

TP de physique-chimie
Seconde



Caractérisation et identification des espèces chimiques (1ère partie)

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Suivre un protocole.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Tests d'identification des ions. Masse volumique.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Mettre en œuvre un protocole expérimental pour identifier des ions, mesurer une masse volumique.	A B C D
Valider : Exploiter et interpréter des observations.	A B C D

Contexte On appelle test de reconnaissance, tout test chimique ou physique qui permet d'identifier la nature d'une espèce chimique. On étudiera ici la masse volumique de certaines solutions, des test chimiques d'identification des ions.

I. Masse volumique

Un préparateur en pharmacie a utilisé des béchers contenant de l'eau, de l'éthanol et de l'huile de paraffine pour fabriquer une préparation médicamenteuse. Cependant il n'a pas pris soin d'écrire sur chaque erlenmeyer la nature de son contenu.

Comment identifier les liquides contenus dans les béchers ?

Document n° 1 : Masse volumique

La masse volumique ρ (rho) est une grandeur physique qui caractérise la masse d'un matériau par unité de volume :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

On utilise souvent en chimie l'unité g.mL^{-1} . L'unité dans le système internationale est le kg.m^{-3}

Pour déterminer expérimentalement la masse volumique d'un liquide,

- il faut mesurer avec précision un volume de ce liquide ainsi que la masse de ce liquide.
- faire le calcul faisant attention aux unités.

II. Une expérience de Marie Curie pour les enfants



En 1907, Marie Curie donnait des leçons de physique et de chimie à des enfants, voici un extrait :

Aujourd'hui on verra quels sont les enfants adroits.....

.... Nous allons faire maintenant une très jolie expérience. Voici deux verres : dans l'un, il y a de l'eau et de l'huile : l'huile flotte parce qu'elle est moins dense que l'eau ; dans l'autre il y a de l'huile et de l'alcool : l'huile est au fond parce qu'elle est plus dense que l'alcool.

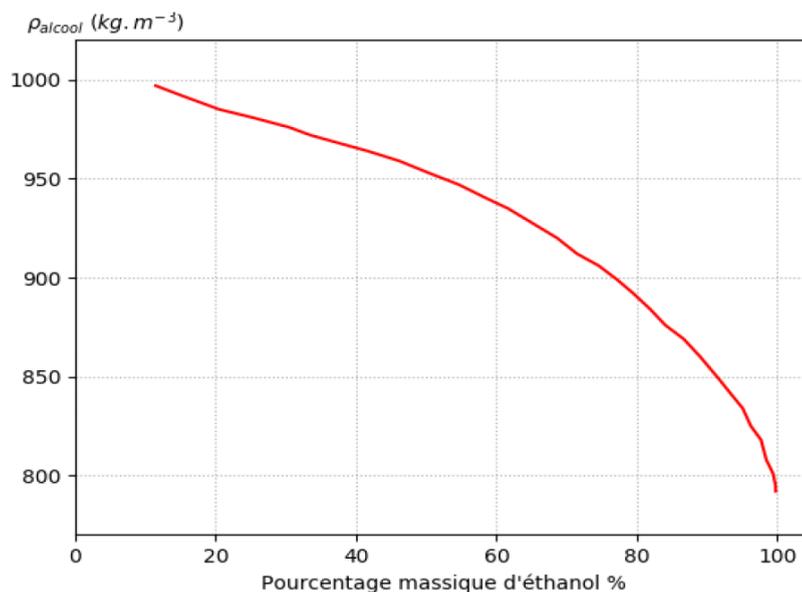
Puisque l'huile nage sur l'eau et qu'elle se noie dans l'alcool, on peut faire un mélange d'eau et d'alcool, tel que l'huile ne se noie ni ne flotte. Vous verrez que l'huile prendra alors la forme d'une boule et que ce sera très joli. il faut tâtonner. Si l'huile monte, c'est que nous avons mis trop d'eau dans notre mélange ; si elle se noie et va vers le fond du vase, c'est que nous avons mis trop d'alcool.

Protocole :

- Dans un bécher, verser un volume $V_{eau} = 15,0$ mL d'eau.
- Y rajouter une goutte d'huile (2 mL environ).
- Avec un autre bécher, remplir la burette avec de l'éthanol pur.
- Verser petite à petite dans le 1er bécher de manière à ce que la bulle d'huile soit en suspension dans le mélange (eau + éthanol).

1. Relever le volume d'éthanol versé : $V_{éthanol} = \dots\dots\dots$

2. On donne ci-dessous, l'évolution de la masse volumique de l'alcool (mélange eau + éthanol) en fonction du pourcentage massique d'éthanol. Grâce au graphique, donner les valeurs de la masse volumique de l'eau et de l'éthanol pur.



.....

.....

.....

.....

3. Quelle est la condition pour que la goutte d'huile flotte dans le mélange eau + éthanol ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Calculer le pourcentage massique d'éthanol dans l'alcool réalisé (eau + éthanol).

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. En déduire alors la valeur de la masse volumique ρ_h de l'huile.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Calculer la masse de l'alcool réalisé. Montrer alors que $V_{alcool} \neq V_{eau} + V_{éthanol}$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

III. La couronne d'or du roi Hiéron

La légende raconte qu'Archimède, un savant de l'antiquité, fut un jour convoqué par Hiéron, le roi de Syracuse. Hiéron avait donné de l'or à un joaillier pour que celui-ci lui en fasse une couronne. Trouvant la couronne bien légère, Hiéron demanda à Archimède de s'assurer que la couronne était bien constituée d'or pur et non d'un alliage imitant l'or. La vie du joaillier étant en jeu, Archimède devait trouver une méthode fiable pour répondre à la question du roi.

Pour répondre à la question du souverain, Archimède commença à remplir un vase d'eau à ras-bord. Il introduisit ensuite, une à une, 50 pièces d'or dans le vase et mesura le volume de l'eau qui s'en était échappé.

Il procéda ensuite de la même manière pour la couronne et découvrit que la quantité d'eau était plus importante que celle à laquelle on aurait pu s'attendre si elle avait été constituée d'or.

Données :

Masse d'une pièce d'or : 1,4 g

Masse de la couronne : 1,32 kg

1. Lors de l'introduction des pièces, Archimède a mesuré un volume d'eau de 3,6 mL. Déterminer la masse volumique de l'or des pièces.

.....
.....
.....
.....
.....

2. Si la couronne avait été en or, quel volume d'eau Archimède aurait-il mesuré ?

.....
.....
.....
.....
.....

3. Quelle est la densité de l'or ?

.....
.....
.....
.....
.....

IV. Tests d'identification des ions

Quatre explorateurs reviennent de régions différentes du globe.

Chacun ramène un flacon contenant l'eau du lieu exploré : dans la salle, il y a donc 4 flacons portant l'indication A, B, C, D ou E.

Document n° 4 : Lieux des prélèvements dans le monde



Document n° 5 : Compositions ioniques de quelques eaux continentales (en g pour 1 litre d'eau)

	Eau du lac africain Victoria	Eau de la rivière Tuscarawas (est des USA)	Eau de la mer Caspienne	Eau du Grand lac salé (ouest des USA)	Eau de la Mer morte (Proche Orient)
Na ⁺	0,01	0,140	3,1	67	45
Mg ²⁺	0,006	0,016	0,729	6	49
Ca ²⁺	0,01	0,200	0,345	1,4	19
Cl ⁻	0,02	1,3	5,3	112	252
SO ₄ ²⁻	0,002	0,134	3,0	13	0,508
Br ⁻	/	/	/	/	5920

Document n° 6 : Tableau récapitulatif de quelques tests d'identification des ions :

Ions testés	Réactifs utilisés	Observations
Calcium Ca^{2+}	Oxalate d'ammonium	Précipité blanc
Ion nitrate NO_3^-	Permanganate acidifié + grenaille de zinc	Décoloration de la solution
Ion ammonium NH_4^+	Hydroxyde de sodium	Dégagement gazeux d'ammoniac, qui colore en bleu un papier pH humidifié
Ion sulfate SO_4^{2-}	Chlorure de baryum	Précipité blanc
Ion plomb Pb^{2+}	Sulfure de sodium	Précipité noir
Ion carbonate CO_3^{2-}	Acide chlorhydrique	Effervescence due à un dégagement de dioxyde de carbone
Ion potassium K^+	Picrate de sodium	Aiguilles jaunes
Ion chlorure Cl^-	Nitrate d'argent	Précipité blanc qui noircit à la lumière
Ion cuivre (II) Cu^{2+}	Hydroxyde de sodium	Précipité bleu
Ion fer (II) Fe^{2+}	Hydroxyde de sodium	Précipité vert
Ion fer (III) Fe^{3+}	Hydroxyde de sodium	Précipité rouille
Ion phosphate PO_4^{3-}	Nitrate d'argent	Précipité jaunâtre

- (a) En utilisant les données fournies et le fait qu'il y a eu une pollution de fer (II) dans l'eau du Grand lac salé vous devez répondre à cette question : « D'où vient l'eau rapportée par l'explorateur qui vous a confié sa gourde ? »

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Caractérisation et identification des espèces chimiques (2ème partie)

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Suivre un protocole.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Température de changement d'état. CCM.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Mettre en œuvre un protocole expérimental mesurer une température de changement d'état et réaliser une CCM.	A B C D
Valider : Exploiter et interpréter des observations.	A B C D

Contexte On appelle test de reconnaissance, tout test chimique ou physique qui permet d'identifier la nature d'une espèce chimique. On déterminera ici la température de fusion caractéristique d'une eau et on réalisera une CCM sur des colorants alimentaires.

I. Température de changement d'état

Plaçons un tube à essais contenant de l'eau déminéralisée dans un mélange réfrigérant (glace pilée et sel). Introduire une sonde thermométrique dans tube à essais et fixer le montage à l'aide de la pince et de la potence. Relevons alors la température de l'eau dans le tube toutes les minutes.

Document n° 1 : Matériel disponible

- Un thermomètre ou une sonde thermométrique
- Un chronomètre (voire montre)
- Eau déminéralisée
- Des glaçons
- Mélange réfrigérant : glace pilée +sel
- Bécher de 250 mL
- Tube à essais
- Potence + pince

1. Expliquer le principe de l'expérience. Faire un schéma légendé.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Relever l'évolution de la température dans le tube à essai au cours du temps.

Temps t (min)							
Température T (°C)							

Temps t (min)							
Température T (°C)							

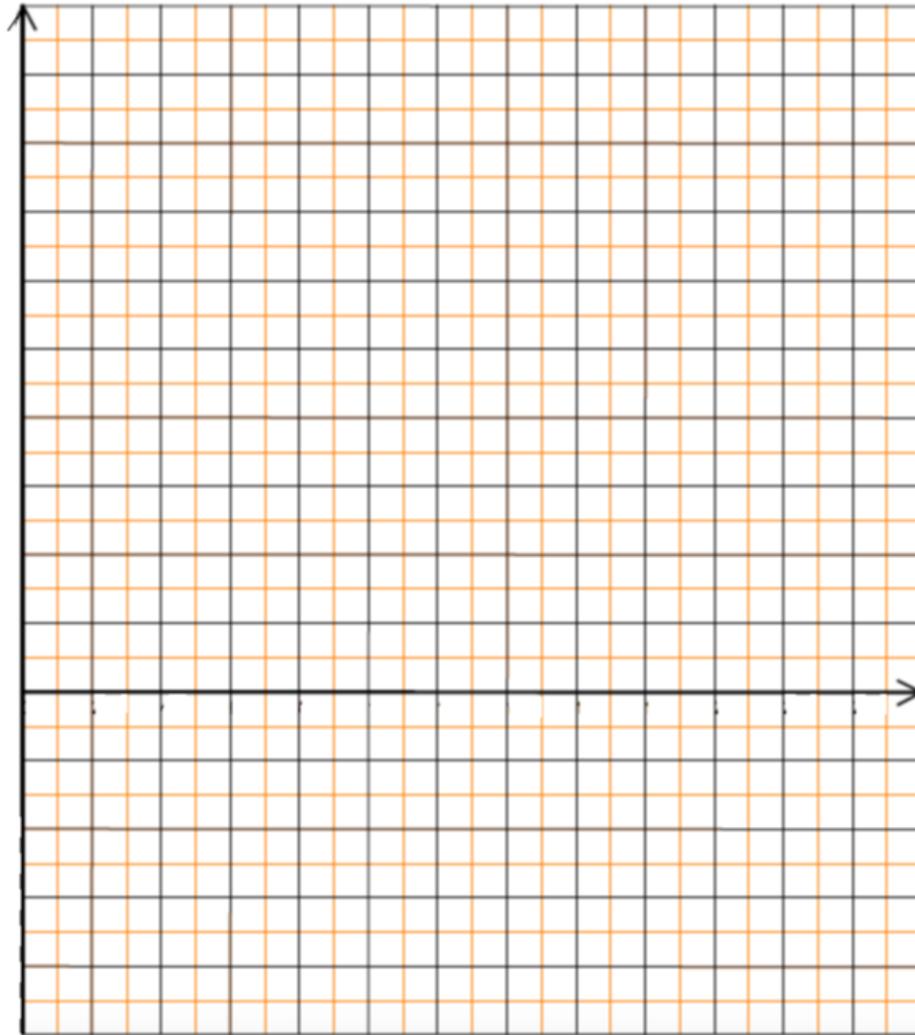
Temps t (min)							
Température T (°C)							

Temps t (min)							
Température T (°C)							

Temps t (min)							
Température T (°C)							

Temps t (min)							
Température T (°C)							

3. Représenter graphiquement l'évolution de la température en fonction du temps. Préciser l'échelle, nommer les axes et donner un titre. Une fois les points placés, tracer à la main levée la courbe de tendance passant au plus près des points.



4. Décrire l'évolution de la courbe de la température en fonction du temps, et interpréter les différentes parties.

.....

.....

.....

.....

.....

5. Comment s'appelle ce changement d'état ? A quelle température caractéristique a lieu le changement d'état ?

.....

.....

.....

.....

II. La Chromatographie sur Couche Mince (CCM) de colorants alimentaires

La CCM est une méthode de séparation et d'identification d'espèces chimiques contenues dans un mélange.



- Tracer un trait au crayon à papier sur un papier filtre à 1 cm du bord inférieur de la bande de papier (Attention, ne pas trop appuyer sur votre crayon).
- A l'aide d'un cure-dent coupé en 2, déposer une toute petite goutte de chacun des 4 colorants (jaune, vert, bleu et rouge) sur la ligne de dépôt. Les espacer le plus vite possible mais pas trop près des bords!
- Verser un peu d'éluant (eau salée) dans une cuve à chromatographie de manière à ce que la ligne de dépôt soit un peu en dessous du niveau de l'éluant.
- Plonger le papier dans la cuve de chromatographie et refermer là avec le couvercle.
- Attendre que l'éluant monte par capillarité jusqu'à environ 2 cm du haut du papier.

1. Faire un schéma de l'expérience.



Variabilité du volume mesuré par une verrerie

NOM : PRENOM : Classe :

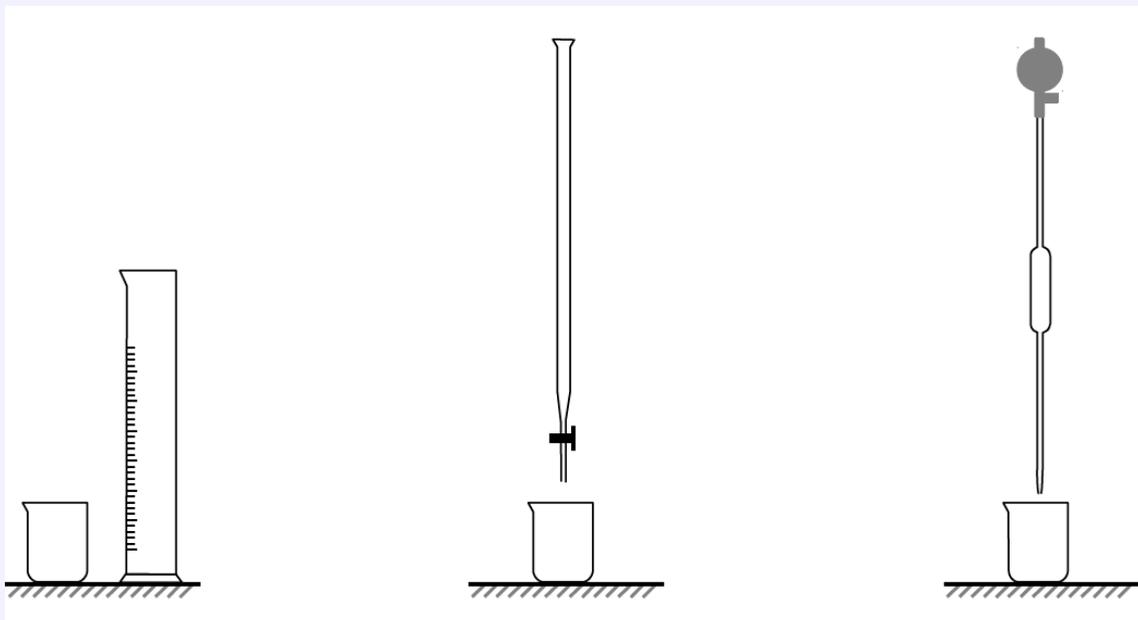
Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Mesures de masse et de volume. Utilisation de Python pour faire des diagrammes.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Masse. Volume. CCM.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Mettre en œuvre un protocole expérimental pour mesurer différentes masses et volumes.	A B C D
Valider : Exploiter et interpréter des observations.	A B C D

Contexte Nous allons prélever 25,0 mL d'eau distillée à l'aide de différentes techniques (pesée, prélèvement à l'éprouvette graduée, au bécher et à la pipette jaugée)

I. Expériences

Document n° 1 : Schématisation de la verrerie



On préparera un tableau contenant les mesures de tous les groupes sous la forme :

N° du groupe	1	2	3	4	5	6	7	8
Prélèvement à l'éprouvette								
Prélèvement à la burette								
Prélèvement à la pipette jaugée								

1. Videz et séchez parfaitement le bécher, mesurer précisément sa masse à vide et notez là.

.....
.....
.....

