

Activité expérimentale

Réalisation et utilisation d'une courbe d'étalonnage avec un microcontrôleur

Le but de ce projet est de réaliser l'ensemble des étapes qui permettent d'arriver à la résolution d'un problème, ici, la concentration en sulfate de cuivre d'une solution pour l'agriculture biologique. L'élève doit tout d'abord réaliser sa propre échelle de teinte à partir d'un solide (dissolution puis dilution) puis réaliser l'instrument qui va lui permettre de réaliser ses mesures et enfin, grâce à la courbe obtenue, l'élève doit déterminer la concentration de la solution inconnue. Contrairement à l'utilisation d'un instrument de mesure acheté en commerce, l'instrument réalisé est accessible et rien n'est caché (ni le code, ni le dispositif). L'intérêt ici n'est pas la précision, c'est bien de comprendre ce qu'il se passe. C'est une première approche de la grandeur absorbance, même si le terme n'est pas mentionné.

NIVEAU, THEME : Seconde, Constitution et transformations de la matière et Ondes et signaux.

TYPE D'ACTIVITE : Projet expérimental.

COMPETENCES :

- S'approprier :
 - o Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée,
- Analyser :
 - o Choisir, élaborer, justifier un protocole,
 - o Faire des prévisions à l'aide d'un modèle.
- Réaliser :
 - o Mettre en œuvre un protocole expérimentale en respectant les règles de sécurité,
 - o Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.),
 - o Utiliser un modèle.
- Valider :
 - o Confronter un modèle à des résultats expérimentaux,
 - o Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance,
- Communiquer :
 - o Utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés

CRCN – COMPETENCES NUM. :

- **Ondes et signaux :**
 - o Domaine 1 : Information et données :
 - 1.3 Traiter des données
 - o Domaine 5 : Environnement numérique
 - 5.1 Résoudre des problèmes techniques

NOTIONS ET CONTENUS DU PROGRAMME :

Constitution et transformations de la matière :

1. Constitution de la matière de l'échelle macroscopique à l'échelle microscopique	
<p>L'objectif de cette partie est d'aborder les deux échelles de description de la matière qui vont rendre compte de ses propriétés physiques et chimiques. Les concepts d'espèce et d'entité chimique introduits au collège sont ainsi enrichis.</p> <p>L'espèce chimique est au centre de la description macroscopique de la matière et permet de définir et de caractériser les corps purs et les mélanges, dont les solutions aqueuses. Une approche quantitative est abordée avec la notion de composition d'un mélange et de concentration en masse (essentiellement exprimée en g.L⁻¹) d'un soluté dans une solution aqueuse.</p> <p>Au niveau atomique, la description des entités chimiques est complétée par les ordres de grandeur de taille et de masse de l'atome et du noyau et par le modèle du cortège électronique pour les trois premières lignes de la classification périodique. La stabilité des gaz nobles, associée à leur configuration électronique, permet de rendre compte de l'existence d'ions monoatomiques et de molécules. En seconde, les schémas de Lewis sont fournis et interprétés. Le changement d'échelle entre les niveaux macroscopique et microscopique conduit à une première approche de la quantité de matière (en moles) dans un échantillon de matière en utilisant la définition de la mole, une mole contenant exactement $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ entités élémentaires.</p> <p>Une place essentielle est accordée à la modélisation, que ce soit au niveau macroscopique ou au niveau microscopique, à partir de systèmes réels choisis dans les domaines de l'alimentation, de l'environnement, de la santé, des matériaux, etc.</p> <p>Notions étudiées au collège (cycle 4)</p> <p>Echelle macroscopique : espèce chimique, corps purs, mélanges, composition de l'air, masse volumique, propriétés des changements d'état, solutions : solubilité, miscibilité.</p> <p>Echelle microscopique : molécules, atomes et ions, constituants de l'atome (noyau et électrons) et du noyau (neutrons et protons), formule chimique d'une molécule, formules O₂, H₂, N₂, H₂O, CO₂.</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
<p>Les solutions aqueuses, un exemple de mélange.</p> <p>Solvant, soluté.</p> <p>Concentration en masse, concentration maximale d'un soluté.</p>	<p>Identifier le soluté et le solvant à partir de la composition ou du mode opératoire de préparation d'une solution.</p> <p>Distinguer la masse volumique d'un échantillon et la concentration en masse d'un soluté au sein d'une solution.</p> <p>Déterminer la valeur de la concentration en masse d'un soluté à partir du mode opératoire de préparation d'une solution par dissolution ou par dilution.</p> <p>Mesurer des masses pour étudier la variabilité du volume mesuré par une pièce de verrerie ; choisir et utiliser la verrerie adaptée pour préparer une solution par dissolution ou par dilution.</p>
Dosage par étalonnage.	<p>Déterminer la valeur d'une concentration en masse et d'une concentration maximale à partir de résultats expérimentaux.</p> <p>Déterminer la valeur d'une concentration en masse à l'aide d'une gamme d'étalonnage (échelle de teinte ou mesure de masse volumique).</p> <p>Capacité mathématique : utiliser une grandeur quotient pour déterminer le numérateur ou le dénominateur.</p>

Ondes et signaux :

