remplis un tableau d'avancement (n<sub>0</sub>, Δn, n<sub>f</sub>)



### 4. Pondération d'une redox entre métaux

Manip modélisable : placer 2 mL d'une solution de sulfate de cuivre (II) CuSO<sub>4</sub> 0,1 mol/L sur une feuille en papier aluminium creusée au sommet d'un tube à essai, observer : la solution traverse la feuille en creusant une constellation de mini trous bordés de grains métalliques rouges.

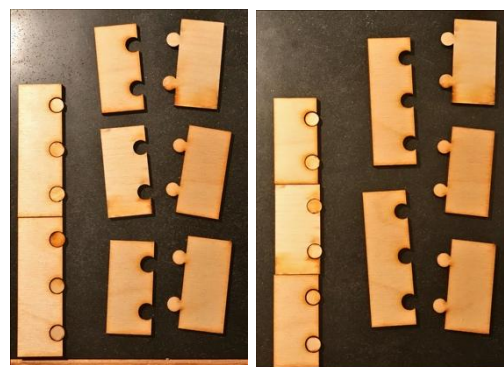
Modélisation :

Equation ionique : Utilise les plaquettes d'ions Al<sup>3+</sup> (3 creux) avec 3 pièces rondes (électrons) = atome d'Al et les plaquettes d'ions Cu<sup>2+</sup>

(2 creux), utilise suffisamment d'atome d'Al et d'ions Cu<sup>2+</sup> pour équilibrer l'échange d'e<sup>-</sup>.

Equation moléculaire : Ajoute la présence de l'ion sulfate (ou ion chlorure ou ...) comme ion spectateur associé aux ions acteurs parmi les réactifs puis parmi les produits.

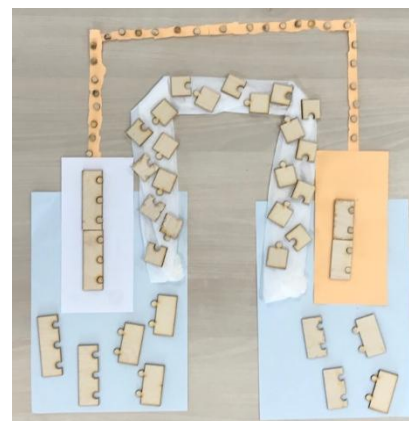
Rapport : Photo/dessin des réactifs ; réaction (mélanger) ; Photo/dessin des produits + Equations.



## 5. Modélisation du déplacement des e<sup>-</sup>, ions, contre-ions et de la modification de volume des électrodes.



Modélise les lames solides par des plaquettes + électrons.  
Place des mini ronds (électrons) le long des fils.  
Place des plaquettes de Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> détachées (dissous) dans le pont salin.  
Place des plaquettes de Cu<sup>2+</sup> ou Al<sup>3+</sup> et de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dans le dessin des béchers.



Al est un meilleur réducteur que Cu : Modélisation du déplacement de tous les éléments : Perte d'e<sup>-</sup> par le réducteur Al vers le fil, l'ion Al<sup>3+</sup> se retrouve en solution (électrode rétrécit). Les e<sup>-</sup> arrivent côté cuivre : des ions Cu<sup>2+</sup> de la solution reçoivent des e<sup>-</sup> et font gonfler l'électrode. Le pont salin fournit des ions Na<sup>+</sup> pour les ions spectateurs SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Rapport : Photo/dessin des réactifs : position des éléments au départ ; réaction (flèches des déplacements) ; demi-équations ioniques dans chaque compartiment.

## 6. Acides-bases : modélisation en cours de réflexion :

Equation moléculaire de réaction acide base selon Bronsted avec adhésif pour liaisons covalentes des hydrogènes NaHS + HClO -> H<sub>2</sub>S + NaClO ...

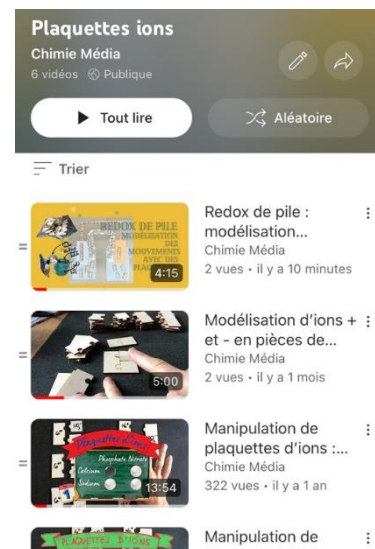
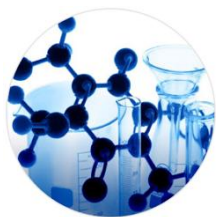
Représentation de H<sub>2</sub>O ; H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ; de NH<sub>3</sub> ; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> avec adhésif pour tous les H...

Vraie réaction chimique avec l'eau qui n'est plus seulement un solvant...

## 7. Autres idées bienvenues : équilibres...

Code vers la playlist de vidéos d'utilisation des plaquettes

Chaîne YouTube : Chimie Média



**Annexe .**

**Template plaquettes « Ions ».**