2. En utilisant une éprouvette graduée, versez 25,0 mL d'eau dans le bécher, et mesurez la masse totale. En déduire la masse d'eau prélevée.

.....
.....
.....

3. Faire le schéma de votre expérience.

4. Regrouper toutes les mesures converties en volume dans le tableau. Puis, tracez l'histogramme de valeurs sur un graphique à la fin.

5. Videz et séchez parfaitement le bécher, mesurez précisément sa masse à vide et notez là.

.....
.....
.....

6. Versez 25,0 mL d'eau avec la burette graduée dans le bécher, et mesurez la masse totale. En déduire la masse d'eau prélevée.

.....
.....
.....

7. Faites un schéma de l'expérience.

8. On regroupe toutes les mesures converties en volume dans le tableau, et on ajoutera l'histogramme des valeurs à la fin.

9. Videz et séchez parfaitement le bécher, mesurez précisément sa masse à vide, et notez là.

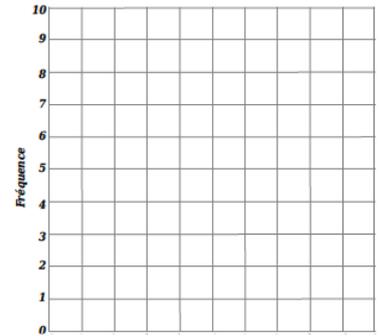
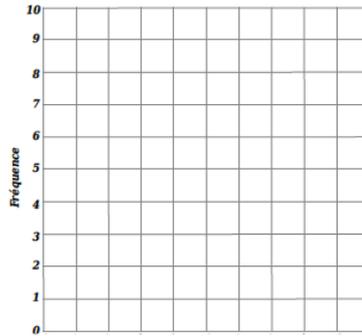
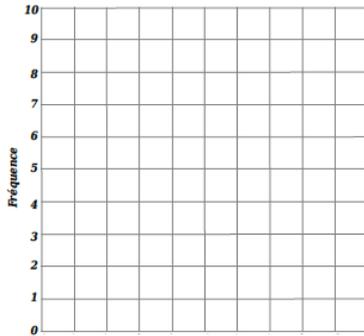
.....
.....
.....

10. En utilisant une pipette jaugée versez 25,0 mL d'eau dans le bécher, et mesurez la masse totale. En déduire la masse d'eau prélevée.

.....
.....
.....

11. Faites un schéma de l'expérience.

12. On regroupe toutes les mesures converties en volume dans le tableau, et on ajoutera l'histogramme des valeurs à la fin.
13. Tracez les trois histogrammes. Quelle est la verrerie la plus précise ?



.....

.....

.....

II. Utilisation de Python

Expliquer les différentes parties de ce programme Python.

```

1 Vpj=[24.97,24.96,24.87,24.94,24.98,24.87,24.96,24.98]
2 Vpb=
3 Vpe=
4
5
6 import matplotlib.pyplot as plt
7
8 def moyenne(tableau):
9     return sum(tableau, 0.0) / len(tableau)
10
11 print('Volume moyen pour le prélèvement à pipette jaugée = ',
12       moyenne(Vpj), 'mL');
13 print('Volume moyen pour le prélèvement avec le bécher = ',
14       moyenne(Vpb), 'mL');
15 print('Volume moyen pour le prélèvement avec une éprouvette graduée = ',
16       moyenne(Vpe), 'mL');
17
18 def variance(tableau):
19     m=moyenne(tableau)
20     return moyenne([(x-m)**2 for x in tableau])
21
22 def ecartype(tableau):
23     return variance(tableau)**0.5
24
25 print('Ecart type pour le prélèvement à pipette jaugée = ',ecartype(Vpj),'mL')
26
27 print('Ecart type pour le prélèvement avec le bécher = ',ecartype(Vpb),'mL')
28 print('Ecart type pour le prélèvement avec une éprouvette graduée = ',
29       ecartype(Vpe),'mL')
30
31
32 plt.figure(1)
33 list = Vpj+Vpb+Vpe;
34 plt.hist([Vpj,Vpb,Vpe],range=(min(list),max(list)),bins=20,
35          color=['b','r','g']);
36 plt.ylabel('Fréquence');
37 plt.xlabel('Volume (mL)');
38 plt.legend(['Pipette jaugée','Bécher','Epruvette graduée']);
39
40 plt.show()

```




Dissolution, dilution et échelle de teinte

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Mettre en œuvre un protocole. Manipuler des équations. .	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Dissolution. Dilution. Echelle de teinte.	A B C D
Valider : Exploiter et interpréter des observations. Confronter des valeurs expérimentales à des valeurs attendues.	A B C D

Contexte Le sulfate de cuivre de formule chimique CuSO_4 est solide à température ambiante. Il peut (comme le sucre en poudre) se dissoudre dans l'eau. On obtient alors une solution aqueuse de sulfate de cuivre ayant une couleur bleue plus ou moins foncée selon sa concentration. On se propose de réaliser une échelle de teinte à l'aide d'une dissolution suivie d'une dilution afin d'encadrer la concentration massique inconnue d'une solution.

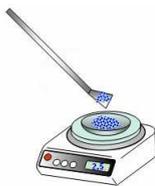
I. Préparation d'une solution par dissolution

On désire préparer 100 mL d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration massique $C_0 = 0,1 \text{ g.mL}^{-1}$.

Document n° 1 : Protocole de la dissolution

Méthode :

Prélever la masse de soluté nécessaire à l'aide d'une coupelle et d'une balance.



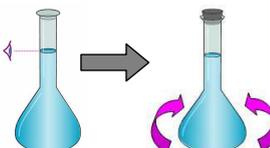
Introduire le soluté dans une fiole jaugée du volume désiré.



Ajouter de l'eau distillée dans la fiole jusqu'au 2/3 et agiter jusqu'à dissolution complète du soluté.



Pour finir, boucher et agiter la fiole.



Compléter la fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge en tenant compte du ménisque.

Pour préparer un volume V de solution de concentration massique C par dissolution d'un composé solide, il faut :

- Calculer la masse de solide à prélever.
- Peser à l'aide d'une balance électronique la masse de solide dans une coupelle en n'oubliant pas de faire la tare.
- Introduire le solide dans une fiole jaugée de volume V à l'aide d'un entonnoir à solide et rincer la coupelle et l'entonnoir à l'eau distillée.
- Ajouter de l'eau distillée au 2/3 environ. Boucher et agiter pour dissoudre tout le solide.
- Compléter d'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Boucher, agiter pour homogénéiser. Fermer la fiole à l'aide d'un bouchon.

Document n° 2 : Matériel disponible

- Sulfate de cuivre solide
- Balance électronique
- Coupelles et spatules
- Entonnoirs à solide
- Pipettes plastiques
- Fioles jaugées de 100 mL
- Eau distillée

II. Détermination de la masse volumique de la solution commerciale

1. Qu'appelle-t-on concentration massique en soluté ou titre massique ? Donner la relation en précisant les grandeurs physiques et leurs unités.

.....
.....
.....
.....

2. Quelle est la masse de sulfate de cuivre solide m_0 à prélever pour réaliser une solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration massique $C_0 = 0,1 \text{ g.mL}^{-1}$

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Réaliser la dissolution.

III. Préparation d'une solution par dilution

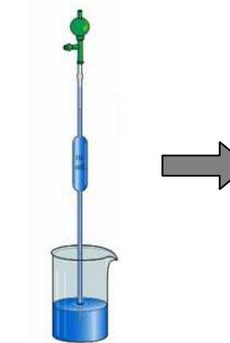
Vous venez de préparer une solution de sulfate de cuivre à une concentration $C_0 = 1 \text{ g.mL}^{-1}$. En ajoutant de l'eau distillée à cette solution, on réalise une dilution : la solution obtenue s'appelle solution fille et celle de départ solution mère.

Cette opération de dilution est très courante en chimie, il faut la mener avec le plus grand soin si on veut obtenir un maximum de précision sur la concentration de la solution fille obtenue.

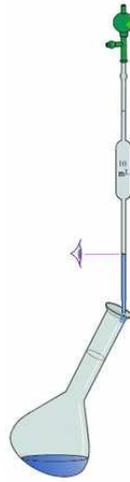
On se propose, ici, de réaliser une dilution de la solution mère précédente afin d'obtenir une solution fille de concentration massique $C_1 = 0,8 \text{ g.mL}^{-1}$.

Document n° 3 : Protocole de la dilution

Méthode :



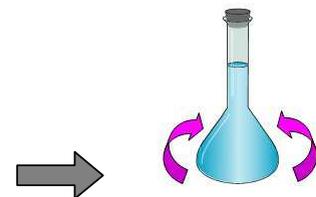
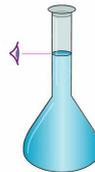
Verser de la solution mère dans un bécher et prélever un volume précis de la solution mère à l'aide d'une pipette jaugée.



Vider la pipette dans une fiole jaugée du volume désiré.



Compléter la fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge en tenant compte du ménisque.



Pour finir, boucher et agiter la fiole.

Pour préparer un volume V_f de solution fille de concentration massique C_f par dilution à partir d'une solution mère de concentration massique C_m , il faut :

- Calculer la volume V_m de solution mère à prélever.
- Prélever ce volume à l'aide d'une pipette jaugée munie d'une propipette.
- Introduire ce volume dans une fiole jaugée de volume V_f .
- Ajouter de l'eau distillée au 2/3 environ. Puis, agiter pour homogénéiser.
- Compléter d'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Boucher, agiter pour homogénéiser. Fermer la fiole à l'aide d'un bouchon.

Document n° 4 : Matériel disponible

- Solution aqueuse de sulfate de cuivre
- Balance électronique
- Coupelles et spatules
- Entonnoirs à solide
- Pipettes jaugées de 1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL
- Fioles jaugées de 100 mL
- Eau distillée

1. Que dire de la solution fille par rapport à la solution mère ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Quelle est la relation entre la concentration massique C_m de la solution mère, la concentration massique C_f de la solution fille, le volume V_m à prélever de la solution mère, et le volume V_f de la solution fille ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Quelle est le volume V_m à prélever de la solution mère de concentration massique C_m pour obtenir volume V_f d'une solution fille de concentration C_f ? Faire l'application numérique pour obtenir 100 mL d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration massique $C_1 = 0,08$ g.mL⁻¹ à partir d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration massique $C_0 = 0,1$ g.mL⁻¹.

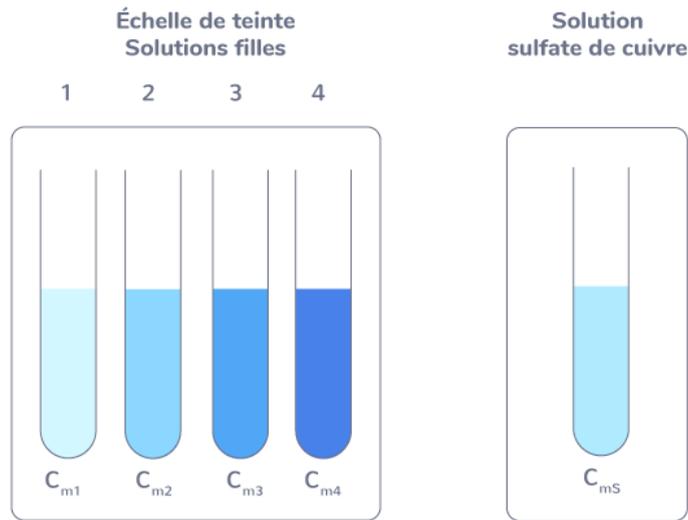
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Faire la dilution.

IV. Réalisation d'une échelle de teinte

Principe :

Deux solutions contenant la même substance colorée à la même concentration ont la même teinte si elles sont observées dans les mêmes conditions. Une échelle de teinte est constituée de différentes solutions filles de concentrations massiques décroissantes à partir d'une solution mère. On peut réaliser un encadrement de la concentration massique d'une solution de cette substance en comparant, dans les mêmes conditions, sa teinte à celle à l'échelle de teinte.



Document n° 5 : Matériel disponible

- Pipettes jaugées de 1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL
- Fioles jaugées de 100 mL
- Bêchers de 100 mL
- Eau distillée
- Tubes à essai
- Une solution aqueuse de sulfate de cuivre

1. Calculer les volumes à prélever de solution de concentration massique $C_0 = 0,1 \text{ g.mL}^{-1}$ pour réaliser les nouvelles solutions. Compléter le tableau.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Solutions filles	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
V_f	$V_{f1} = 100 \text{ mL}$	$V_{f2} = 100 \text{ mL}$	$V_{f3} = 100 \text{ mL}$	$V_{f4} = 100 \text{ mL}$
C_f	$C_{f1} = 0,08 \text{ g.mL}^{-1}$	$C_{f2} = 0,06 \text{ g.mL}^{-1}$	$C_{f3} = 0,04 \text{ g.mL}^{-1}$	$C_{f4} = 0,02 \text{ g.mL}^{-1}$
V_m	$V_{m1} = \dots\dots\dots$	$V_2 = \dots\dots\dots$	$V_{m3} = \dots\dots\dots$	$V_{m4} = \dots\dots\dots$

2. Une solution de sulfate de cuivre de concentration inconnue est au bureau. Utiliser l'échelle de teinte pour donner un encadrement de cette concentration inconnue.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

— Fin —



L'élément cuivre dans tous ses états

NOM : PRENOM : Classe :

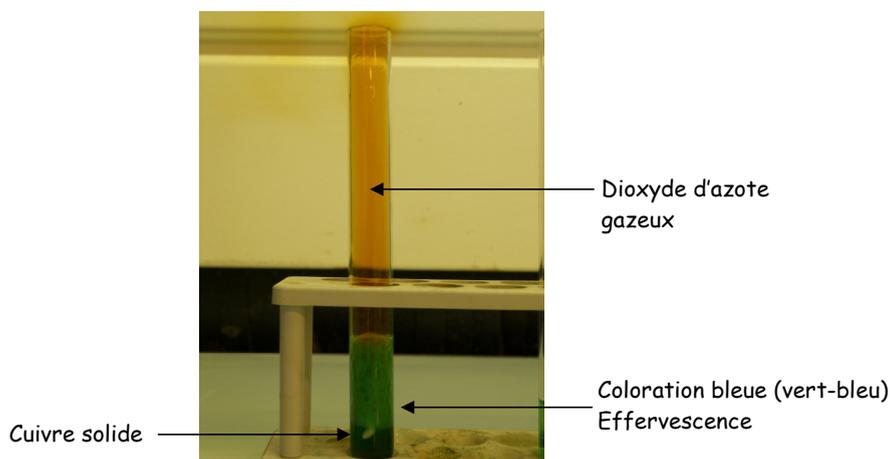
Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Suivre un protocole.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Notion d'élément chimique, Transformation chimique, Conservation des éléments.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Pratiquer une démarche expérimentale pour vérifier la conservation des éléments au cours d'une réaction chimique.	A B C D
Valider : Exploiter et interpréter des observations.	A B C D

Objectifs

- Notion d'élément chimique. Atome, ion.
- Conservation du nombre et de la nature des éléments chimiques au cours d'une réaction chimique.

I. Action de l'acide nitrique HNO_3 sur le métal cuivre Cu



- Dans un tube à essais, placer un morceau de tournure de cuivre (2 cm).
- Ajouter 2 mL d'acide nitrique concentré (attention : lunettes obligatoires!).
- Adapter un bouchon au dessus du tube à essais.

1. Noter vos observations.

.....

.....

.....

.....

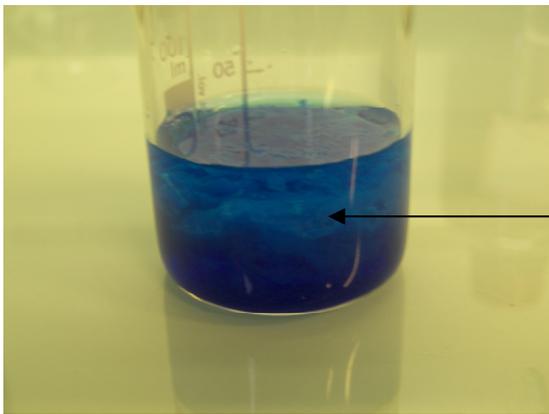
2. Quels sont les réactifs et les produits ?

.....
.....
.....

3. Ecrire symboliquement les équations des réactions successives ayant lieu (hors-programme).

.....
.....
.....

II. Action des ions hydroxyde HO^- sur les ions cuivre (II) Cu^{2+}



Précipité bleu
d'hydroxyde de cuivre

- Verser le contenu du tube à essai dans un bécher.
- Ajouter quelques mL de solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) concentré (attention : lunettes obligatoires!).

1. Noter vos observations.

.....
.....
.....

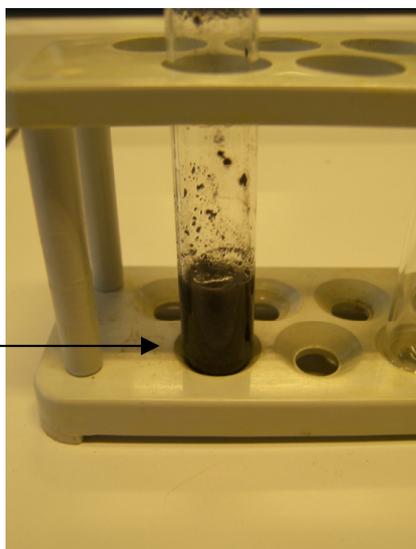
2. Quels sont les réactifs et les produits ?