3. Signaux et capteurs	
<p>Les signaux électriques sont très présents dans la vie quotidienne. L'électricité est un domaine riche tant sur le plan conceptuel qu'expérimental, mais délicat à appréhender par les élèves car les grandeurs électriques ne sont pas directement "perceptibles". Aussi doit-on particulièrement veiller à préciser leur signification physique et à leur donner du sens, dans la continuité des enseignements du collège. Outre les principales lois, le programme met l'accent sur l'utilisation et le comportement de dipôles couramment utilisés comme capteurs.</p> <p>Les champs d'application peuvent relever des transports, de l'environnement, de la météorologie, de la santé, de la bioélectricité, etc., où de nombreux capteurs associés à des circuits électriques sont mis en œuvre pour mesurer des grandeurs physiques et chimiques. Le volet expérimental de cet enseignement fournira l'occasion de sensibiliser les élèves aux règles de sécurité et de les amener à utiliser des multimètres, des microcontrôleurs associés à des capteurs, des oscilloscopes, etc.</p> <p>Notions abordées au collège (cycle 4)</p> <p>Circuits électriques, dipôles en série, dipôles en dérivation, boucle, unicité de l'intensité dans un circuit série, loi d'additivité des tensions, loi d'additivité des intensités, loi d'Ohm, règles de sécurité, énergie et puissance électriques.</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
<p>Loi des nœuds. Loi des mailles.</p>	<p>Exploiter la loi des mailles et la loi des nœuds dans un circuit électrique comportant au plus deux mailles.</p> <p>Mesurer une tension et une intensité.</p>
<p>Caractéristique tension-courant d'un dipôle.</p> <p>Résistance et systèmes à comportement de type ohmique.</p> <p>Loi d'Ohm.</p>	<p>Exploiter la caractéristique d'un dipôle électrique : point de fonctionnement, modélisation par une relation $U = f(I)$ ou $I = g(U)$.</p> <p>Utiliser la loi d'Ohm.</p> <p>Représenter et exploiter la caractéristique d'un dipôle.</p> <p>Capacités numériques : représenter un nuage de points associé à la caractéristique d'un dipôle et modéliser la caractéristique de ce dipôle à l'aide d'un langage de programmation.</p> <p>Capacité mathématique : identifier une situation de proportionnalité.</p>
<p>Capteurs électriques.</p>	<p>Citer des exemples de capteurs présents dans les objets de la vie quotidienne.</p> <p>Mesurer une grandeur physique à l'aide d'un capteur électrique résistif. Produire et utiliser une courbe d'étalonnage reliant la résistance d'un système avec une grandeur d'intérêt (température, pression, intensité lumineuse, etc.).</p> <p>Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur.</p>

DECOUPAGE TEMPOREL DE LA SEQUENCE :

- Séance de TP 1 (1h30) :
 - o Rappel sur les notions de soluté, solvant et solution,
 - o Réalisation de l'activité 1.
- Séance de TP 2 (1h30) :
 - o Rappel de ce qui a été fait lors de la séance de TP1 et explication des objectifs de la séance de TP2.
 - o Réalisation de l'activité 2.
- Séance de cours (1h30) :
 - o Réponses aux questions 1 à 10 par les élèves avec correction commune en fin de séance.
- Séance de TP 3 (1h30) :
 - o Rappel de la séance de cours,
 - o Rappel de ce qui a été fait lors de la séance de TP2 et explication des objectifs de la séance de TP3.
 - o Réalisation du protocole expérimental,
 - o Réponses aux dernières questions.

PRE-REQUIS :

- **Constitution et transformations de la matière**
 - o Soluté, solvant, solution
- **Ondes et signaux :**
 - o Circuit série/dérivation,

- Notion d'intensité, de tension et de résistance,
- Symboles pour les circuits électriques,
- Loi des mailles et loi d'Ohm,
- (Avoir utiliser un microcontrôleur est préférable.)

OUTILS NUMERIQUES UTILISES/MATERIEL :

- Microcontrôleur de type Arduino™ + Photodiode (celle utilisé ici : BPV10)
- Tableur-grapheur (regressi par exemple, excel, open office),

GESTION DU GROUPE – DUREE ESTIMEE :

- 1H30 de cours en classe entière (groupe de 3 ou 4),
- 3 x 1H30 de TP en demi-groupe (binôme).

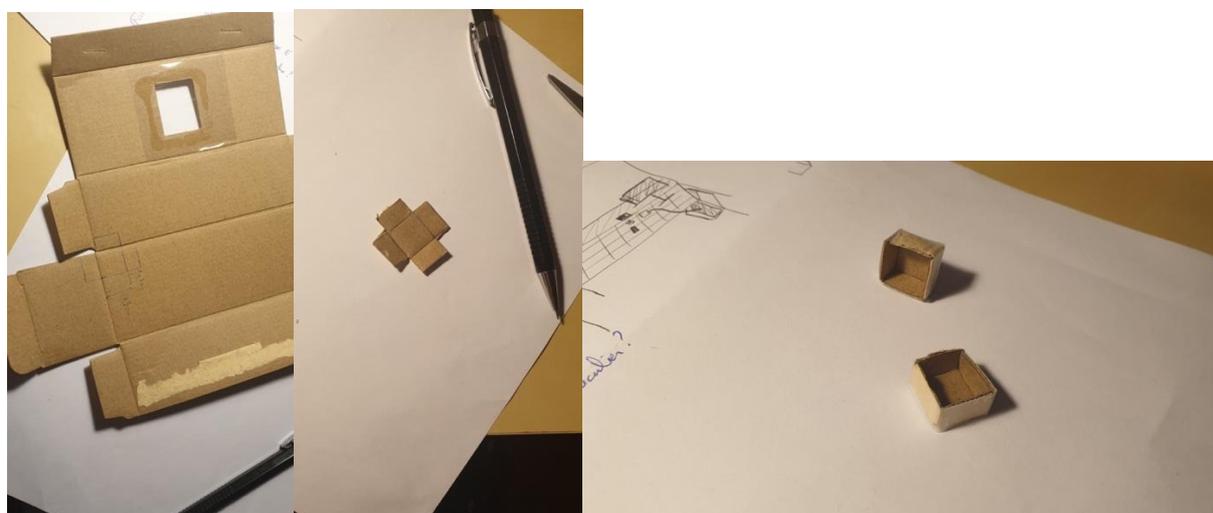
ÉVALUATION : formative (grille de compétence) ou sommative (grille de compétence avec correspondance pour une note /20) sur la compétence « réaliser » :

- Séance de TP 1 : évaluation de la partie expérimentale de la dissolution /5
- Séance de TP 2 : évaluation de la partie expérimentale de la dilution /5
- Séance de TP 3 :
 - évaluation de la partie expérimentale de la courbe d'étalonnage (réalisation du circuit, des mesures, du graphique) /5
 - évaluation de l'exploitation de la courbe pour la réponse à la problématique /5

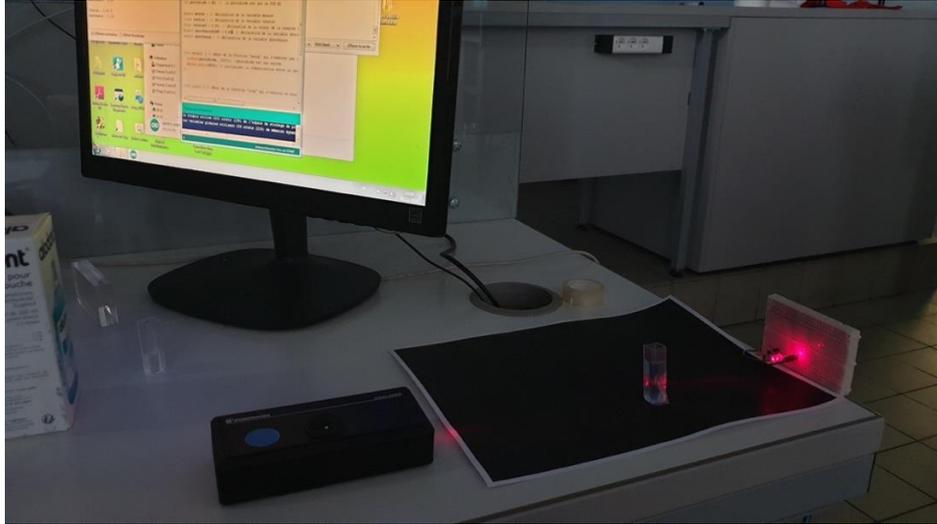
RETOUR D'EXPERIENCE : activité 3.

- *Attention : il faut utiliser de l'eau distillée puisqu'avec de l'eau du robinet, un précipité peut se former.*
- Dispositif : Il faut absolument que le dispositif soit stable (même distance et inclinaison des différents éléments). Pour cela, je propose deux solutions :
 - Disposer les différents éléments en scotchant un porte cuve (réalisé en carton) avec du scotch double face sur une surface noir (dans mon cas : une simple feuille de papier imprimée en noir et scotchée à la table). Pour que le dispositif ne soit pas soumis aux variations lumineuses, on peut utiliser une boîte en carton que l'on dispose au-dessus à chaque mesure (en veillant à ne pas toucher le dispositif) ou tout simplement éteindre les lumières (en faisant attention à tourner l'écran d'ordinateur !).

Porte cuve :



Dispositif :



- Deuxième possibilité : réaliser une boîte en impression 3D.



- Résistance : La résistance doit avoir une valeur élevée (ici 47 kOhm), sinon la valeur de tension aux bornes de la photodiode est de 5V quelle que soit la concentration de la solution.
- Plage de mesure : Bien faire attention à ce que les élèves aient une valeur comprise entre 0,5 et 1,5 V lorsque rien ne se trouve sur le chemin entre le laser et la photodiode, car si la valeur est déjà très élevée c'est-à-dire près de 5V, la plage de mesure sera trop petite (la tension aux bornes de la photodiode augmente avec la concentration, donc la tension à vide est la tension minimum et le maximum est 5V).
- Conseil :
 - Insister sur le fait que le montage réalisé est bel et bien un circuit en dessinant sur le montage le circuit,

Activité expérimentale 1

Réalisation d'une solution de bouillie bordelaise par dissolution

Document 1 : La bouillie bordelaise

« Le cuivre, alternative aux pesticides, est l'un des rares produits autorisés en agriculture bio, [...] mélangé à de la chaux sous forme de "bouillie bordelaise", pour lutter contre les ravages du mildiou¹. [L'autorisation de cuivre dans l'agriculture] est désormais limitée à quatre kg par hectare² et par an, au lieu de six auparavant. »



Francebleu.fr

© Crédit photo : Catherine Delvaux

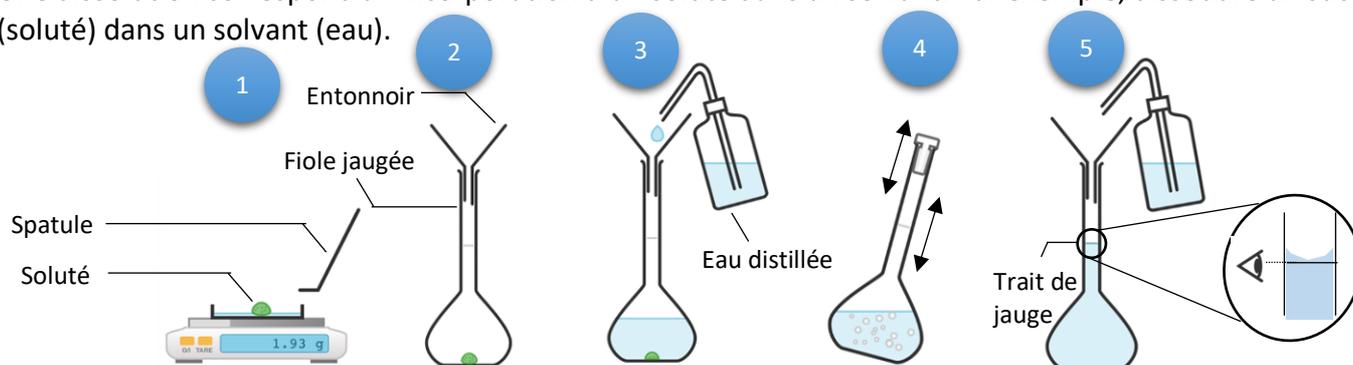
Document 2 : Concentration en masse

La concentration en masse d'un soluté correspond à la masse d'un soluté par volume de solution :

$$g/L \rightarrow C_m(\text{soluté}) = \frac{m_{\text{soluté}} \leftarrow g}{V_{\text{solution}} \leftarrow L}$$