.....
.....
.....

3. Ecrire symboliquement l'équation de la réaction.

.....
.....
.....

III. Chauffage de l'hydroxyde de cuivre $\text{Cu}(\text{OH})_2$



Oxyde de cuivre

- Récupérer une partie du précipité bleu par filtration et l'introduire dans un tube à essai (il peut y avoir encore un peu de la solution précédente).
- Chauffer doucement au bec électrique, en évitant les projections.

1. Noter vos observations.

.....
.....
.....
.....

2. Quels sont les réactifs et les produits ?

.....
.....
.....
.....

3. Ecrire symboliquement l'équation de la réaction.

.....
.....
.....
.....

IV. Action de l'acide chlorhydrique HCl sur l'oxyde de cuivre CuO

Verser la quantité d'acide chlorhydrique ($\text{H}^+ + \text{Cl}^-$) concentré incolore (attention : lunettes obligatoires !) nécessaire dans le tube précédent jusqu'à disparition totale du solide noir.

1. Noter vos observations.

.....
.....
.....
.....

2. Quels sont les réactifs et les produits ?

.....
.....
.....
.....

3. Noter vos observations.

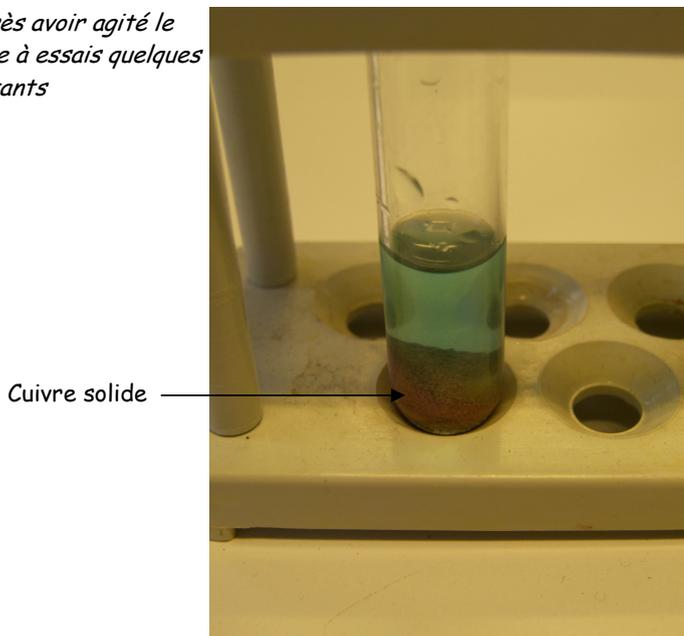
.....
.....
.....
.....

4. Ecrire symboliquement l'équation de la réaction.

.....
.....
.....
.....

V. Action du métal fer sur les ions cuivre (II) Cu^{2+}

Après avoir agité le tube à essais quelques instants



- Dans un tube à essais introduire un peu de poudre de fer.
- Ajouter à la poudre de fer 2 mL d'une solution de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$).
- Attendre quelques minutes et observer.

1. Noter vos observations.

.....
.....
.....
.....

2. Quels sont les réactifs et les produits ?

.....
.....
.....
.....

3. Ecrire symboliquement l'équation de la réaction.

.....
.....
.....
.....

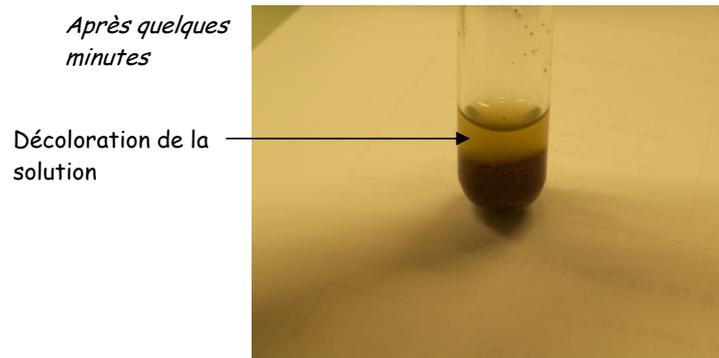
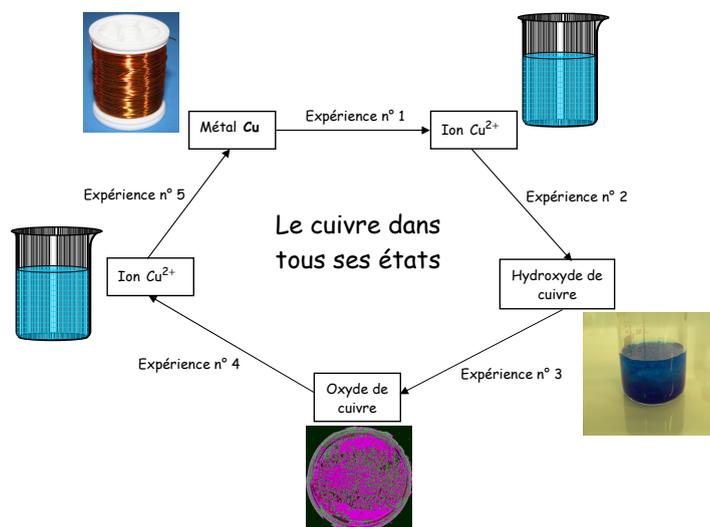


Diagramme récapitulatif des transformations de l'élément cuivre



Annexe : Quelques données sur le cuivre

Le nom cuivre vient du latin cuprum, le nom que les romains donnaient à l'île de Chypre.

Masse volumique : $\rho = 8,96 \text{ g.cm}^{-3}$

Température de fusion : $1\,356 \text{ }^\circ\text{C}$

Température d'ébullition : $2\,868 \text{ }^\circ\text{C}$

Le cuivre est un bon conducteur de chaleur et d'électricité

Présence dans le corps humain (70 kg) : 0,072 g

En septembre 2019, le cours du cuivre s'établit à 5 789 dollars la tonne.

———— Fin ————



Les molécules et leur représentation

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Réaliser un dispositif expérimental, Faire un calcul, Représentation graphique.	A B C D
Connaître : Molécules. Modèle de Lewis de liaison de valence, schéma de Lewis, doublets liants et non-liants.	A B C D
Réaliser : Décrire et exploiter le schéma de Lewis d'une molécule pour justifier sa stabilisation par rapport aux atomes isolés ($Z < 18$).	A B C D
Valider : Extraire des informations, des données expérimentales et les exploiter.	A B C D

Contexte Qu'est-ce qu'une molécule ?

Une molécule est un édifice électriquement neutre constitué d'atomes reliés entre eux par des liaisons covalentes. On se propose, ici, d'étudier les différentes représentations des molécules

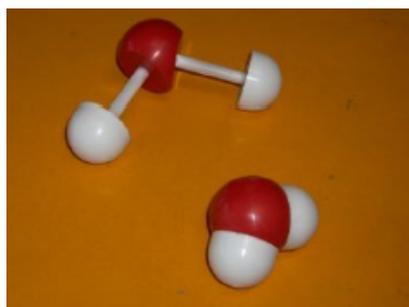
I. Représentation des molécules

I.1. Représentation des molécules avec les modèles moléculaires

Les modèles moléculaires sont des coffrets de boules et de bâtons permettant de construire symboliquement des molécules en respectant les règles de leur formation. Des boules de couleur en plastique sont utilisées pour représenter les atomes.

Elles ont des nombres de trous différents qui correspondent au nombre de liaisons peut avoir chaque atome.

Avec le **modèle éclaté**, on visualise les liaisons entre les atomes ainsi que la géométrie de la molécule. Chaque atome est représenté par une sphère (une boule). Les sphères sont liées les unes aux autres par des tiges représentant les doublets de liaisons (les doublets liants) ou les liaisons covalentes. La longueur des tiges est proportionnelle à la distance entre les noyaux des atomes liés entre eux.

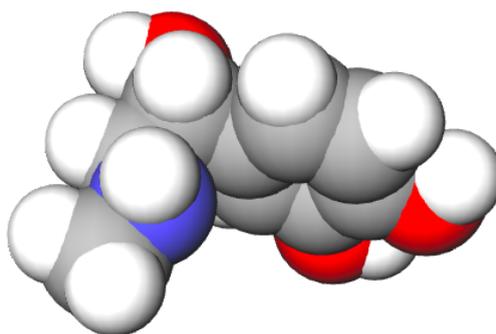


Le **modèle compact** donne une idée plus proche de ce qu'est réellement la molécule - mais devient difficilement interprétable lorsque le nombre d'atomes est important.

Dans les deux cas, un code de couleurs permet de symboliser les atomes considérés.

carbone C	oxygène O	hydrogène H	chlore Cl	soufre S	azote N
Z = 6	Z = 8	Z = 1	Z = 17	Z = 16	Z = 7

Exemple : Modèle compact de l'adrénaline



1.2. Représentation des molécules avec des formules

1.2.a). Formule brute

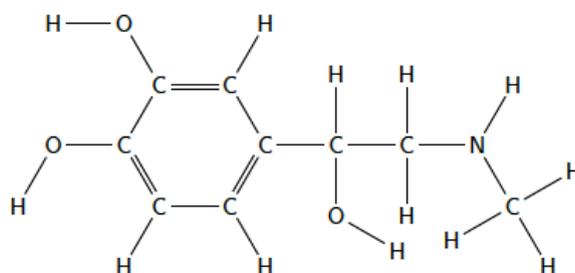
La formule brute, donne uniquement la nature et le nombre d'atome de chaque espèce présents dans la, sans préciser l'enchaînement des atomes

Exemple : Formule brute de l'adrénaline $C_9H_{13}NO_3$

1.2.b). Formule développée

La formule développée fait apparaître toutes les liaisons entre les atomes au sein de la molécule. Les liaisons sont représentées par des traits joignant les symboles des atomes liés. Elle permet de montrer l'enchaînement des atomes dans la molécule.

Exemple : Formule développée de l'adrénaline



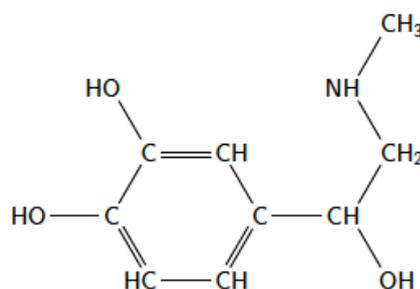
I.2.c). Formule semi-développée

La formule semi-développée se déduit de la formule développée dans laquelle les liaisons impliquant les atomes d'hydrogène n'apparaissent pas

Les atomes d'hydrogène n'établissant qu'une seule liaison, on place simplement le symbole H de l'atome d'hydrogène à côté de l'atome auquel ils sont liés en indiquant leur nombre en indice.

Toutes les liaisons n'impliquant pas l'atome d'hydrogène doivent clairement apparaître. (sauf s'il n'y a pas de doute sur la manière dont les atomes impliqués sont liés voir formule semi-développée simplifiée)

Exemple : Formule semi-développée de l'adrénaline

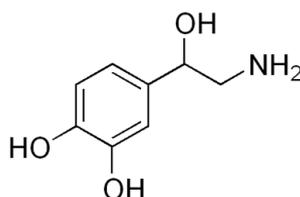


I.2.d). Formule topologique

Une formule topologique fait abstraction de la représentation des atomes d'hydrogène et de carbone pour ne montrer que la structure du squelette de la molécule.

- Les atomes d'hydrogène liés à des atomes de carbone ne sont pas représentés
- Les atomes d'hydrogène liés à d'autres atomes que le carbone (hétéroatome) apparaissent explicitement à côté de l'atome auquel ils sont liés avec, leur nombre en indice
- Les liaisons entre atomes de carbone sont représentés par des segments (liaison simple un trait, double deux traits et triple trois traits)
atomes de carbone placés aux extrémités ne sont pas représentés non plus

Exemple : Formule topologique de l'adrénaline



I.2.e). Formule de Lewis

Dans la formule de Lewis d'une molécule, toutes les liaisons covalentes et tous les doublets non liants sont représentés. Les liaisons covalentes sont représentées par des traits entre les atomes qui sont liés entre eux et les doublets non liants sont représentés par des petits traits placés à côté des atomes qui les portent. Les atomes s'entourent d'un ou de quatre doublets d'électrons en fonction du nombre d'électrons présents sur la couche externe des électrons appelé couche de valence. Le nombre de liaisons covalentes et le nombre de doublets non liants d'un atome sont propres à cet atome.

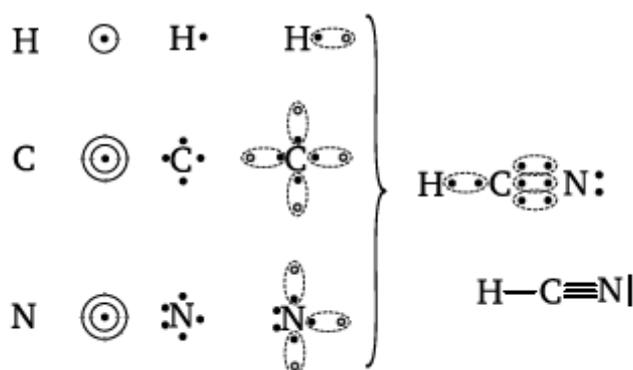
Représentation de Lewis des principaux atomes à connaître :

	→ colonnes ↓ périodes	1	2	13	14	15	16	17	18
		1	2	3	4	5	6	7	8
K	1	H •							He
L	2	Li •	Be ••	B ••	C •• ••	N •• ••	O •• •• ••	F •• ••	Ne •• •• ••
M	3	Na •	Mg ••	Al ••	Si •• ••	P •• ••	S •• •• ••	Cl •• ••	Ar •• •• ••
N	4	K •	Ca ••						

Méthode pour trouver la structure de Lewis d'une molécule :

- Ecrire le nom et la formule brute de la molécule.
- Ecrire la configuration électronique de chaque atome.
- Trouver le nombre d'électrons de la couche externe de chaque atome.
- En déduire le nombre de liaison(s) covalente(s) que doit établir chaque atome pour acquérir une structure en octet ou en duet.
- Trouver le nombre d'électrons de la couche externe de chaque atome engagé dans une liaison covalente.
- En déduire le nombre d'électrons engagés dans des doublets non liant. Le nombre de doublet non liant sera la moitié de ce nombre d'électron...
- Donner la représentation de Lewis de la molécule

Formation de liaisons covalentes dans l'acide cyanhydrique HCN :

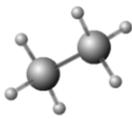
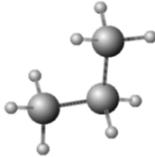
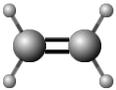
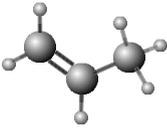
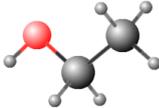
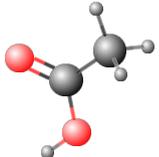
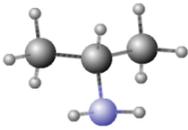
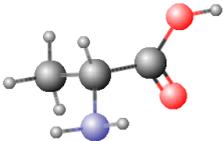


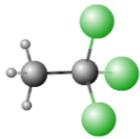
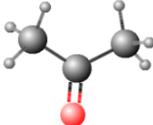
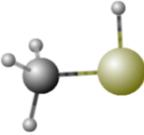
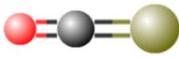
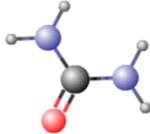
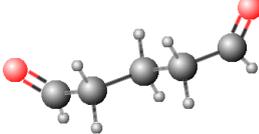
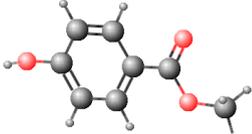
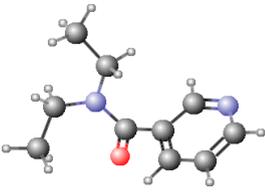
I.3. Exercices

1. Compléter le tableau suivant :

Nom de l'espèce chimique	Formule brute	Modèle moléculaire	Formule développée plane de la molécule
Dihydrogène			
Dichlore			
Dioxygène			
Diazote			
Chlorure d'hydrogène			
Eau			
Méthane			
Ammoniac			
Dioxyde de carbone			

2. Compléter le tableau suivant :

<i>Modèle moléculaire</i>	<i>Formule brute</i>	<i>Formule développée</i>	<i>Formule semi-développée</i>
			
			
			
			
			
			
			
			

<i>Modèle moléculaire</i>	<i>Formule brute</i>	<i>Formule développée</i>	<i>Formule semi-développée</i>
			
			
			
			
			
			
			
			

Donner la représentation de Lewis des molécules suivantes

- L'éthane : C_2H_6
- Le propane : C_3H_8
- Le méthanol : CH_4O
- Le méthanal : CH_2O
- L'acide méthanoïque : $HCOOH$
- L'acide éthanoïque : CH_3COOH
- L'acide cyanhydrique HCN
- 3. — L'éthylène : C_2H_4
- Le propylène : C_3H_6
- Le formamide : $HCONH_2$
- L'éthyne : C_2H_2
- Le propyne : C_3H_4
- Le perchloréthylène C_2Cl_4
- Le chlorure de carbonyle ou phosgène : $COCl_2$
- Le chlorure de vinyle : C_2H_3Cl
- Le méthylamine : CH_3NH_2

II. Isomérisation

1. Donner les formules semi-développées de trois isomères de formule brute C_5H_{12} .

2. Donner les formules semi-développées de sept isomères de formule brute $C_4H_{10}O$.

III. Groupes caractéristiques

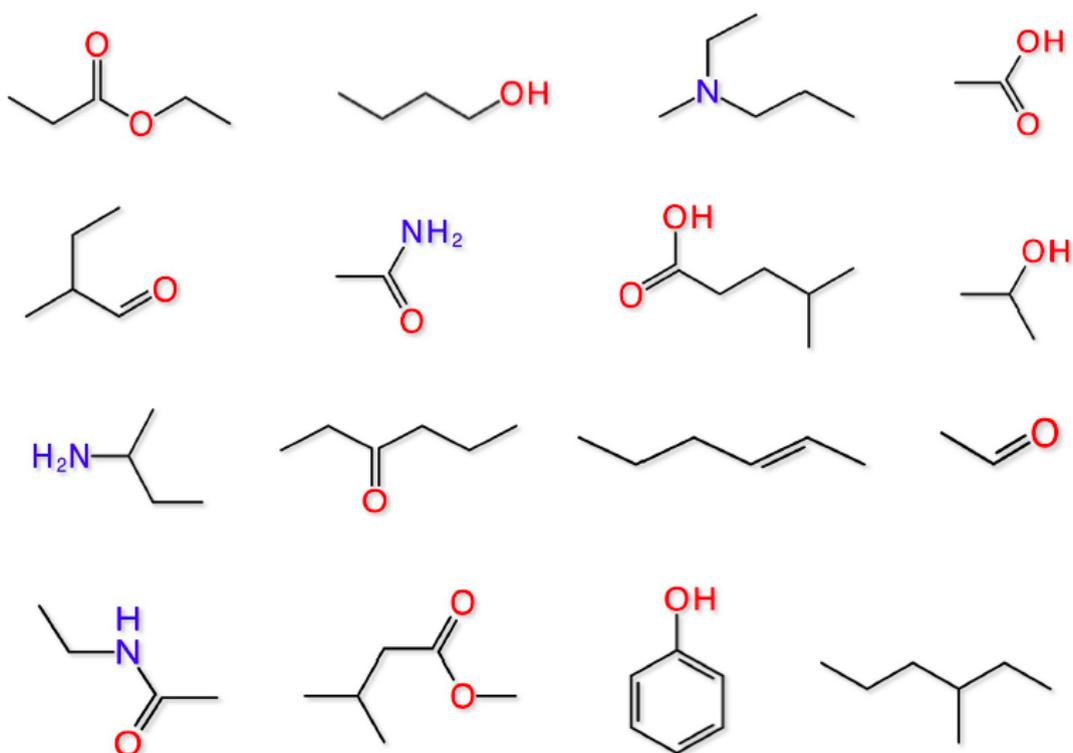
Pour terminer cette partie consacrée aux molécules, il convient également d'aborder la notion de groupes caractéristiques. Ces groupes caractéristiques, présents dans les molécules, sont des groupes d'atomes qui confèrent à la molécule des propriétés spécifiques, et plus particulièrement leur réactivité chimique.

Pour repérer un groupe caractéristique, il faut rappeler ce qu'est une molécule organique. Il s'agit de molécules constituées essentiellement d'atomes de carbone et d'hydrogène; autrement dit, tout ce qui n'en ait pas, est un groupe caractéristique.

Connaître tous les groupes caractéristiques possibles n'est pas envisageable. Toutefois, savoir les repérer dans une formule développée ou semi-développée est une tâche aisée. On peut, à l'aide d'une table, en identifier certains en repérant les correspondances :

Nom	Formule	Nom	Formule
Hydroxyle		Ester	
Carbonyle		Amine	
Carboxyle		Amide	

Entourer et nommer les groupes caractéristiques de ces molécules en formule topologique.



— Fin —



La quantité de matière

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Suivre et proposer des protocoles.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Calculer la masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques, Déterminer une quantité de matière connaissant la masse d'un solide.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Prélever une quantité de matière d'une espèce chimique donnée.	A B C D
Valider : Exploiter et interpréter des observations.	A B C D

Contexte Cette activité va consister d'abord en une démarche d'investigation sur le dénombrement de quantités importantes d'entités (riz puis atomes). Vous allez imaginer un protocole permettant de dénombrer un nombre important de grains de riz. Cette méthode sera ensuite réutilisée pour dénombrer cette fois-ci un nombre important d'atomes de carbone ^{12}C contenus dans une gélule de charbon activé (médicament contre les indigestions). Vous serez amené alors à utiliser cette notion dans d'autres situations.

I. Comment dénombrer des grains de riz ?



Chacun des binômes possède devant lui sur sa paillasse du matériel de chimie :

- éprouvette
- spatule
- béchers
- balances de précision
- du riz.

1. Proposer une méthode **rapide** permettant de répondre à cette question en utilisant le matériel qui vous semble nécessaire.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Rédiger le protocole correspondant.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Mettre en œuvre celui-ci après accord du professeur. Rédiger le ou les calculs nécessaires.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Le nombre de grains de riz est donc de :

$N =$

5. Le résultat vous semble t-il cohérent ?

.....
.....

Conclusion :

Une méthode simple pour dénombrer rapidement une quantité importante d'entités est de calculer le de la de des entités sur la d'uneentité.

II. Nombre d'atomes de ^{12}C dans une gélule de charbon activé

Le charbon activé est un médicament utilisé pour le traitement des digestions difficiles. Ces gélules ne contiennent que du charbon et donc uniquement du carbone. Le carbone est le **principe actif** du charbon activé. Le principe de cette partie va être de dénombrer le nombre d'atomes de carbone contenus dans une gélule de charbon activé en utilisant la même méthode utilisée avec les grains de riz. Connaissant la masse du contenu en charbon d'une gélule et la masse d'un atome ^{12}C , vous allez remonter au nombre d'atomes de ^{12}C (on supposera que le charbon est constitué uniquement de carbone ^{12}C).

1. Calculer la masse d'un atome de carbone ^{12}C . (donnée : $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

.....
.....
.....
.....
.....

2. Mesurer la masse de charbon contenu dans une gélule :

$m(\text{charbon}) = \dots\dots\dots$

3. En déduire le nombre N d'atomes de carbone ^{12}C dans une gélule de charbon activé.

.....
.....
.....
.....
.....

Vous constatez que le nombre d'atomes de ^{12}C contenus dans une gélule est extrêmement important. S'il fallait 1 seconde pour compter 1 atome de carbone, combien de temps faudrait-il pour tous les compter ? Exprimer cette durée en heures.

- 4.



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

III. Conversion en quantité de matière de ^{12}C

Le nombre d'atomes étant important, il serait plus judicieux d'exprimer cette quantité en moles.

1. La constante d'Avogadro N_A correspond au nombre d'atomes de ^{12}C dans 12 g de charbon, la retrouver.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Sachant que par définition N_A correspond au **nombre d'entités contenues dans une mole**, quel est le "nombre de moles" de ^{12}C contenues dans une gélule de charbon activé ? Remarquer qu'il est plus judicieux d'exprimer une telle quantité d'atomes en moles.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Félicitations, vous venez de déterminer expérimentalement la **quantité de matière** $n(^{12}\text{C})$ de carbone contenue dans une gélule de charbon activé.

Document n° 1 : Définition actuelle de la mole

La mole est la quantité de matière d'un système contenant exactement $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ entités élémentaires (atomes, ions, molécules...). N_A s'appelle la constante d'Avogadro.

Source : Bureau International des Poids et Mesures, Résolutions adoptées - 26e CGPM, 16 novembre 2018

Document n° 2 : Calculs de quantité de matière

Il est courant de dénombrer des objets en quantités importantes, par paquets plutôt que par unités. C'est le cas en chimie où les nombres d'atomes (molécules, ions...) sont importants. Les grands nombres n'étant pas évident à utiliser, il est nécessaire de les compter par moles. C'est la **quantité de matière** notée n (unité : mol). Nous rappelons les relations qui relient la quantité de matière n à N (nombre d'atomes, molécules, ions...), N_A (nombre d'Avogadro) ou encore m (masse de l'échantillon) :

$$n = \frac{N}{N_A}$$

n : Quantité de matière (mol)

N : Nombre d'entités (atomes, molécules, ions...)

N_A : Constante d'Avogadro (mol^{-1})

Pour une masse m d'un composé chimique, la quantité de matière s'écrit :

$$n = \frac{m}{M}$$

m : Masse de l'échantillon (g)

M : Masse molaire ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

La **masse molaire** est la masse d'une mole d'une substance (un corps simple, un composé chimique). Elle s'exprime en grammes par mole ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ou g/mol).

La masse molaire d'un composé moléculaire se calcule en additionnant les masses molaires de tous les éléments qui constituent ses molécules partie en les multipliant par les coefficients de la formule brute de ce composé, auxquelles il faut retirer l'énergie des liaisons interatomiques.

Exemple : L'eau a pour formule brute H_2O , soit $M_{\text{eau}} = 2 \times M_H + M_O = 2 \times 1 + 16 = 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

IV. Notion de masse molaire

Un atome, une molécule, c'est quelque chose de microscopique. En prenant une grande quantité d'atomes, une mole, on obtient un ensemble mesurable d'un point de vue macroscopique. Nous pouvons peser, par exemple, la masse d'une mole de sel de cuisine (NaCl) avec une simple balance alors qu'on ne peut pas peser la masse d'une molécule de NaCl .



Après avoir pesé chacun des échantillons contenant une mole de l'espèce chimique considéré, on remplit le tableau suivant. En déduire la masse molaire de la substance correspondante.

Composé chimique	Cuivre	Fer	Zinc	Aluminium	Eau	KIO ₃
Masse d'une mole de ce composé	59 g	56 g	65 g	27 g	18 g	214 g
Masse molaire de ce composé						

.....

.....

.....

.....

.....

.....

En cherchant la masse molaire du potassium, de l'iode et de l'oxygène dans le tableau périodique des éléments de Mendeleiev, justifier qu'une mole de KIO₃ pèse 214 g.

.....

.....

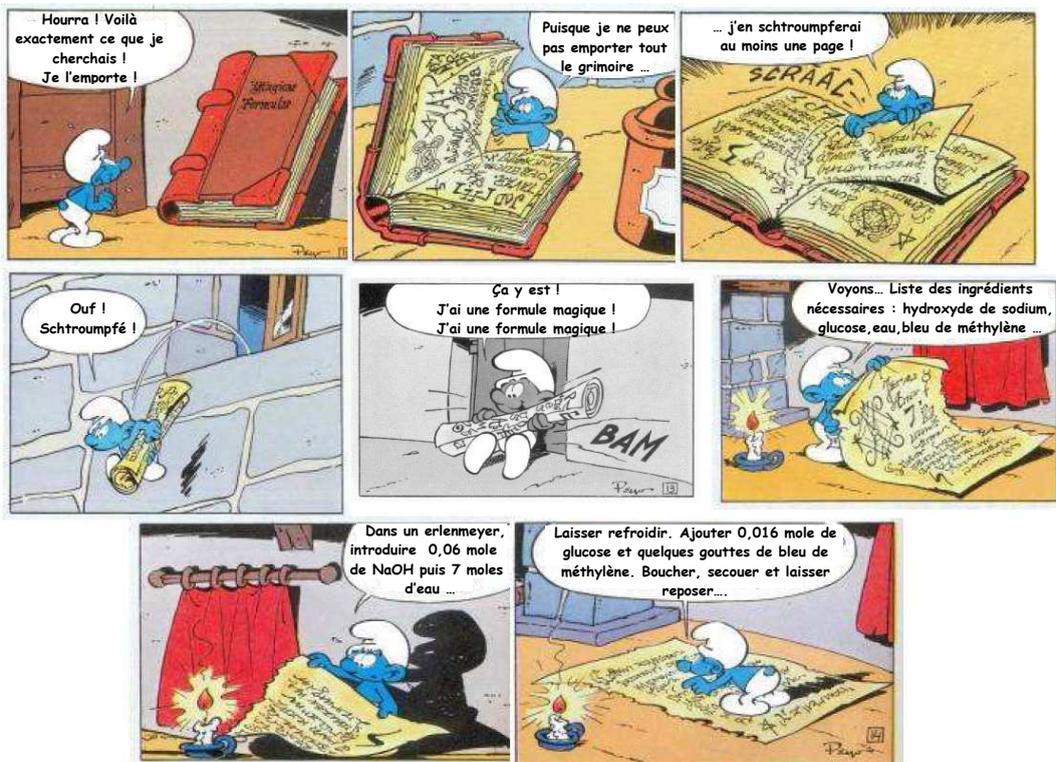
.....

.....

.....

V. Le liquide magique...

Vous devez aider schtroumpf curieux à réaliser la recette du liquide magique.





Notion de réactif limitant au cours d'une transformation chimique

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Suivre un protocole. Calculer.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Ecriture symbolique d'une réaction chimique. Espèce spectatrice. stoechiométrie. Réactif limitant.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Suivre un protocole.	A B C D
Valider : Extraire des informations, des données expérimentales et les exploiter.	A B C D

Contexte On se propose d'étudier l'influence de la quantité de chaque réactif sur la composition finale du système. La réaction étudiée est celle entre les ions cuivre II Cu^{2+} et les ions hydroxyde HO^- .

I. Réalisation expérimentale

I.1. Protocole expérimental

- A l'aide d'une éprouvette graduée, prélever un volume de $V_1 = 50 \text{ mL}$ d'une solution de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de concentration $c_1 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ et le verser dans un bécher.
- En fonction du n° du groupe d'élèves, ajouter dans le bécher un volume V_2 (voir tableau ci-dessous) d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $c_2 = 2,0 \text{ mol.L}^{-1}$ contenue dans une burette graduée.
- Agiter quelques secondes avec un agitateur de verre et laisser reposer (« décanter »)

GROUPE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_2 \text{ (mL)}$	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0

I.2. Questions

1. Quelle est la couleur de chacune des solutions à l'état initial ?

.....
.....
.....

2. Ecrire et équilibrer l'équation chimique de la réaction étudiée, sachant qu'il se forme de l'hydroxyde de cuivre II, précipité de couleur bleue de formule chimique $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Quels sont les deux ions "spectateurs" ? (présents mais qui ne participent pas à la transformation chimique) ?

.....
.....
.....

3. Observer et comparer les neuf systèmes dans leur état final.



.....
.....
.....
.....
.....
.....

II. Analyse des résultats expérimentaux

II.1. Protocole expérimental

- Filtrer le contenu de chaque bécher. Observer la couleur du filtrat et compléter la ligne « Couleur du filtrat ». Introduire quelques mL de chaque filtrat dans deux tubes-à-essais.
- Dans le premier tube verser quelques gouttes de solution d'hydroxyde de sodium (soude) Noter les observations dans la ligne « test à la soude » en notant + s'il y a précipitation et - dans le cas contraire.
- Dans le deuxième tube verser quelques gouttes de solution de sulfate de cuivre II. Noter les observations dans la ligne suivante du tableau comme ci-dessus.

4. Pourquoi la quantité de précipité augmente-t-elle pour les groupes 1 à 5 ?

.....

5. Pourquoi n'augmente-t-elle plus pour les groupes 5 à 9 ?

.....

6. Pour quel groupe les quantités de réactifs introduites à l'état initial respectent-elles les proportions données par l'équation chimique de la réaction ? Quelle relation peut-on écrire alors entre $n(\text{Cu}^{2+})_i$ et $n(\text{HO}^-)_i$

.....

7. Compléter la dernière ligne du tableau en indiquant la quantité $n(\text{Cu}(\text{OH})_2)_f$ d'hydroxyde de cuivre formé.

.....

GROUPE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V_2 (mL)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
Couleur du filtrat									
Test soude									
Test sulfate de Cu									
Réactif limitant									
$n(\text{Cu}^{2+})_i$ (mmol)									
$n(\text{OH}^-)_i$ (mmol)									
$n(\text{Cu}(\text{OH})_2)_f$ (mmol)									

— Fin —



Synthèse d'un arôme de la lavande

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences

Réaliser : Suivre un protocole de synthèse en respectant les consignes de sécurité et de protection de l'environnement. Réaliser la synthèse d'une espèce chimique mettant en jeu les techniques de chauffage à reflux et de séparation.

Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Montage à reflux. Réaction chimique. CCM

Valider : Exploiter et interpréter des observations.

Niveau Validé

A B C D

A B C D

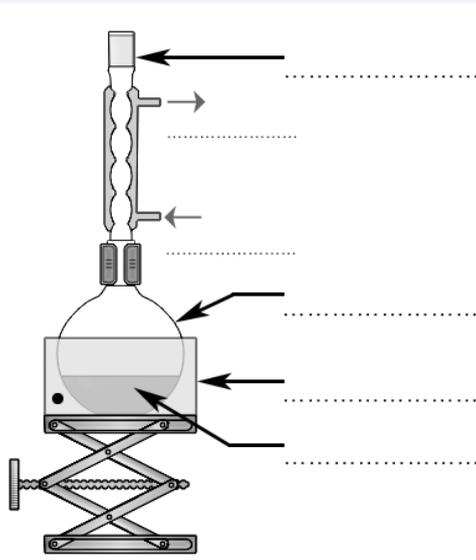
A B C D

Contexte L'odeur de lavande se rencontre dans divers parfums et produits d'usage courant. L'huile essentielle extraite de la lavande ne représente que 10 % de l'acétate de linalyle utilisé dans l'industrie.

Pour fournir les fabricants de lessive et les producteurs de substances odorantes en acétate de linalyle, l'industrie chimique réalise la synthèse de cette espèce.