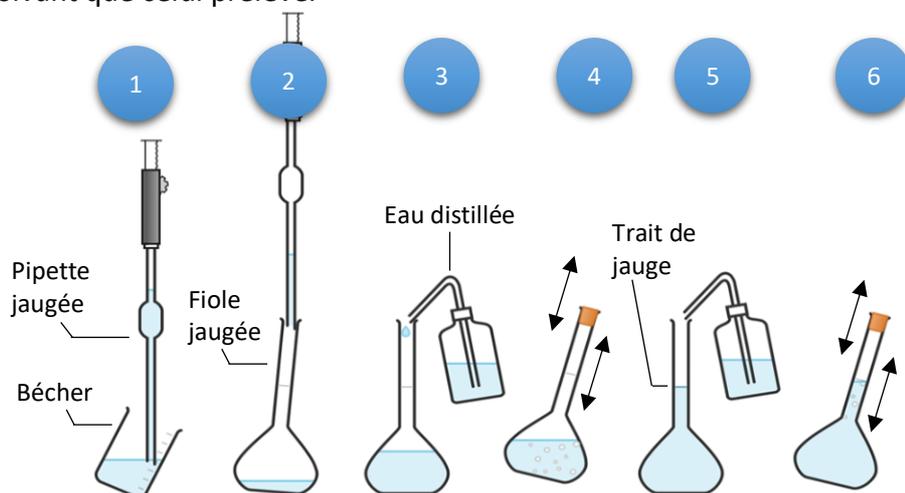
Document 3 : Dissolution

Une dissolution correspond à l'incorporation d'un soluté dans un solvant. Par exemple, dissoudre un sucre (soluté) dans un solvant (eau).



Document 4 : Dilution

Diluer une solution, c'est diminuer sa concentration. Pour cela, on prélève un certain volume de la solution initiale appelée solution mère, puis on rajoute du solvant. Par exemple, diviser la concentration par 2 correspond à prélever la moitié de la solution initiale et y ajouter le même volume de solvant que celui prélevé.



Document 5 : les balances

Une balance se caractérise par sa portée – c'est-à-dire la masse maximale qui peut être pesée – et par sa précision.

Voici un exemple de trois balances différentes :

Portée	Précision
5 000 g	1 g
500 g	0,1 g
500 g	0,01 g

Mildiou¹ : maladie affectant de nombreux types de plantes (tomates, vignes, pommes de terres, ...)

Hectare² : un hectare (1 ha) correspond à une surface de 1 000 m².

SITUATION : Vous êtes contrôleur/contrôleuse agricole et venez de recevoir un échantillon d'un litre de bouillie bordelaise préparé par un agriculteur nommé M. Dupont. Votre objectif au cours de ces 3 séances de travaux expérimentaux est de déterminer si M. Dupont respecte les normes fixées par le gouvernement.

Pour plus d'information sur ce métier :

<https://www.orientation-pour-tous.fr/metier/controle-et-diagnostic-technique-en-agriculture,12140.html>

La solution de bouillie bordelaise préparée par M. Dupont a été fabriquée pour lutter contre le mildiou dans son champ d'un hectare de tomates. Sur ces dernières, il est conseillé d'appliquer la bouillie bordelaise tous les 15 jours de début juillet à fin octobre. A chaque passage, M. Dupont compte verser 100 L de solution sur son hectare.

Déterminer la concentration maximale de cuivre c'est-à-dire la masse de cuivre par litre de solution, pour que les normes soient respectées et que les tomates puissent être traitées selon les indications.

Aide 1 : Quelle est la quantité maximale de cuivre par hectare et par an ?

Aide 2 : Combien de fois M. Dupont va-t-il traiter son champ ?

Aide 3 : A quel volume total correspond l'ensemble des passages ?

Aide 4 :

Masse (kg)	4 kg	?
Volume (L)	800 L	1L

OBJECTIF : NOUS SOUHAITONS PRÉPARER UNE SOLUTION DE CONCENTRATION 30 GRAMMES PAR LITRE EN CUIVRE.

Matériel à disposition :

- Sulfate de cuivre en poudre
- Balances
- Verre de montre
- Entonnoir à solide
- Fiole jaugée de 50,0 mL
- Eau distillée

QUESTIONS :

1. Nommer le soluté et le solvant de la solution que nous souhaitons préparer.

Le soluté est le (sulfate de) cuivre et le solvant est l'eau distillée.

2. Comment s'appelle la méthode à appliquer pour réaliser cette solution ?

La méthode à appliquer pour réaliser cette solution est la dissolution.

3. Lors de cette méthode, le soluté disparaît-il ? Justifie.

Le soluté ne disparaît pas lors de la dissolution puisque la solution est bleue. Or, si le soluté avait disparu, il n'y aurait que de l'eau de couleur transparente.

4. Calculer la masse de soluté à prélever pour obtenir une solution de concentration 30 g/L en (sulfate de) cuivre.

Je cherche la masse de soluté à prélever :

$$C_m(\text{cuivre}) = \frac{m_{\text{cuivre}}}{V_{\text{solution}}} \quad \text{donc} \quad m_{\text{cuivre}} = C_m(\text{cuivre}) \times V_{\text{solution}}$$

$$\text{Or } C_m(\text{cuivre}) = 30 \text{ g/L et } V_{\text{solution}} = 50 \text{ mL} = 0,050 \text{ L}$$

$$m_{\text{colorant}} = 30 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times 0,050 \text{ L} = 1,5 \text{ g}$$

La masse de (sulfate de) cuivre à prélever est de 1,5 g.