I. Documents

Document n° 1 : Montage à reflux à légénder



Document n° 2 : Données

Substances chimiques	Phrases danger et prudence et pictogramme	Masse Molaire, données
Linalol $C_{10}H_{18}O$		$M = 154,2 \text{ g.mol}^{-1}$ $T_{\text{fus}} = < 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{éb}} = 198 \text{ à } 200^{\circ}\text{C}$ $d = 0,87$
Anhydride acétique $(CH_3CO)_2O$	 R 10-20/22-34 S 26-36/37/39-45	$M = 102,1 \text{ g.mol}^{-1}$ $T_{\text{éb}} = 139,5^{\circ}\text{C}$ $d = 1,08$
Acide acétique CH_3COOH	  R 10-35 ; H 226-314 S 23-26-45	$M = 60,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $T_{\text{éb}} = 117,9^{\circ}\text{C}$ $d = 1,05$
Acétate de linalyle $CH_3COOC_{10}H_{17}$		$M = 196,3 \text{ g.mol}^{-1}$ $T_{\text{éb}} = 220^{\circ}\text{C}$ $d = 0,89$

II. Expériences**II.1. Synthèse****Protocole :**

- A l'aide d'une éprouvette de 50 mL, mesurer un volume de 10 mL de linalol.
- Dans un ballon de 250 mL, introduire 14 mL d'anhydride acétique puis les 10 mL de linalol.
- Ajouter 4 ou 5 grains de pierre ponce.
- Porter le mélange à ébullition douce. Ne pas oublier de faire circuler l'eau froide dans le réfrigérant.
- On pratique ainsi un chauffage à reflux pendant environ 40 minutes. Arrêter alors le chauffage, isoler le ballon du chauffe ballon et laisser refroidir.
- Lorsque la synthèse est terminée, il faut séparer et purifier le produit pour éliminer l'anhydride acétique qui n'aurait pas complètement réagi avec le linalol. On ajoute de l'eau, l'anhydride acétique restant se transforme alors en acide acétique.

II.2. Extraction

Principe : il s'agit d'éliminer l'acide acétique qui resterait en le faisant réagir avec de l'hydrogencarbonate de sodium. Il se forme du dioxyde de carbone et un autre produit très soluble dans l'eau.

	Linalol	Anhydride acétique	Acétate de linalyle	Acide acétique
Densité	0,87	1,08	0,89	1,18
Température d'ébullition	119 °C	139,5 °C	220 °C	85 °C
Solubilité dans l'eau	Assez faible	Très bonne	Très faible	Très bonne

Protocole :

- Verser le contenu du ballon dans une ampoule à décanter. L'ajout d'eau élimine les traces d'anhydride acétique restantes dans le mélange.
- Attendez que le dégagement gazeux soit fini avant de boucher l'ampoule à décanter.
- Agiter doucement en prenant soin de dégazer souvent. Procéder avec précaution, le dégagement gazeux peut être important.
- Poursuivre l'extraction jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de dégagement gazeux puis laisser décanter.

II.3. Purification

Malgré la séparation précédente, l'acétate de linalyle isolé dans le becher contient encore des traces d'acide acétique (odeur de vinaigre). Pour le purifier vous allez suivre le protocole ci-dessous.

Protocole :

- Introduire 20 mL d'une solution d'hydrogénocarbonate de sodium. Il se produit un dégagement gazeux de dioxyde de carbone pendant plusieurs minutes et il se forme de l'acétate de sodium soluble dans l'eau.
- Evacuer la phase aqueuse : la phase organique restante est alors "lavée" : elle ne contient plus d'acide acétique.
- Introduire le contenu du becher dans l'ampoule à décanter et suivre le mode d'utilisation de l'ampoule à décanter de manière à isoler l'acétate de linalyle dans un becher

II.4. Identification de l'espèce chimique synthétisée

Après l'extraction du produit, il faut le caractériser grâce à ses propriétés physiques :

- Sa température de fusion ou d'ébullition.
- Sa solubilité.
- Sa densité ou sa masse volumique.

Une chromatographie sur couche mince peut être réalisée pour vérifier d'une part si le produit obtenu est celui désiré (ceci se fait par comparaison avec le même produit de référence) et d'autre part pour vérifier la pureté du produit obtenu.

Protocole :

- Mesurer 5 mL de l'éluant (50 % éther + 50 % cyclohexane) dans l'éprouvette graduée sous la hôte et placer les dans le bécher. Plonger la plaque CCM dans l'éluant et couvrir.
- Retirer la plaque lorsque l'éluant arrive à 0,5 cm du haut environ.
- Repérer rapidement, au crayon, la ligne de front du solvant : le solvant est très volatil, il s'évapore rapidement !!
- Poser le chromatogramme et le laisser sécher quelques minutes.
- Révéler le chromatogramme avec le permanganate de potassium. Laisser sécher. Reproduire sur votre cahier la plaque CCM (ou la coller), le chromatogramme obtenu et noter les significations des dépôts.

III. Questions

1. À quoi cela sert-il de chauffer à reflux ? Légénder le schéma du montage à reflux du document n°1.

.....
.....
.....

2. À quoi sert le réfrigérant adapté sur le ballon ?

.....
.....
.....

3. Quels sont les réactifs de la synthèse de l'acétate de linalyle ?

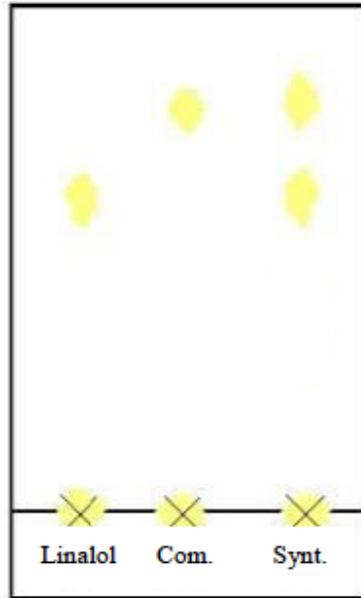
.....
.....
.....

4. Écrire l'équation de la réaction.

.....
.....
.....
.....

5. Le mélange obtenu est versé dans une ampoule à décanter. On ajoute de l'eau salée. Représenter alors l'ampoule à décanter avec les différentes phases présentes.

6. Voici le chromatogramme obtenu après élution en ayant réalisé un dépôt du produit synthétisé et un dépôt d'acétate linalyle du commerce. Conclure sur la nature et la pureté du produit synthétisé.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

— Fin —



Notion de vecteur vitesse

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Réaliser ou exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système en mouvement et représenter des vecteurs vitesse.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Vecteur vitesse.	A B C D
Valider : Exploiter et interpréter des schémas et des graphiques.	A B C D

Contexte On s'intéresse à la description de différents mouvements d'un objet assimilé à un point matériel et la représentation des vecteurs vitesse le long de leurs trajectoires.

I. Tracé de vecteurs vitesse sur des enregistrements

I.1. Mouvement rectiligne

On photographie la chute d'une bille toutes les 0,1 s. La bille est assimilée à un point. On obtient sur la photographie une série de points.

On mesure :

$$M_1M_2 = 0,30 \text{ cm}$$

$$M_2M_3 = 1,20 \text{ cm}$$

$$M_3M_4 = 2,10 \text{ cm}$$

$$M_4M_5 = 3,10 \text{ cm}$$

$$M_5M_6 = 4,00 \text{ cm}$$

La durée entre chaque point est de 0,1 s.

$M_1 \bullet t_1$
 $M_2 \bullet t_2$

$M_3 \bullet t_3$

$M_4 \bullet t_4$

$M_5 \bullet t_5$

échelle 5 cm

1 point tout les 0.1 seconde

$M_6 \bullet t_6$

1. Quelle est la vitesse moyenne de la bille sur le parcours correspondant à M_1M_6 ?

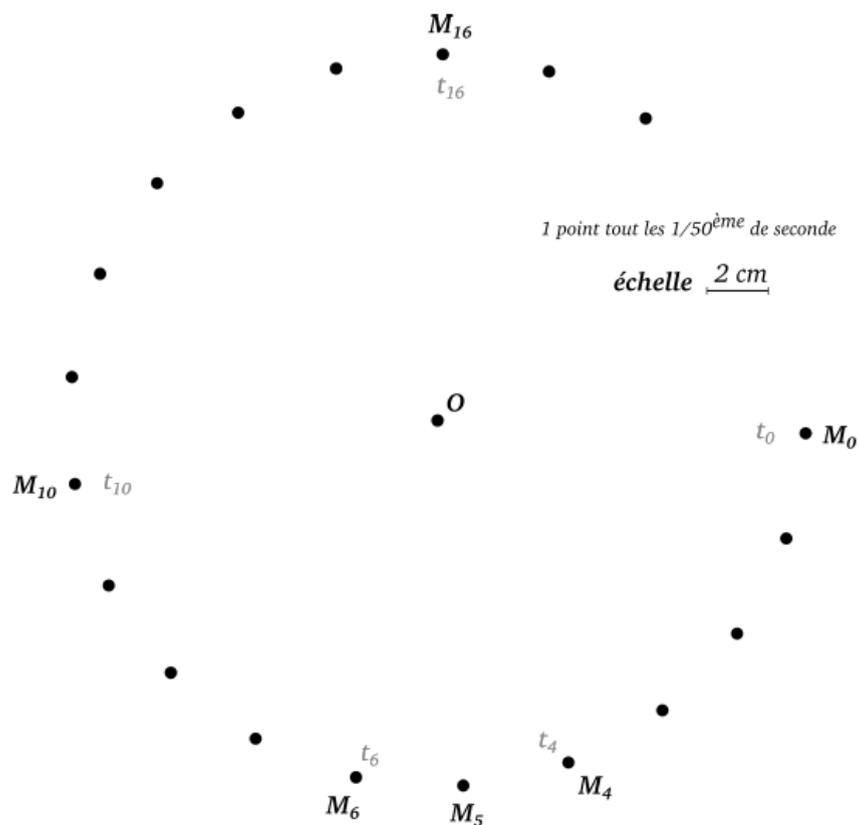
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Déterminer les vecteurs vitesse de la bille aux instants t_2, t_3, t_4 et t_5 . Représentez ces vecteurs vitesse.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

I.2. Mouvement circulaire

On a représenté sur la figure ci-dessous l'enregistrement obtenu en lançant sur une table horizontale un mobile autoporteur retenu par un fil à un support fixe. L'enregistrement a lieu tous les $1/50$ seconde.



1. Déterminer les vecteurs vitesse aux instants t_4 et t_{10}

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Que peut-on dire du mouvement ?

.....

.....

.....

.....

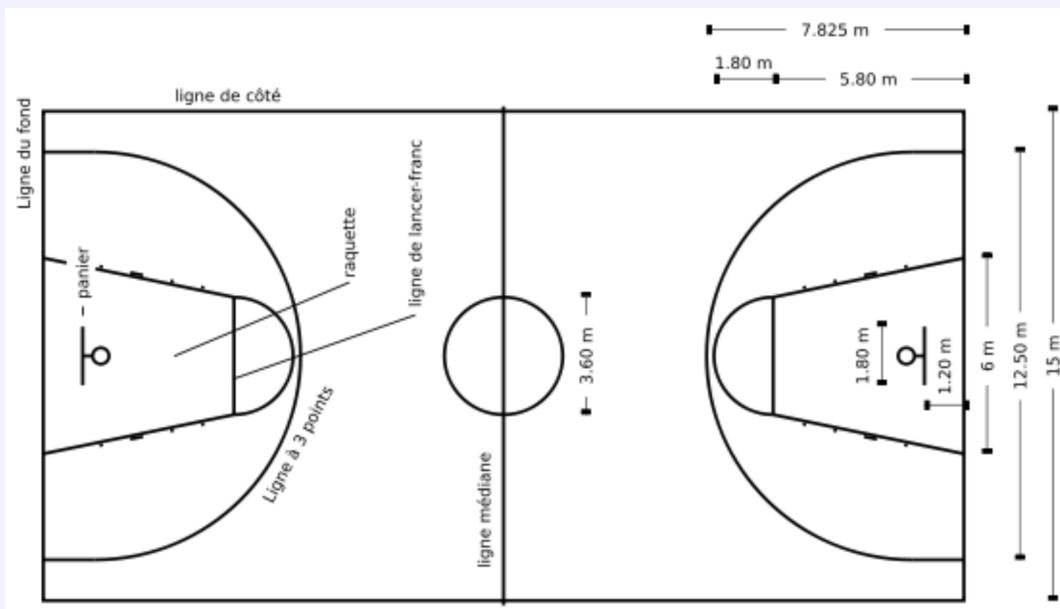
II. Tracer des vecteurs vitesse à partir d'une vidéo

II.1. Documents

Document n° 1 : Extrait de la vidéo d'un lancer franc au basketball



Document n° 2 : Dimensions d'un terrain de basketball



II.2. Pointage vidéo

Nous allons utiliser le logiciel Avimeca pour faire un pointage vidéo de la trajectoire d'un objet, c'est à-dire récupérer les coordonnées $x(t)$ et $y(t)$ de sa trajectoire en fonction du temps.

Voici comment faire :

1. Ouvrir le logiciel Avimeca.
2. Charger le clip désiré dans le répertoire physique.
3. Modifier la taille pour l'agrandir au format de la fenêtre (utiliser adapter).

4. Onglet **Etalonnage** : étalonner les longueurs (origine et échelle verticale).
5. Onglet **Mesures** : vérifier les paramètres en bas :
6. Pointer soigneusement les positions successives du centre d'inertie de la balle. Le tableau des mesures (coordonnées x et y du centre d'inertie par rapport au repère choisi) apparaît à droite de l'écran.
7. Enregistrer le tableau de valeurs sous le format Régressi.rw3.

II.3. Questions

1. Tracer le graphe $y = f(x)$.
2. Tracer les vecteurs vitesse sur la courbe représentant la trajectoire et décrire son évolution au cours du temps.

.....

III. Tracer des vecteurs vitesse avec Python

Voici un programme à compléter dont l'objectif est de tracer les vecteurs vitesses en chaque point d'une trajectoire parabolique.

```

1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 x=[0.00,0.12,0.26,0.38,0.50,0.64,0.76,0.88,1.01,1.13,1.26,1.39,1.52,1.64,1.78,1.89,2.02,2.15,2.28]
5 y=[0.00,0.20,0.35,0.50,0.63,0.72,0.79,0.84,0.87,0.87,0.85,0.80,0.72,0.64,0.53,0.38,0.22,0.03,-0.19]
6 t=np.linspace(0,0.9,19) # associe des valeurs de tps de 0s à 0,90s 19 valeurs
7
8 x=np.array(x)
9 y=np.array(y)
10 dt=0.05
11
12 plt.plot(x,y,'go')
13 plt.legend()
14 plt.ylabel("y (m)")
15 plt.xlabel("x (m)")
16 plt.show()
17
18 vx=[]
19 for i in range(1,len(x)-1):
20     dxdt=
21     vx.append(dxdt)
22
23 vy=[]
24 for i in range(1,len(y)-1):
25     dydt=
26     vy.append(dydt)
27
28 plt.plot(x,y,'go')
29
30 plt.legend()
31 plt.ylabel("y (m)")
32 plt.xlabel("x (m)")
33
34 for j in range(2,len(vx)-1):
35     plt.arrow(x[j],y[j],vx[j-1]/10,vy[j-1]/10,head_width=0.03)
36
37 plt.show()
38

```

1. Expliquer chaque partie du programme.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

On va approximer le vecteur vitesse en un point de la trajectoire comme étant la vitesse moyenne pour aller de ce point au point suivant sur la trajectoire pendant la durée Δt . On a vu en cours que si le point M_i a pour coordonnées (x_i, y_i) et que le point suivant M_{i+1} a pour coordonnées (x_{i+1}, y_{i+1}) alors on peut calculer les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{V}(V_x, V_y)$ par les formules

2.
$$V_x = \frac{x_{i+1} - x_i}{\Delta t}$$
$$V_y = \frac{y_{i+1} - y_i}{\Delta t}$$

Compléter le programme afin de calculer et représenter les vecteurs vitesses.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

— Fin —



La force gravitationnelle et le poids

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Reporter un point dans un tableau et une courbe, Effectuer des calculs.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Gravitation universelle, Pesanteur terrestre, Poids, Comparer le poids d'un même corps sur la Terre et sur la Lune.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Proposer un protocole, Effectuer des mesures avec précision.	A B C D
Valider : Vérifier les résultats obtenus, Valider une loi, Utiliser les symboles et les unités adéquats.	A B C D

Objectifs

- Connaître l'expression de la force de gravitation qui s'exerce entre deux corps
- Savoir que la pesanteur terrestre résulte de l'attraction terrestre
- Lien entre attraction gravitationnelle et poids
- Etude de la notion de poids P , de masse m et d'accélération de la pesanteur g

I. Effet d'une force sur un mouvement



1. Quel est le mouvement de la Lune par rapport à la Terre ?

.....

2. La force exercée par la Terre sur la Lune est-elle attractive ou répulsive ? Est-elle de contact ou à distance ?

.....

3. Pour simuler le mouvement de la Lune autour de la Terre, on filme un objet mobile pouvant tourner autour d'un point fixe en restant dans un plan horizontal. Un fil relie le point fixe et l'objet mobile. Que modélise l'objet mobile? Le point fixe?

.....
.....
.....
.....

4. Que modélise l'action exercée par le fil sur l'objet mobile? Cette action est-elle de contact ou à distance?

.....
.....
.....
.....

5. Décrire le mouvement de l'objet après que l'on ait coupé le fil.

.....
.....

6. Si la Terre disparaissait subitement, la Lune ne serait soumise à aucune action. D'après vous, quel serait alors le mouvement de la Lune?

.....
.....
.....
.....

II. Force gravitationnelle

II.1. La loi d'attraction Universelle

Document n° 1 : Montage à reflux à légénder



En 1687, Isaac Newton a écrit : « L'action qui retient la Lune dans orbite est dirigée vers le centre de la Terre. Sa valeur est proportionnelle à la masse que chaque corps contient. Elle est inversement

proportionnelle au carré de la distance entre le centre de la Lune et de la Terre ».

D'après ce texte, la valeur de la force attractive exercée par la Terre sur la Lune, notée $F_{T/L}$ et exprimée en newton (symbole N), s'écrit :

$$F_{T/L} = G \times \frac{m_T \times m_L}{d^2}$$

Avec m_T , m_L : masses de la Terre et de la Lune (en kg).

d : distance Terre - Lune (en m).

G : constante gravitationnelle telle que $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$.

En utilisant des couleurs, associer une partie de la formule de Newton à :

1. - la seconde phrase du texte de Newton
- la troisième phrase du texte de Newton.

2. Sur quel corps s'applique la force $F_{T/L}$? Vers quel corps cette force est-elle orientée ? Représenter sur un schéma, la Terre, la Lune, la distance d ainsi que force $F_{T/L}$ à l'aide d'une flèche.

.....
.....

II.2. Attraction universelle dans le système solaire

Le Soleil (S) exerce une action attractive sur une planète (P) qui peut être modélisée par une force notée $F_{S/P}$.

1. Écrire l'expression de la force $F_{S/P}$.

.....
.....
.....

2. Le Soleil exerce-t-il une force de même valeur sur toutes les planètes du système solaire ? Sur quelle planète cette force est-elle la plus grande ? La plus petite ?

.....
.....
.....

II.3. Le poids

L'expression du poids P d'un objet de masse m à la surface de la Terre est :

1.

$$P = m \times g$$

avec $g = 9,8 \text{ N/kg}$.

Calculer la valeur du poids P pour un objet de masse $m = 50 \text{ kg}$ à la surface de la Terre.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2.

Calculer la valeur de la force $F_{\text{Terre/Objet}}$ exercée par le centre de la Terre sur l'objet posé à sa surface.

Donnée : rayon de la Terre $R_T = 6,38 \times 10^6 \text{ m}$, $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$, $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ SI}$.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3.

Comparer les deux valeurs. Conclure. En déduire une relation entre g , G , M_T et R_T .

.....
.....
.....
.....

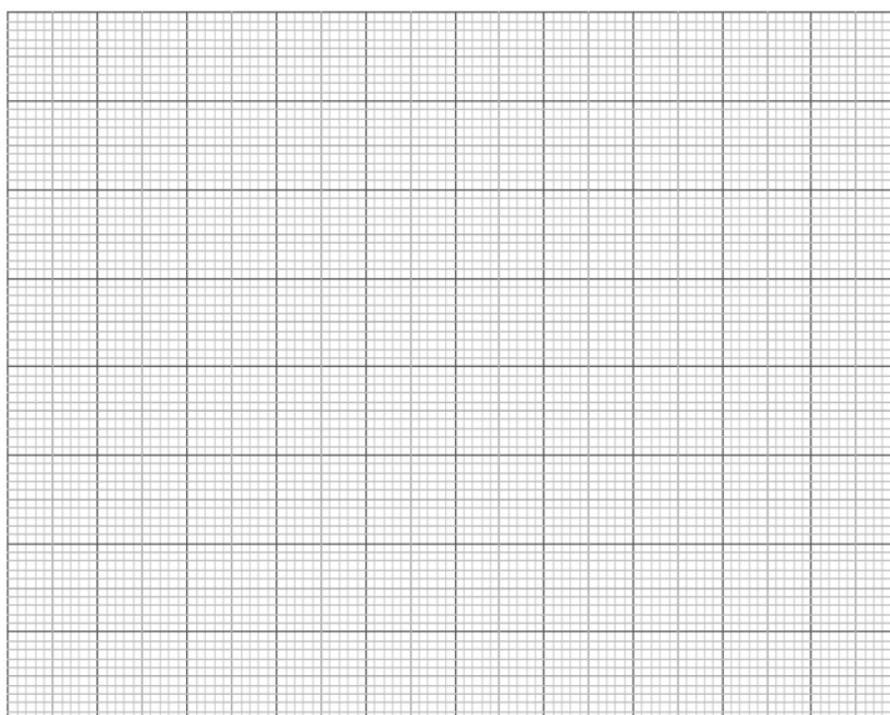
III. Étude du poids

III.1. Représentation graphique du Poids en fonction de la masse

A l'aide du dynamomètre, mesurer le poids pour différentes masses et compléter le tableau suivant :

Masse m (Kg)									
Poids P (N)									

Tracer la courbe représentant les variations du poids en fonction de la masse :



III.2. Détermination du coefficient de proportionnalité

Que vaut le coefficient de proportionnalité de cette droite ? A quoi correspond-il ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

IV. Les variations de la pesanteur terrestre

Le Bureau Gravimétrique International (BGI) permet d'obtenir les valeurs de la pesanteur terrestre g en différents points du monde <http://bgi.omp.obs-mip.fr/>)

IV.1. Variation de g en fonction de l'altitude

Une première extraction de la base de données du BGI permet d'obtenir les informations suivantes relative à France

Lieu	Altitude (m)	g (N/kg)
MOULINS	222	9.80689120
CHAMBERY	270	9.80513730
FRONTENEX-ALBERTVIL	364	9.80466820
ANNECY EGLISE	458	9,80495810
AURILLAC	619	9.80446570
BEAUFORT	744	9.80381500
BOURG-SAINT-AURICE	814	9,80336170
FLUMET	919	9.80379480
CHAMONIX	1038	9.80316420
TUNNEL DU MONT BLANC	1260	9.80270687

Comment varie la pesanteur en fonction de l'altitude ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

IV.2. Variation de g avec la latitude

Une seconde extraction sur la Terre donne

Lieu	Latitude (°)	g (N/kg)
Norvège HONNINGSVAG	71	9.82664380
Allemagne AACHEN	51	9.81094921
Espagne TORTOSA	41	9.80217070
Algérie BENI ABBES	30	9.79152710
Soudan MUHAMED-GOL	21	9.78684610
Colombie BUENAVENTURA	4	9.77981970
Chili SOCOS	-31	9.79396260
Argentine CALAFATE	-50	9.81012230

1. Comment varie la pesanteur en fonction de la latitude ?

.....
.....
.....
.....

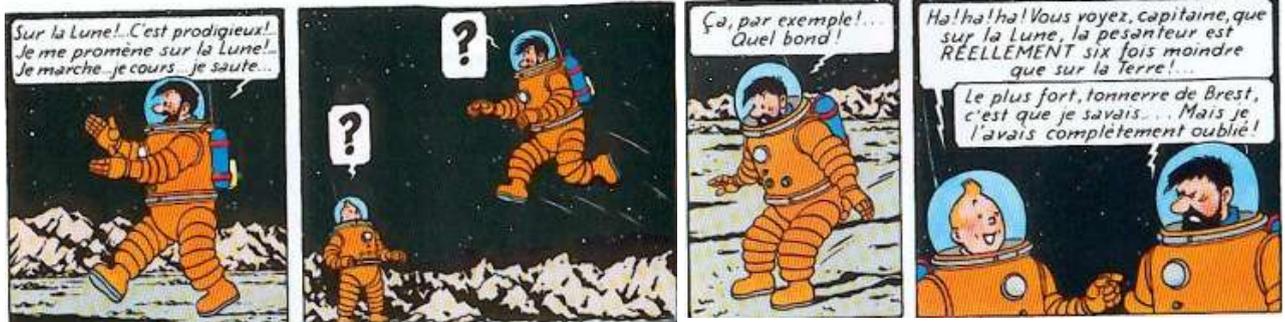
2. Comment expliquer simplement ces variations ?

.....
.....
.....
.....

3. En déduire comment varie le vecteur poids d'un même objet sur terre ?

.....
.....
.....
.....

V. Gravitation lunaire



Hergé a imaginé dans les années 1950 les premiers pas de l'homme sur la Lune avec son album : « On a marché sur la Lune ». 15 ans plus tard, le 21 juillet 1969, Niels Armstrong marchait sur la lune.

L'intensité de la pesanteur sur la Lune est de 1,62 N/kg, sur la Terre elle est en moyenne égale à 9,81 N/kg.

1. Quelle grandeur est modifiée sur la Lune : le poids ou la masse d'un objet ?

.....

.....

.....

.....

2. Expliquer pourquoi on parle de « moyenne » pour l'intensité de la pesanteur sur la Terre ?

.....

.....

.....

.....

Calculer le rapport

3.
$$\frac{g_{Terre}}{g_{Lune}} =$$

Tintin dit-il vrai ?

.....

.....

.....

.....

4. D'après vous, pourquoi l'intensité de la pesanteur est-elle plus petite sur la Lune que sur la Terre ?

.....

.....

.....

5. Donner l'expression de la pesanteur lunaire en fonction de G , m_L la masse de la Lune et R_L le rayon moyen de la Lune.

.....
.....
.....
.....

6. Sachant que la masse de la Lune est : $m_L = 6,37.10^{22}$ kg, en déduire le rayon moyen de la Lune R_L .

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. Comparer ce résultat au rayon de la Terre donné précédemment. L'astronaute a-t-il raison ?

.....
.....
.....
.....

Données :

- Constante gravitationnelle $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N.m².kg⁻²
- Rayon de la Terre : $R_T = 6370$ km
- Masse de la Terre : $M_T = 6,0.10^{24}$ kg
- Rayon de la Lune : $R_L = 1620$ km
- Masse de la Lune : $M_L = 6,37.10^{22}$ kg
- Distance Terre/Lune $d_{T/L} = 3,84.10^5$ km
- Masse du soleil $M_S = 1,99.10^{30}$ kg
- Distance Terre/Soleil $d_{T/S} = 149,6.10^6$ km

— Fin —



Le principe d'inertie

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

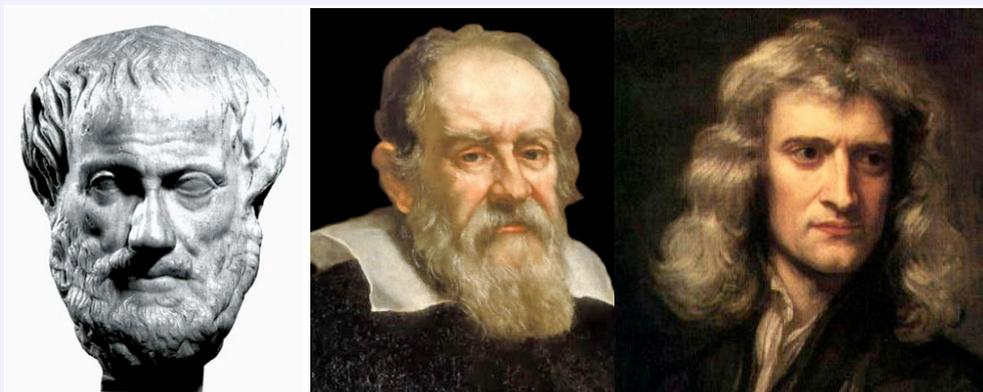
Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Suivre un protocole, Utiliser le matériel informatique.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Principe d'inertie, Effets d'une force sur le mouvement d'un corps : modification de la trajectoire, et de la vitesse.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Réaliser et exploiter des enregistrements vidéo pour analyser des mouvements.	A B C D
Valider : Exploiter et interpréter des observations.	A B C D

Objectifs

- Énoncer le principe d'inertie
- Exploiter une vidéo et des expériences, utiliser un tableur afin de modéliser un phénomène

I. Introduction

Document n° 1 : Une longue histoire



Le physicien et philosophe grec **Aristote** (384-322 av.J.C.) pensait qu'une force était nécessaire pour maintenir constante la vitesse d'un mobile.

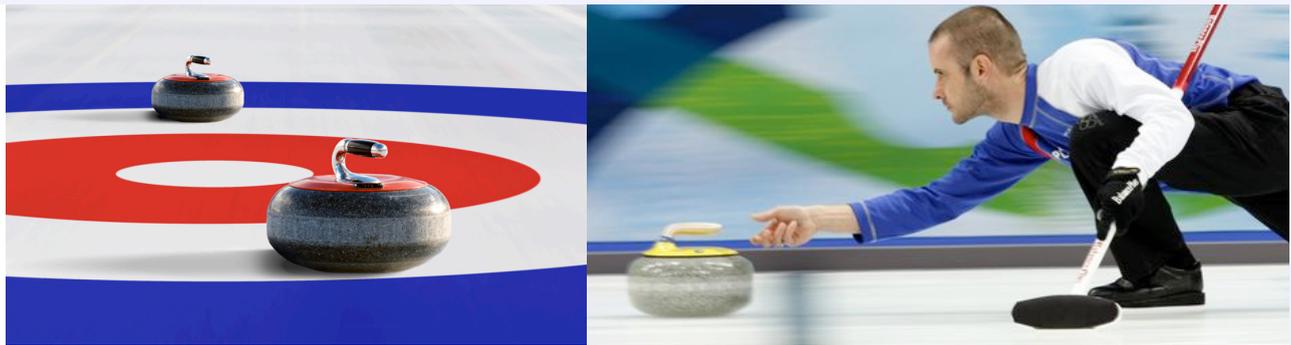
Le mathématicien, physicien et astronome italien Galiléo Galiléi dit **Galilée**, en 1632, dans son ouvrage Dialogue sur les deux systèmes du monde, faisait part de ses réflexions sur le même problème : « *Quelle sorte de mouvement pourrait avoir une bille de bronze, parfaitement sphérique, lourde et très dure, ayant reçu une impulsion dans une direction donnée et se déplaçant sur une surface plane horizontale, aussi polie qu'un miroir et aussi dure que l'acier, en faisant abstraction de l'air s'opposant à son passage ?* » D'après lui, la bille continuerait à se mouvoir uniformément, à la vitesse

qui lui a été donnée au départ, aussi longtemps que le permettrait la longueur de la surface, sans qu'une force d'entraînement ne soit nécessaire.

Le mathématicien, physicien et astronome anglais **Isaac Newton** (1642-1727) relie les notions de forces et de mouvement et énonce, dans son ouvrage Principes mathématiques de la philosophie naturelle, le principe d'inertie mis en évidence par Galilée : « *Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite dans lequel il se trouve à moins que quelque force n'agisse sur lui et ne le contraigne à changer d'état* ».

II. Exemple du curling

Document n° 2 : Le curling



Le curling est un jeu écossais qui remonte au *XVI^{ème}* siècle, on y joue sur une patinoire. Ce sport oppose deux équipes. Il s'agit de faire glisser vers une cible (maison) dont le centre est situé à 42,07 m du point de lancement, de lourdes pierres de granite, de masse égale à 19,96 kg. Chaque équipe dispose de huit pierres par manche. Dans une partie de curling, le lanceur accompagne la pierre dans son mouvement, avant de la lâcher. Sous les ordres du capitaine, deux assistants précèdent la pierre sur une partie de la trajectoire (30 à 35 m) et balaient vigoureusement la glace devant le projectile.

Observez l'extrait filmé d'une compétition de curling (au JO de Nagano) puis répondez aux questions suivantes.

On s'intéresse au mouvement du palet dans le référentiel terrestre.

II.1. Avant le lancer : Le palet est posé sur la glace et le joueur ne touche pas au palet

1. A quelles forces est-il soumis ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Le palet étant immobile par rapport au sol, que peut-on dire de la direction et le sens de ces forces ?

.....
.....
.....
.....
.....

3. Représenter sur un schéma le palet posé sur la glace et les forces qui s'exercent sur lui. Ce schéma se fera sans souci d'échelle.

4. Comparer la valeur de chacune des forces.

.....
.....
.....

5. Conclure sur le lien entre la nature du « mouvement » et les forces exercées sur le palet.

.....
.....
.....

II.2. Pendant le lancer

Pendant cette phase, le lanceur est en contact avec la pierre. La pierre est poussée à vitesse constante par le lanceur.

1. Quelle est la nature du mouvement du palet pendant le lancer ?

.....
.....
.....

2. A quelles forces le palet est-il soumis ?

.....
.....
.....
.....

3. Faire un schéma du palet et des forces qui s'exercent sur lui.

4. Les forces qui s'exercent sur le palet se compensent-elles, c'est-à-dire la somme vectorielle des forces est-elle nulle ?

.....
.....
.....
.....

II.3. Lâchée par le lanceur, la pierre glisse

1. Quelle semble être la nature du mouvement du palet dans le référentiel de la patinoire ?

.....
.....
.....

2. Pourquoi le palet finit-il par s'immobiliser ?

.....
.....
.....

3. A quelles forces le palet est-il soumis ?

.....
.....
.....
.....

4. Faire un schéma du palet et des forces qui s'exercent sur lui.

5. Quel serait le mouvement du palet en absence de tout frottement sur la glace ?

.....
.....
.....
.....

6. Conclure sur le lien entre la nature du « mouvement ».

.....
.....
.....
.....

II.4. On frotte la glace devant la pierre !

C'est à ce moment-là que 2 coéquipiers peuvent au besoin entrer en scène : ils frottent la glace sur le trajet de la pierre.

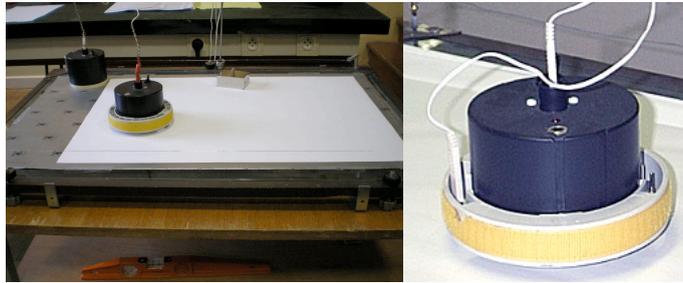
1. Quel est le but et l'impact sur le bilan de force précédent de ce « broissage » ?

.....
.....
.....
.....

2. Faire l'étude mécanique de cette dernière phase.

.....
.....
.....
.....
.....