5. Quelle balance permet d'obtenir le plus de précision lors de la pesée ? Justifie.

La balance la plus précise, dans notre cas, est la 3^{ème} car sa précision est de 0,01 g et sa portée est suffisante (500 g).

6. Écrire le protocole pour obtenir la solution de concentration 30 g/L en (sulfate de) cuivre.

Aide : Fiche méthode p.317

- Peser 1,5 g de (sulfate de) cuivre dans une coupelle.
- A l'aide d'un entonnoir, introduire le (sulfate de) cuivre dans la fiole jaugée de volume 50,0 mL. Rincer ensuite la coupelle et l'entonnoir avec de l'eau distillée et récupérer l'eau de rinçage dans la fiole jaugée.
- Remplir la fiole jaugée aux trois quarts avec de l'eau distillée. Agiter la fiole jaugée bouchée pour dissoudre totalement le soluté.
- Ajouter de l'eau distillée à la pissette puis au goutte à goutte à la pipette simple jusqu'à ce que le bas du ménisque soit au niveau du trait de jauge.
- Agiter plusieurs fois la fiole jaugée bouchée pour homogénéiser la solution.

→ Après validation professeur, réaliser le protocole.

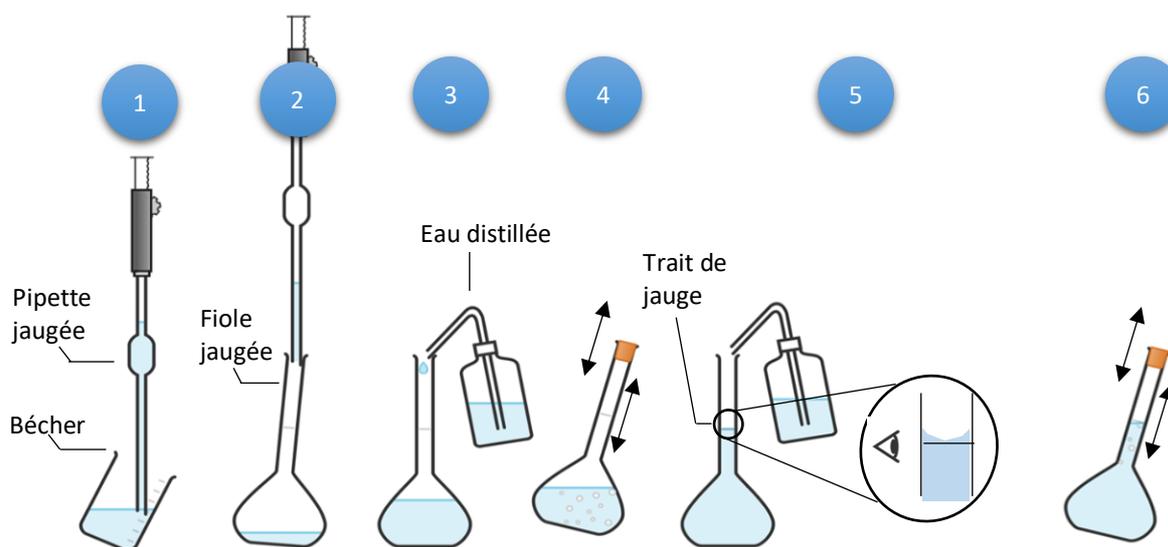
Cette solution sera utilisée lors de la prochaine séance, il faut donc : écrire vos prénoms, votre classe et la concentration de la solution sur la fiole jaugée.

Activité expérimentale 2

Dilution de la solution de bouillie bordelaise

Document 1 : Dilution

Diluer, c'est diminuer la concentration en masse de soluté dans une solution en y ajoutant du solvant. La solution initiale est appelée solution mère. La solution obtenue après dilution est appelée solution fille. La masse de soluté présente dans le volume prélevé de solution mère est la même que celle de soluté présente dans le volume de solution fille préparée.



Document 2 : Concentration en masse

La concentration en masse d'un soluté correspond à la masse d'un soluté par volume de solution :

$$\text{g/L} \longrightarrow C_m(\text{soluté}) = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} \begin{matrix} \longleftarrow \text{g} \\ \longleftarrow \text{L} \end{matrix}$$

OBJECTIF : NOUS SOUHAITONS PRÉPARER DES SOLUTIONS DE DIFFÉRENTES CONCENTRATIONS EN (SULFATE DE) CUIVRE À PARTIR DE CELLE RÉALISÉE LA SEMAINE PRÉCÉDENTE.

Matériel à disposition :

- Pipettes jaugées de 1,0 ; 5,0 ; 10 ; 20 ; 25 mL
- Bêchers
- Fiole jaugée de 50,0 mL
- Solutions de la semaine précédente
- Propipette
- Eau distillée

QUESTIONS :

1. Donne un exemple de dilution de la vie quotidienne.

La dilution du sirop avec de l'eau.

2. Écrire mathématiquement la phrase soulignée dans le document 1.

$$m_{\text{mère prélevée}} (\text{soluté}) = m_{\text{filles}} (\text{soluté})$$

→ Appel professeur 1.

3. A partir de la solution de concentration en (sulfate de) cuivre 30 g/L (C_{m0}) de la semaine précédente, nous souhaitons préparer les solutions de concentrations suivantes en (sulfate de) cuivre : 15 g/L ; 12g/L ; 6,0 g/L ; 3,0 g/L ; 0,60 g/L. Chaque groupe ne réalisera qu'une seule des solutions précédentes.

a. Comment s'appelle la méthode à appliquer pour réaliser ces solutions ?

La méthode à appliquer pour réaliser ces solutions est la dilution.

b. Identifier la solution mère et la solution fille pour votre cas.

Dans tous les cas, la solution mère est la solution à 30 g/L (C_{m0}).

Les solutions filles sont les solutions de concentrations 15 g/L ; 12g/L ; 6,0 g/L ; 3,0 g/L ; 0,60 g/L en (sulfate de) cuivre.

c. On souhaite préparer un volume $V_1 = 50,0$ mL des solutions de (sulfate de) cuivre.