III. Un mobile autoporteur sur une table à coussin d'air



1. Préciser en quelques mots comment fonctionne le dispositif utilisé pour enregistrer une trajectoire. Pourquoi qualifie-t-on cet enregistrement de chronoponctué ?

.....

.....

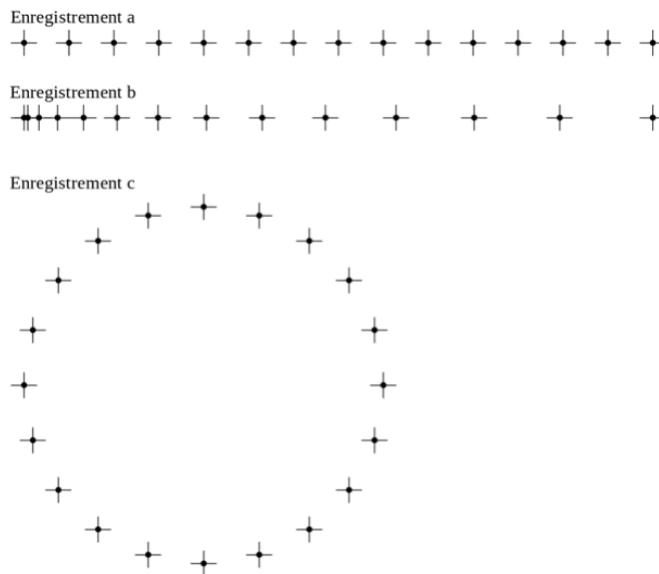
.....

.....

.....

.....

2. On donne une impulsion au mobile afin de le mettre en mouvement sur une table horizontale. Faire plusieurs enregistrements en modifiant le mode de lancement (le lancer tout droit ou en le faisant tourner). Analyser l'enregistrement de la trajectoire du centre du mobile : que constatez-vous pour la trajectoire et pour la vitesse ?



.....

.....

.....

.....

.....

.....

IV. Un glaçon glissant sur une surface lisse

Le mouvement de la pierre de curling sur la glace et en l'absence de frottement, peut être modélisé par le mouvement d'un glaçon sur un plan horizontal lisse. On utilisera la vidéo « **mouvement_gla.avi** »

Protocole :

- Lancer le logiciel Aviméca , et dans le menu Fichier ; Ouvrir un clip vidéo, ouvrir le film « **mouvement_gla.avi** ».
- Faire Clip ; Adapter ; OK.
- A l'aide des curseurs situés en bas à gauche, avancez le film jusqu'à l'image 6.
- Cliquer sur l'onglet Etalonnage.
- Dans Origine et sens des axes : Choisir l'orientation suivante des axes :
- Cliquer sur la position du centre de l'objet. Un système d'axes apparaît avec son origine : l'origine correspond à la position de l'objet sur l'image 6.
- Dans Echelle : Définir l'échelle en suivant les instructions du logiciel (on indique, ainsi, au logiciel l'échelle de l'image). Il faudra cliquer sur deux points de la scène (P1 et P2) dont on connaît la distance, ici c'est la largeur d'une porte d'armoire qui fait 50 cm . Pensez bien à entrer la valeur $d = 0,50$ m.
- Cliquer sur l'onglet Mesures et définir l'origine des dates ($t = 0$) : choisir l'image 6.
- Saisir le mouvement en cliquant sur le centre de l'objet. Il faut SUIVRE le mouvement ! Aller ainsi jusqu'à l'image 14 environ. Les positions successives de l'objet en mouvement devraient apparaître.

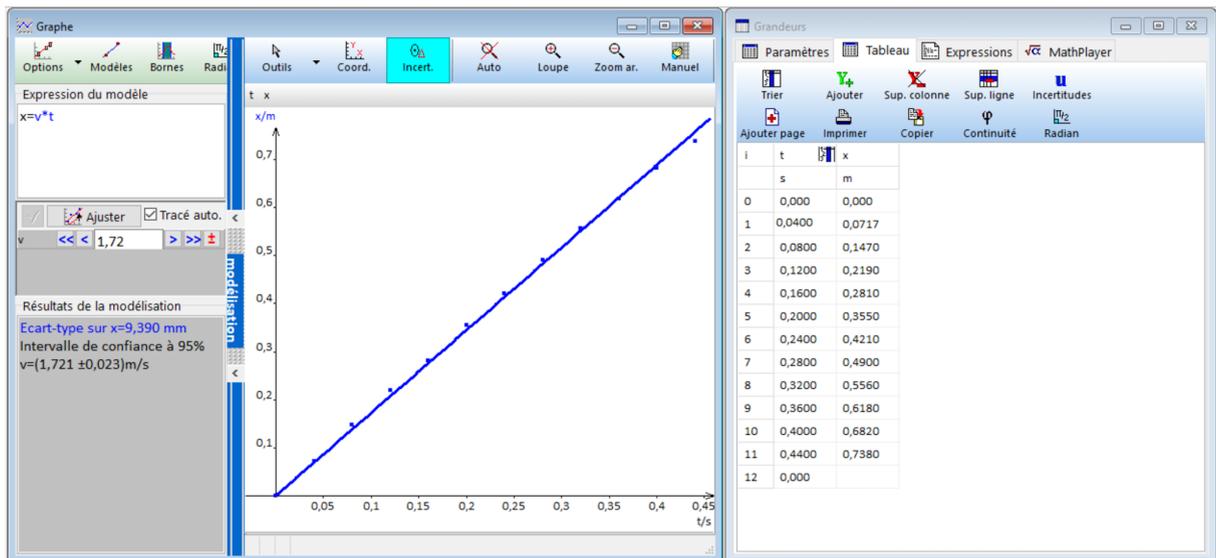
TABLE 1 – Résultats : Pointages AviMéca

t(s)	x(m)	y(m)
0,000	0,00E+0	0,00E+0
0,040	7,17E-2	0,00E+0
0,080	1,47E-1	0,00E+0
0,120	2,19E-1	0,00E+0
0,160	2,81E-1	0,00E+0
0,200	3,55E-1	0,00E+0
0,240	4,21E-1	0,00E+0
0,280	4,90E-1	0,00E+0
0,320	5,56E-1	0,00E+0
0,360	6,18E-1	0,00E+0
0,400	6,82E-1	0,00E+0
0,440	7,38E-1	0,00E+0

Exploitation et interprétation :

- Transférer les résultats du pointage Aviméca vers le logiciel Regressi
- Utiliser un tableur : par exemple Regressi
- Lancer Regressi. Pour créer un nouveau fichier : menu Fichier puis Nouveau
- Choisir pour notre cas Clavier (les valeurs seront entrées manuellement au clavier) Il faut entrer les variables avec leurs unités et un commentaire correspondant à l'étude en cours dans notre cas : x en m et t en s. Commentaire : abscisse du glaçon en fonction du temps
- Puis valider en cliquant sur OK
- Cliquer sur Fenêtre, Mosaïque Verticale

1. Tracer la représentation graphique donnant les positions x du glaçon en fonction du temps. (abscisse : le temps t , ordonnée : les positions x)
2. Modéliser la courbe par une fonction linéaire du type : $x = a \times t$



3. Noter la valeur du coefficient directeur de la courbe sur votre compte rendu. Quelle est son unité? Que représente-t-il?

.....

.....

.....

4. Comment la vitesse du glaçon évolue-t-elle en fonction du temps?

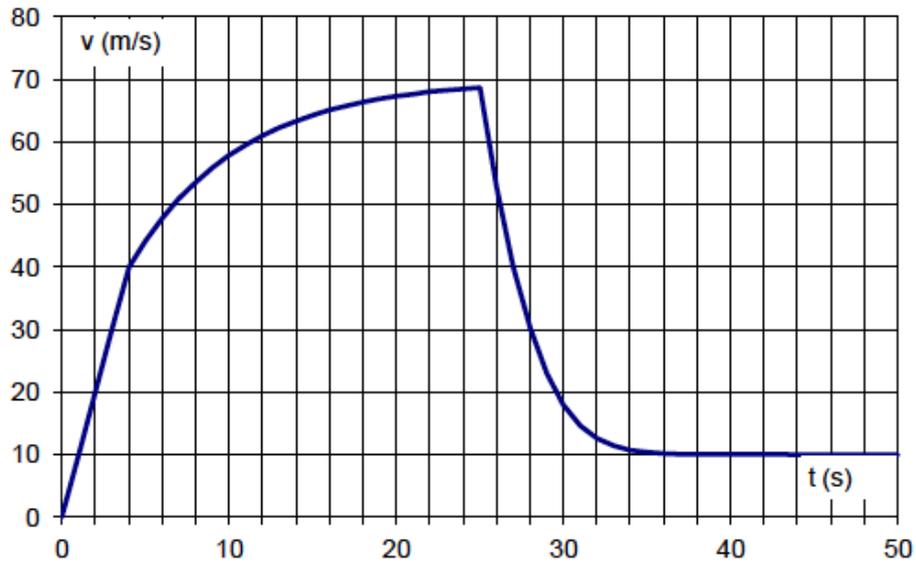
.....

.....

.....

V. Le parachutiste

Le parachutisme consiste à chuter d'une hauteur comprise entre une centaine et plusieurs milliers de mètres puis, à l'aide du parachute, de descendre jusqu'à terre. Nous allons ici nous intéresser au mouvement d'un parachutiste lors de son saut depuis un hélicoptère en vol stationnaire et avant qu'il n'ouvre son parachute.



1. Décrire les trois phases mouvement (évolution de la vitesse du parachutiste au cours de sa chute).

.....
.....
.....

2. On parle de chute libre lorsque le parachutiste n'est soumis qu'à son poids et que les frottements sont encore négligeables. La vitesse évolue alors proportionnellement à la durée de chute. Jusqu'à quelle date appelée t_1 peut-on considérer la chute comme libre ?

.....
.....
.....

3. Représenter ces forces sur un schéma.

4. Au bout d'un certain temps, le mouvement du système est rectiligne uniforme. Comment pouvez-vous interpréter ce mouvement à l'aide des lois de la mécanique? En déduire une représentation des forces avec l'échelle que vous avez utilisée dans la question

.....
.....
.....

5. A partir de t_1 , on ne peut plus négliger l'action de l'air sur le parachutiste. Il en résulte que la vitesse augmente de moins en moins vite entre les dates t_1 et t_p . Représenter sur un schéma les deux forces qui agissent sur le parachutiste.

6. Que peut-on dire des forces pendant cette seconde phase? Que dire de la vitesse du parachutiste?

.....
.....
.....

7. Comment évolue la vitesse après l'ouverture du parachute ? Expliquer cette évolution.

.....
.....
.....

8. Représenter sur le schéma c. les deux forces qui agissent sur le parachutiste.

.....
.....
.....

VI. Conclusion : Énoncé du principe d'inertie

1. D'après les résultats du TP, un corps au repos ou en mouvement uniforme en ligne droite peut-il être soumis à des forces ? A quelle condition ?

.....
.....
.....
.....

2. Retour à l'introduction : finalement, qui de Galilée ou d'Aristote avait raison ?

.....
.....
.....
.....

3. En déduire un énoncé « actuel » de la première loi de Newton appelée Principe de l'inertie.

.....
.....
.....
.....
.....

—— Fin ——



Production d'un signal sonore avec une carte Arduino

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences

Réaliser : Utiliser un dispositif utilisant un microcontrôleur pour produire un signal sonore.

Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Période, fréquence. $f = 1/T$.

Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Suivre un protocole, Régler des appareils de mesure.

Valider : Extraire des informations, des données expérimentales et les exploiter.

Niveau Validé

A B C D

A B C D

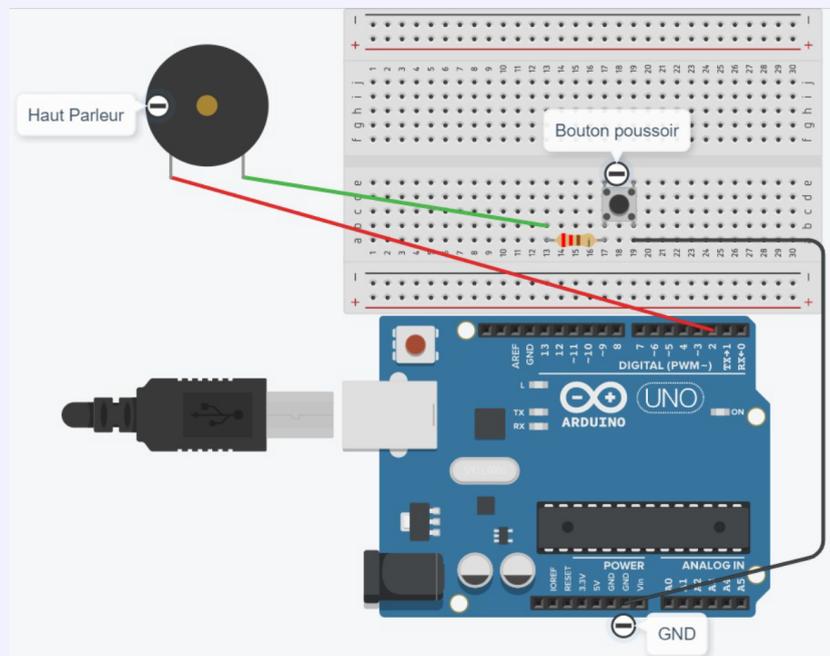
A B C D

A B C D

Contexte On se propose de jouer une mélodie avec un microcontrôleur Arduino.

I. Documents

Document n° 1 : Montage

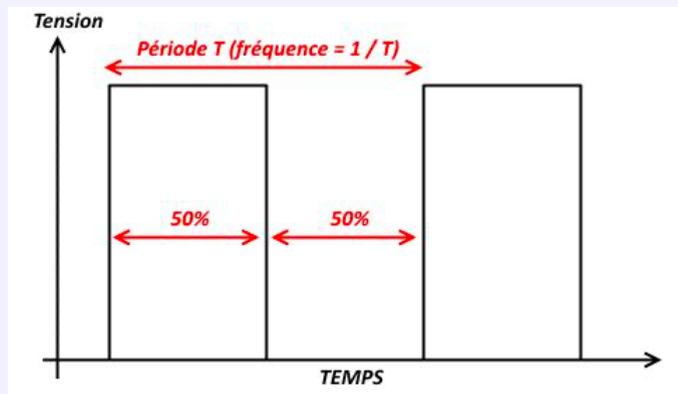


Document n° 2 : Programme Arduino

```
1 // Emettre un son avec la carte arduino
2
3 int PIN_BUZZER = 2;
4
5 // Initialisation
6 void setup()
7 {
8   pinMode(PIN_BUZZER, OUTPUT);
9
10 }
11
12 // Instructions
13 void loop()
14 {
15   tone(PIN_BUZZER, 440);
16   delay(2000);
17   noTone(PIN_BUZZER);
18   delay(2000);
19 }
```

Document n° 3 : La fonction tone()

La fonction `tone()` permet de générer un signal carré d'une fréquence précise et d'un rapport cyclique de 50%. Cela signifie que les temps hauts et bas du signal sont de mêmes durées.



La fonction `tone()` prend en arguments deux paramètres obligatoires et un paramètre optionnel. Cette fonction ne retourne aucune valeur.

Les paramètres obligatoires sont le numéro de broche sur lequel générer le signal et la fréquence du signal en Hertz (entre 31 Hz et 65535 Hz pour toutes les cartes Arduino classiques).

Une durée (optionnelle) peut être précisée pour arrêter la génération du signal après un certain nombre de millisecondes.

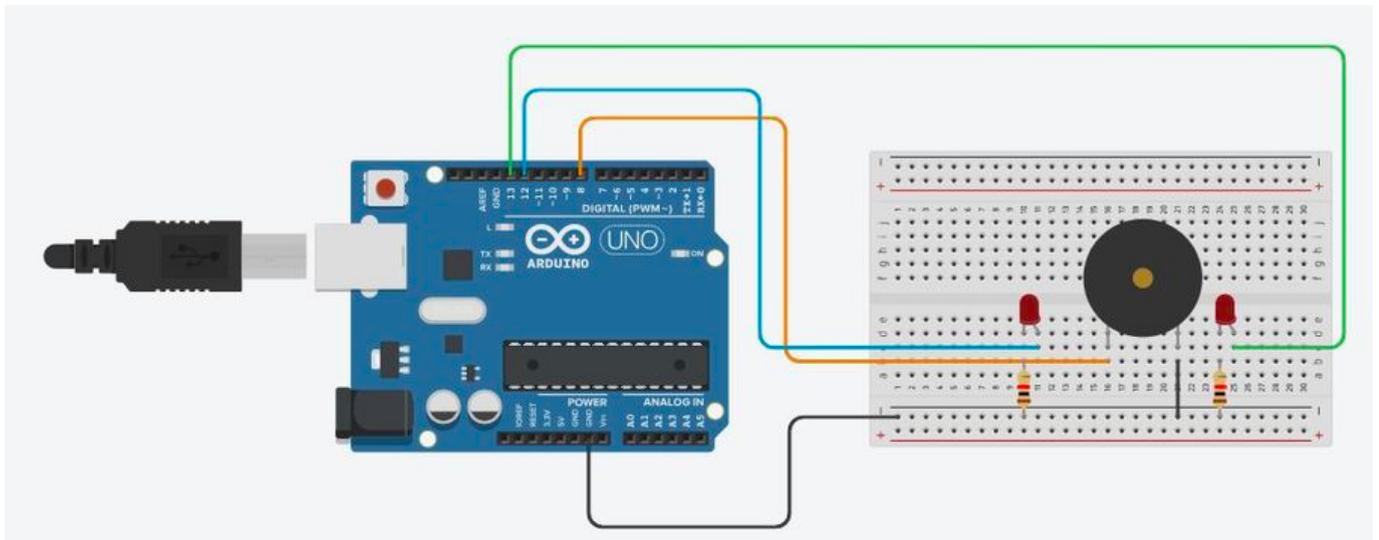
II. Questions

1. Réaliser le montage expérimental du document 1.
2. Lancer le logiciel et ouvrir le programme « Signal_sonore_2nd »
3. Vérifier dans l'onglet Outils :
 - le type de carte utilisée "Arduino/Genuino Uno"
 - le port COM
4. A l'aide de la documentation sur Arduino (onglet Aide puis Référence) et du tutoriel fourni, compléter le tableau ci-dessous en indiquant la fonction des lignes d'instruction du programme :

Ligne d'instruction	Fonction réalisée
<code>int PIN_BUZZER = 2;</code>	
<code>void setup ()</code>	
<code>pinMode (PIN_BUZZER, OUTPUT);</code>	
<code>tone (PIN_BUZZER, 440);</code>	
<code>delay(2000);</code>	
<code>void loop ()</code>	
<code>noTone(PIN_BUZZER);</code>	

5. Téléverser le programme sur la carte Arduino.
6. Calculer la période de ce signal sonore.
.....
.....
.....
.....
.....
.....
7. Vérifier à l'aide de l'oscilloscope la période et la fréquence du signal sonore.