Calculer le volume $V_{0, \text{prélevé}}$ de solution mère à prélever dans votre cas.

d. Compléter le tableau avec vos résultats et ceux de la classe.

C_{m0} (cuivre) de la solution mère (g/L)	V_0 de la solution mère (mL)	C_{m1} (cuivre) de la solution fille (g/L)	V_1 de la solution fille (mL)
30 g/L	25 mL	15 g/L	50 mL
30 g/L	20 mL	12 g/L	50 mL
30 g/L	10 mL	6,0 g/L	50 mL
30 g/L	5 mL	3,0 g/L	50 mL
30 g/L	1 mL	0,60 g/L	50 mL

4. Compléter le protocole pour la solution de la concentration en (sulfate de) cuivre de votre groupe.

Étape 1 : Prélever avec une pipette jaugée un volume $V_0 = \dots\dots\dots$ de solution mère versée dans un bécher.

Étape 2 : Verser le volume prélevé V_0 dans une fiole jaugée de volume $V_1 = \dots\dots\dots$ jusqu'à ce que le bas du ménisque soit au niveau du trait de jauge inférieur de la pipette.

Étape 3 : Remplir la fiole jaugée aux trois quarts avec de l'eau distillée. Boucher la fiole jaugée puis agiter.

Étape 4 : Ajouter de l'eau distillée à la pissette puis au goutte à goutte à la pipette simple jusqu'à ce que le bas du ménisque soit au niveau du trait de jauge de la fiole.

Étape 5 : Agiter plusieurs fois la fiole jaugée bouchée pour homogénéiser la solution.

*Après validation professeur, réaliser le protocole.
 Cette solution sera utilisée lors de la prochaine séance, il faut donc : écrire vos prénoms, votre classe et la concentration de la solution sur la fiole jaugée. Déposer la ensuite sur le bureau du professeur.*

5. Proposer un encadrement rapide de la concentration de la solution de (sulfate de) cuivre de M. Dupont disponible sur le bureau du professeur.

Méthode de l'échelle de teinte en veillant à dire aux élèves de prendre la même verrerie pour chaque solution pour pouvoir comparer.

Activité expérimentale 3

Réalisation et utilisation d'une courbe d'étalonnage avec un microcontrôleur

Document 1 : Microcontrôleur

Un microcontrôleur est composé des éléments essentiels d'un ordinateur. Lorsqu'un programme lui est transféré, il l'exécute étape par étape, dans l'ordre, ne s'arrêtant que si son alimentation est débranchée. Deux grandes catégories de dispositifs permettent au microcontrôleur d'interagir avec le milieu extérieur : les capteurs et les actionneurs.

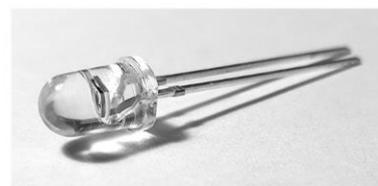
Les capteurs sont des dispositifs permettant de mesurer une grandeur physique comme par exemple la pression, la température, l'intensité lumineuse, ...

Exemple de capteurs : bouton, récepteur d'ultrasons, ...

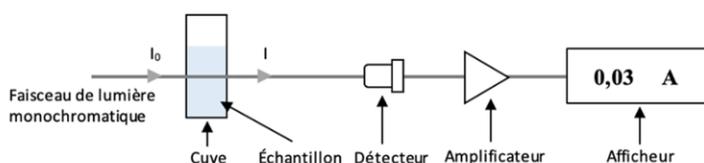
Les actionneurs sont des dispositifs qui permettent d'exécuter une action. Exemple d'actionneurs : moteur, LED, ...

Document 2 : La photodiode

Le courant généré par la photodiode branchée en inverse est proportionnel à la quantité de lumière reçue.



Document 3 : Principe de la mesure



La lumière arrive au niveau de la cuve. Une partie de la lumière est absorbée par la solution et l'autre la traverse puis arrive sur un capteur de lumière. Plus la concentration de la solution est faible, plus une grande partie de la lumière passe. Le capteur associe une valeur à la quantité de lumière qui a traversé la solution. Le montage doit être placé dans l'obscurité pour éviter les variations lumineuses extérieures.

Document 4 : Courbe d'étalonnage

Lorsque nous avons une solution de nature connue, mais de concentration inconnue, il est possible de trouver la valeur de sa concentration C en réalisant une courbe d'étalonnage.

La première étape consiste à mesurer une grandeur physique sur des concentrations connues C et réaliser un graphique des données.

La deuxième étape consiste alors à mesurer la même grandeur physique pour la solution de concentration inconnue et de se servir de la courbe réalisée pour retrouver la concentration C.

Document 5 : Rappel d'électricité (vu au collège)

Symbole et unités :

- **Tension** : symbole U en volt noté V.
- **Intensité** : symbole I en ampère noté A.
- **Résistance** : symbole R en ohm noté Ω .

Types de circuits :

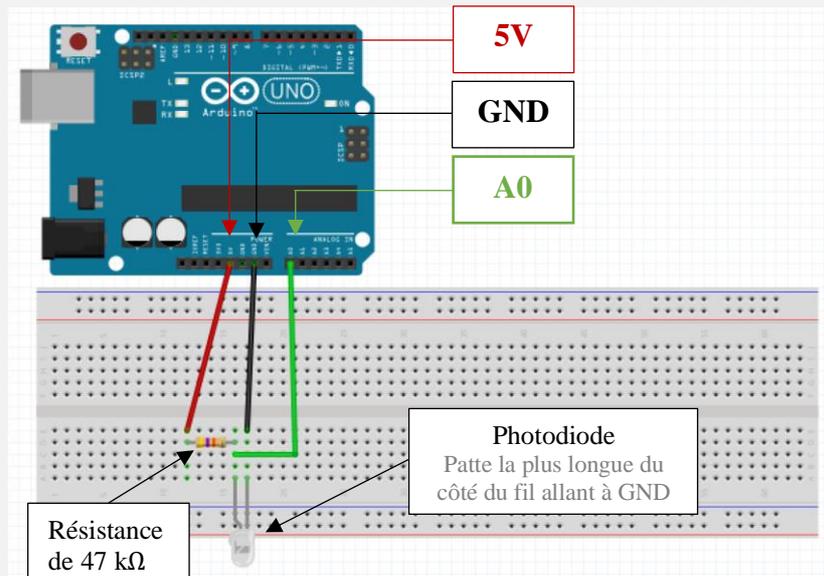
- **Série** : une seule boucle.
- **Dérivation** : plusieurs boucles.

Lois :

- **Loi d'unicité de l'intensité** : dans un circuit en série, l'intensité du courant électrique est la même en tout point du circuit.
- **Loi des mailles dans un circuit série** : dans un circuit en série, la tension aux bornes du générateur correspond à la somme des tensions aux bornes des récepteurs.
- **Loi d'Ohm** : pour les dipôles ohmiques, la loi reliant la tension U, l'intensité I et la résistance R pour un dipôle donné $U = R \times I$.

PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL 1 : détermination de la concentration en (sulfate de) cuivre de la solution préparée par M. Dupont

- Réaliser le montage ci-contre (ne pas brancher la carte à l'ordinateur tant que le professeur n'a pas validé !).



- Ouvrir le programme « Realisation_courbe_etalonnage ».

APPEL PROFESSEUR 1

- Téléverser le programme sur la carte.



Remarque : si un problème de téléversement se présente, il est probable que ce soit à cause d'un problème de port. Aller dans « Outils » puis « Ports » et enfin cliquer sur le port où se trouve votre microcontrôleur.. Téléverser de nouveau.

- Dans le logiciel Arduino, aller dans « Outil » et cliquer sur « Moniteur série ».
- Test : vérifier que la valeur de la tension varie en fonction de l'éclairement grâce à une lampe.
- Si nécessaire, changer la résistance de manière à ce que la valeur de tension soit comprise entre 0,5 V et 1,5 V quand la photodiode est éclairée par la laser.
- Réalisation de la courbe d'étalonnage :
 - Remplir une cuve d'une solution de (sulfate de) cuivre de concentration 30 g/L.
 - La placer dans l'emplacement prévu à cet effet.
 - Mettre délicatement le couvercle.
 - Relever la tension U et noter la concentration correspondante dans *Regressi*.
 - Recommencer pour toutes les solutions de concentrations connues réalisées par la classe et disponibles sur le bureau du professeur (15 g/L ; 12g/L ; 6 g/L ; 3 g/L ; 0,6 g/L).
 - Avec le logiciel *Regressi*, réaliser la courbe de la tension U en fonction de la concentration $C : U = f(C)$.

APPEL PROFESSEUR 2

- Détermination de la concentration inconnue en (sulfate de) cuivre de la solution de M. Dupont :
 - Remplir une cuve de la solution de concentration inconnue.
 - La placer dans l'emplacement prévu à cet effet.
 - Mettre délicatement le couvercle.
 - Relever la tension U .
 - Grâce à la courbe réalisé précédemment, retrouver à quelle concentration correspond la tension U trouvée.
- Une fois vos mesures terminées, débrancher le câble reliant la carte à l'ordinateur.

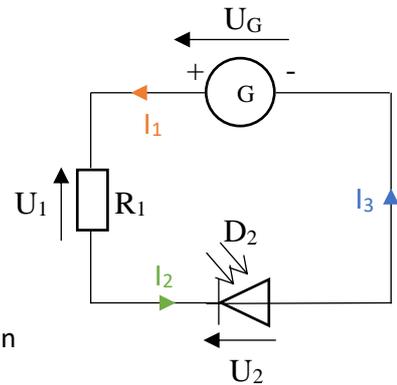
APPEL PROFESSEUR 3

OBJECTIF : NOUS SOUHAITONS DETERMINER LA CONCENTRATION EN (SULFATE DE) CUIVRE DE LA SOLUTION DE M. DUPONT.

QUESTIONS :

→ Répondre aux neuf premières questions.

Le circuit électronique réalisé peut être modélisé ainsi :



1. Ce circuit est un circuit en : série dérivation
2. En conséquence, que peut-on dire des valeurs de I_1 , I_2 et I_3 .

Les intensités I_1 , I_2 et I_3 sont égales.

3. En t'aidant de la fiche en annexe « Symbole des dipôles en électricité » et des documents, associe chaque dipôle de la modélisation ci-dessus à un élément du circuit que tu as réalisé.

Le générateur du schéma électrique correspond à l'ensemble microcontrôleur + ordinateur.

La résistance R_1 du schéma électrique correspond à la résistance de 47 kOhm.

La photodiode du schéma électrique correspond à la photodiode.

4. Donne la loi d'Ohm pour la résistance R_1 .

La loi d'Ohm pour la résistance R_1 est $U_1 = R_1 \times I_1$.

Le générateur utilisé est un générateur de tension, c'est-à-dire qu'il délivre toujours la même tension, peu importe le nombre et la nature des dipôles.

Dans les questions 5 à 10, nous chercherons à étudier les variations de tensions aux bornes de la photodiode. Pour cela, on considère la situation où la quantité de lumière sur la photodiode augmente.

5. Comment varie l'intensité du courant dans le circuit ?

Dans le document 2, il est noté : « Le courant généré par la photodiode branchée en inverse est proportionnel à la quantité de lumière reçue. ». Cela signifie que le courant noté I_1 augmente lorsque la quantité de lumière augmente.

6. Tu ne peux déterminer les variations de tension U que d'un des deux dipôles. Trouve lequel en expliquant ton raisonnement. (Aide-toi de ta réponse à la question 4).

Rappel de la question 4 :

- La loi d'Ohm pour la résistance R_1 est $U_1 = R_1 \times I_1$.

Nous savons que la résistance R_1 a une valeur constante (47 kOhm).

Nous savons que l'intensité du courant augmente, donc I_1 augmente.

Donc la tension U_1 aux bornes de la résistance R_1 augmente.

- Pour la photodiode, nous ne savons pas si c'est un dipôle ohmique et nous ne pouvons donc pas nous servir de la loi d'Ohm pour déterminer les variations de la tension aux bornes de la photodiode.

7. Donne la loi des mailles du montage réalisé.

La loi des mailles du circuit est : $U_G = U_1 + U_2$.

8. Dédus comment varie la tension aux bornes du deuxième dipôle.

Comme la tension aux bornes de la résistance U_1 augmente et que la tension aux bornes du générateur U_G est constante (générateur de tension), alors la tension aux bornes de la photodiode U_2 diminue.

9. La tension aux bornes de la photorésistance est-elle plus petite quand la solution est plus ou moins concentrée ?

D'après la question précédente, plus la quantité de lumière est importante, moins la tension aux bornes de la photodiode est élevée.

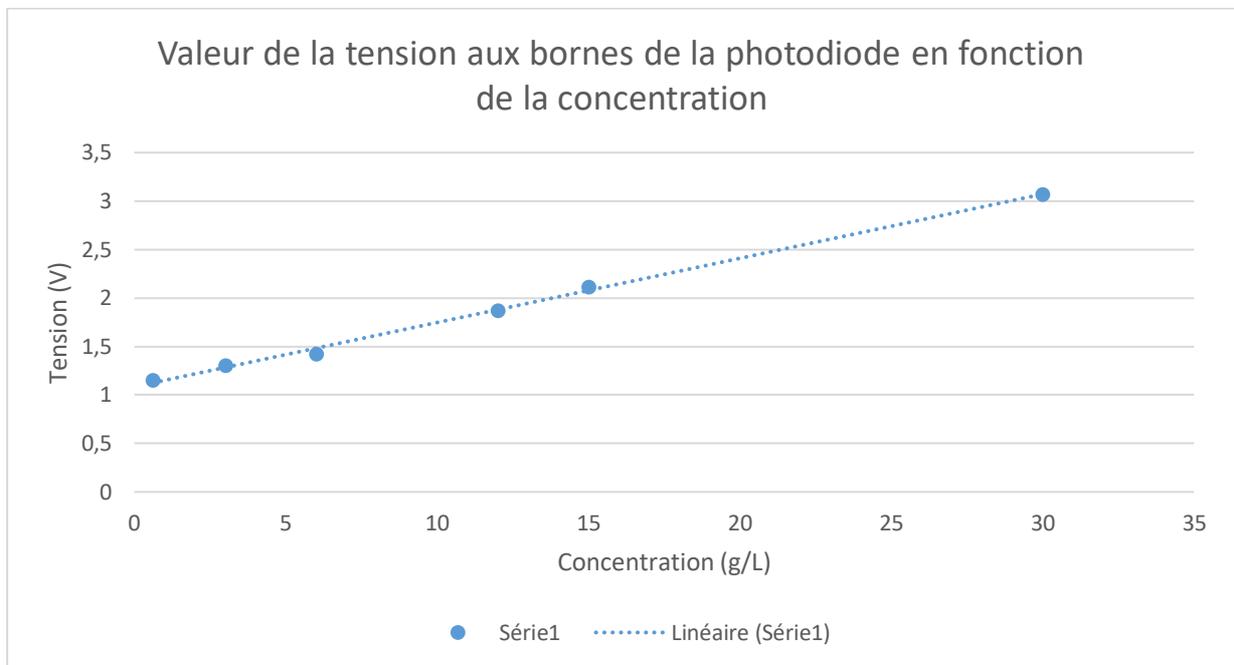
Or une augmentation de la quantité de lumière, correspond à une diminution de la concentration (moins la solution est concentrée, plus la quantité de lumière qui passe est importante).

→ Moins la concentration de la solution est grande et plus la quantité de lumière qui passe est grande donc plus la tension aux bornes de la photodiode est faible.

→ Réalise le protocole 1.

10. Trace l'allure de la courbe obtenue. Est-ce en accord avec tes prévisions de la question 9 ?

L'allure de la courbe est en accord avec la question 10 : moins la concentration est élevée, moins la tension aux bornes de la photodiode est élevée.



11. Quelle est la concentration en (sulfate de) cuivre de la solution de M. Dupont ?

12. Cette concentration est-elle dans les normes ?

APPEL PROFESSEUR 4

Le microcontrôleur associe une valeur comprise entre 0 et 1023 aux grandeurs physiques qu'il mesure.

13. Explique le calcul de la tension réalisé dans le programme.

Partie du programme concernée :

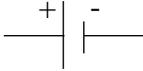
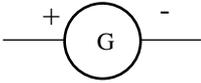
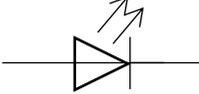
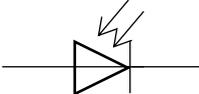
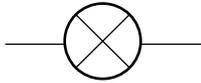
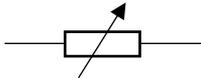
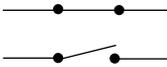
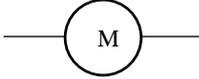
```
« mesure = analogRead(photodiode); // lire la valeur récupérée par la photodiode
```

```
tension = (5/1023)*mesure; // calcul de la tension en volt (V) »
```

Valeur numérique	Tension (V)
1023	5
mesure	?

$$? = \frac{5 * \text{mesure}}{1023}$$

ANNEXE : Symbole des dipôles en électricité

Dipôle	Symbole
Pile	
Générateur	
DEL (français) ou LED (anglais)	
Photodiode	
Lampe	
Résistance	
Résistance variable	
Interrupteur (Fermée Ouvert)	
Moteur	
Fil	