11. Faire le montage



12. Téléverser et tester le programme `arduino_star_wars.ino`.

— Fin —



Analyse d'un signal sonore

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Mesurer des grandeurs caractérisant des informations sur les vibrations d'un objet émettant un signal sonore.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Niveau sonore. Hauteur. Timbre.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Suivre un protocole, Régler des appareils de mesure.	A B C D
Valider : Extraire des informations, des données expérimentales et les exploiter.	A B C D

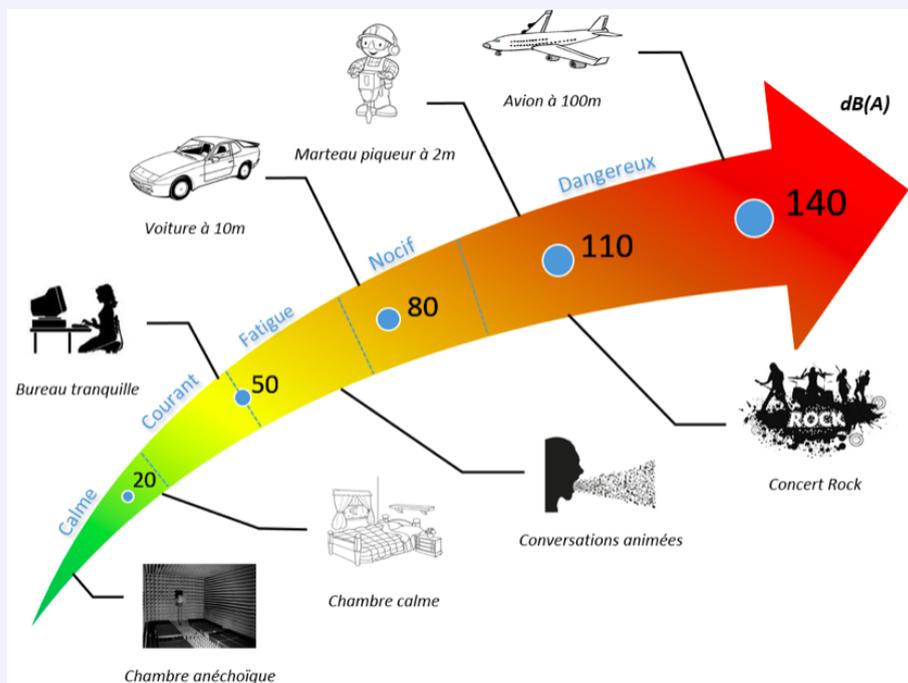
Contexte :

Les physiciens et les mathématiciens ont depuis longtemps cherché à rationaliser les sensations et la production des sons musicaux, à expliquer l'origine des consonances, harmonies et effets de timbres, à décrire les phénomènes vibratoires par des lois simples. De nombreux physiciens et théoriciens se sont donc intéressés à l'acoustique musicale. Parmi eux, on trouve de grands noms tels Pythagore, Zarlin, Ohm, Savart, Fourier, Helmholtz... Les premières grandeurs physiques mises en avant ont été le timbre, la hauteur et l'intensité sonore. Puis, le mathématicien Joseph Fourier (1768-1830) a montré qu'un son complexe peut être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux (appelés harmoniques) aux amplitudes variables, mais dont les fréquences f_n sont un multiple d'une fréquence de base appelée fréquence fondamentale (ou fréquence du premier harmonique). L'objectif de ce TP est d'étudier les différentes grandeurs physiques caractéristiques des sons ainsi que de mettre en évidence la décomposition par analyse spectrale.

Documents

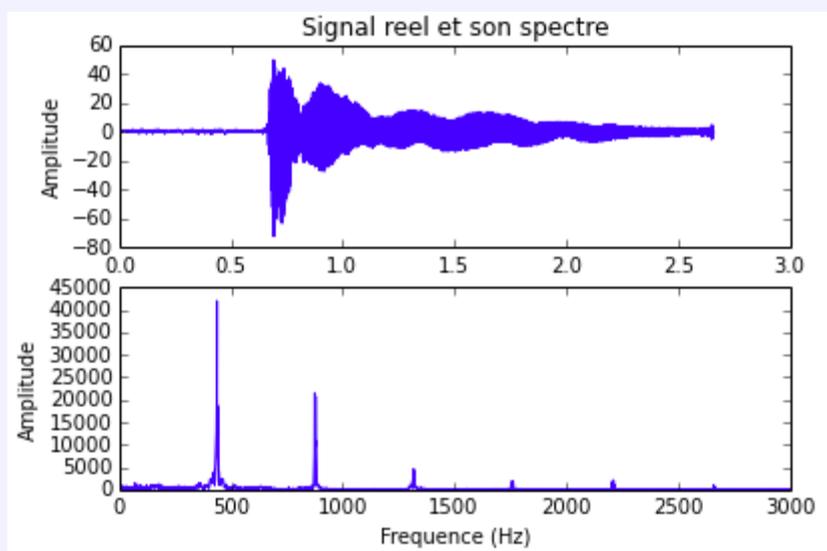
Document n° 1 : Niveau sonore

Le niveau sonore L est une grandeur qui s'exprime en décibel acoustique, de symbole dB et qui se mesure avec un sonomètre. Quel que soit l'endroit où l'on se trouve, le silence total n'existe pas. Le schéma ci-dessous vous donne un ordre de grandeur des niveaux sonores minimums et maximums habituellement constatés pour différentes sources de bruit :



Document n° 2 : Analyse de Fourier

Le mathématicien Joseph Fourier (1768-1830) a montré que tout signal périodique de fréquence f peut être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux d'amplitudes différentes dont les fréquences sont $f, 2f, 3f...$



Les signaux sinusoïdaux sont appelés harmoniques :

- Le signal sinusoïdal de fréquence f est appelé « fondamental » ou « 1ère harmonique »
- Le signal sinusoïdal de fréquence $2f$ est appelé « 2ème harmonique »
- Le signal sinusoïdal de fréquence $3f$ est appelé « 3ème harmonique », etc

Un son complexe étant un signal périodique, on peut déterminer les harmoniques le composant. On réalise une analyse du son et on obtient son spectre.

Document n° 3 : Hauteur

La hauteur d'un son est une sensation physiologique. Elle désigne la fréquence, en Hertz (Hz), d'un son.

Un son est grave si sa fréquence est faible ; il est aigu si sa fréquence est élevée.

Dans le cadre de l'analyse spectrale, la hauteur d'un son correspond à la fréquence du fondamental.

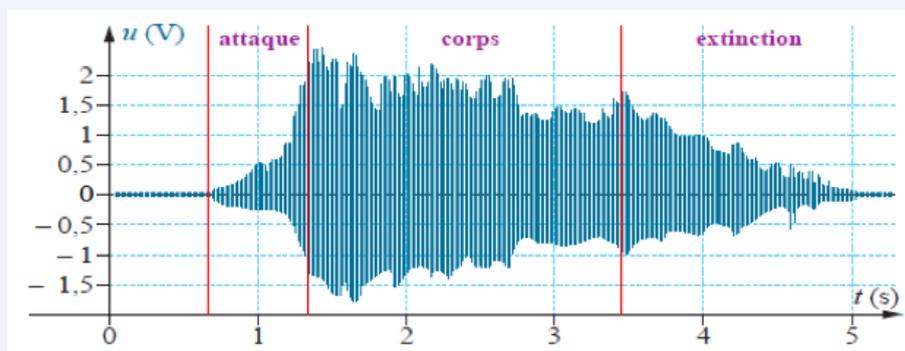
Document n° 4 : Timbre

Le timbre d'un son est en quelques sortes la « couleur » propre de ce son. C'est lui qui nous permet, physiologiquement, de faire la différence entre deux instruments jouant la même note. Le timbre d'un son est la propriété liée à cette différence. Il est lié à sa composition spectrale (présence, amplitude et durée des harmoniques).

Le timbre d'un son (et donc le nombre et l'amplitude des harmoniques) dépend entre autre de l'attaque du son.

Document n° 5 : L'enveloppe d'un son

L'enveloppe traduit l'évolution de l'amplitude d'un signal sonore, elle contribue également au timbre de l'instrument.



On distingue 3 phases dans l'enveloppe d'un son :

- L'attaque pendant laquelle l'amplitude du son augmente.
- Le corps pendant lequel l'amplitude du son reste à peu près constante.
- L'extinction pendant laquelle l'amplitude du son diminue jusqu'à devenir nulle.

L'enveloppe d'un son de piano est constituée d'une attaque très brève puis d'une extinction progressive. Il n'y a quasiment pas de corps.

L'enveloppe d'un son de violon possède une attaque plus longue que le piano, suivie d'un corps très long et d'une extinction rapide.

Document n° 6 : Le diapason

Petit et pratique d'emploi, le diapason permet d'accorder son instrument. Son invention est attribuée au trompettiste et luthiste anglais John Shore en 1711.

Le diapason est constitué de deux lames parallèles, soudées en forme de U et prolongées par une tige. La principale raison de cette forme est que le diapason produit une note pratiquement pure.



Les branches en métal vibrent et émettent un son à une fréquence étalonnée, en général la note La₃, note de référence mondialement acceptée. Ce son peut être amplifié si l'on pose la base du diapason sur une cavité résonnante, comme la caisse d'une guitare ou sur une table.

I. Niveau sonore

- Alimenter séparément, avec des tensions de même fréquence (300 Hz par exemple) deux haut-parleurs HP1 et HP2 placés côte à côte.
- Brancher HP1 seul et régler le volume afin qu'un sonomètre placé à une distance de l'ordre de 2 m indique 50 dB environ
- Brancher HP2 seul et régler le volume afin que le sonomètre indique la même valeur que précédemment
- Brancher simultanément les 2 haut-parleurs et lire l'indication du sonomètre.



1. Lorsqu'on double l'émission sonore (en branchant les 2 HP) a-t-on une sensation 2 fois plus intense ?

.....
.....
.....
.....

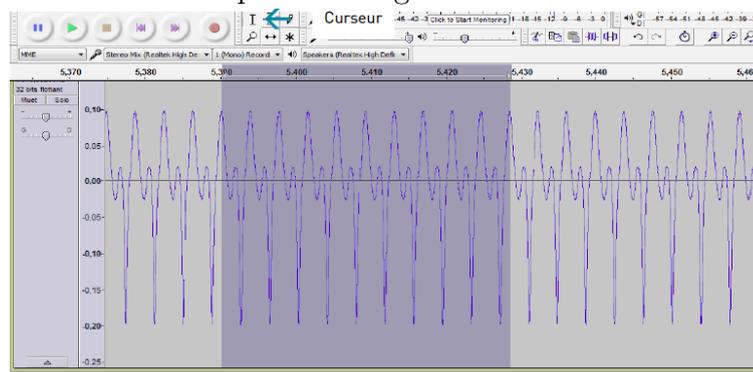
2. Comment évolue l'indication du sonomètre ?

.....
.....
.....
.....

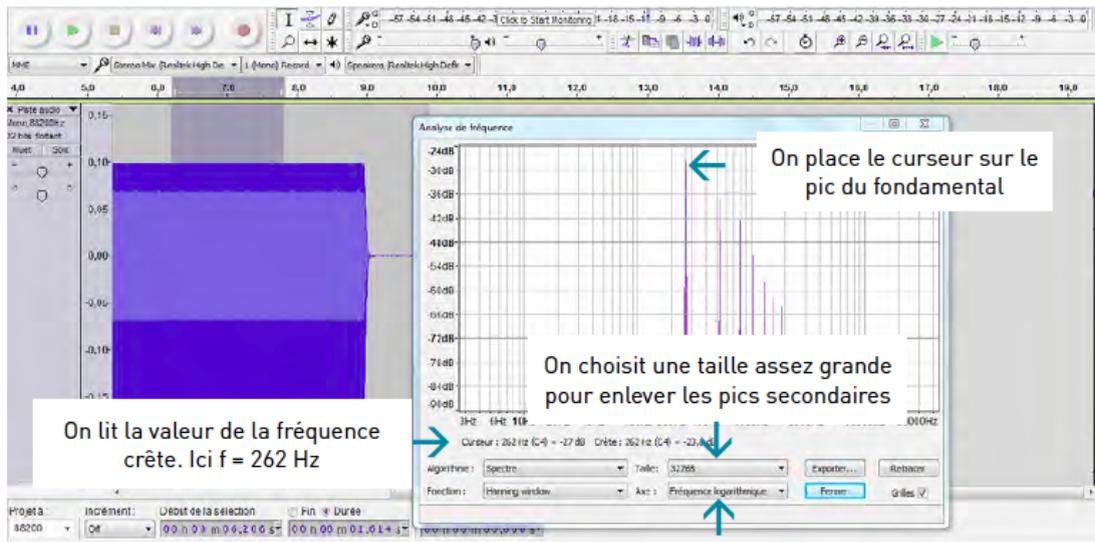
II. Son pur, son complexe, harmoniques

II.1. Protocole expérimental

- On dispose d'un diapason posé sur une caisse de résonance. Grâce à un microphone relié à l'ordinateur, enregistrer le son de ce diapason.
- Ecouter l'enregistrement pour vérifier sa qualité puis enregistrer le fichier sous le nom cherché au format "wav" dans "Mes documents"
- Ouvrir "Audacity" puis le fichier précédemment enregistré.
- Au besoin, amplifier le son (Effet Amplification ; choisir le gain maximal sans saturation) et utiliser le zoom afin d'observer la forme du signal.
- Régler le zoom de manière à observer un grand nombre de périodes puis, à l'aide de l'outil de sélection, sélectionner un nombre entier de périodes important. En faisant un clic gauche sur l'axe des abscisses, on zoome horizontalement ; en faisant un clic droit on « dézoome ». Même chose avec l'axe des ordonnées. Sélectionner une partie du signal : utiliser l'Outil de Sélection



- Tracer un spectre en fréquences : cliquer sur l'onglet Analyse puis Tracer le spectre. Le spectre apparaît à l'écran. Le choix du nombre de points peut améliorer l'allure du spectre (4096 semble un bon compromis) ; si le spectre ne s'affiche pas diminuer le nombre de points. Pour les autres réglages, choisir Spectre, Hanning window et Fréquence logarithmique. La fréquence correspondant à un pic est indiquée par crête.



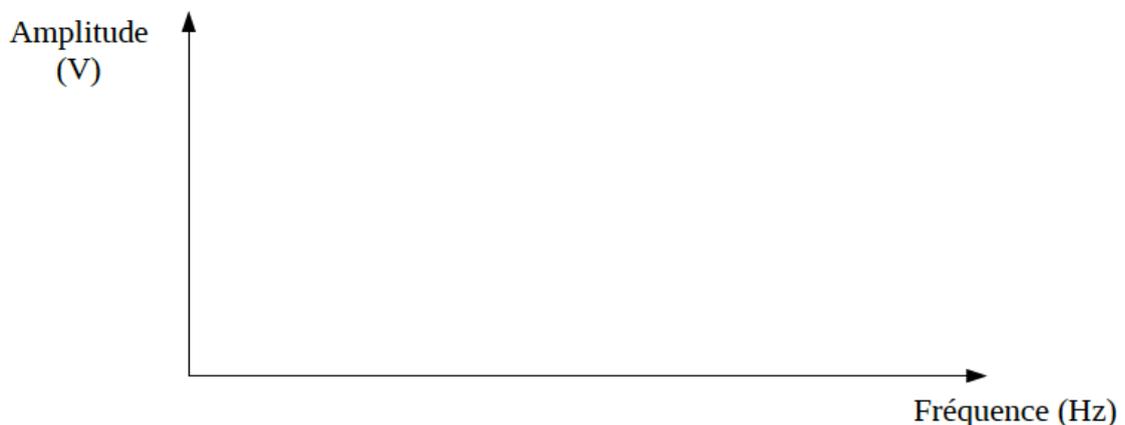
On choisit une échelle logarithmique

II.2. Le son du diapason : un son pur

1. A l'aide du logiciel Audacity, de la notice fournie et du microphone, enregistrer le son produit par un diapason correspondant au La3.
2. Reproduire l'allure du signal obtenu ci-dessous :



3. Afin d'analyser le son et de déterminer les fréquences qui le compose, on peut réaliser le spectre de Fourier du signal (voir la notice pour obtenir le spectre). Reproduire ci-dessous le spectre obtenu et noter la fréquence du fondamental.



III. Le son de la guitare : un son complexe

1. Importer le fichier son « guitare » ou enregistrer le son d'une guitare jouant un La3.

2. Reproduire l'allure du signal obtenu ci-dessous :



3. Tracer le spectre de Fourier du son de la guitare et le reproduire ci-dessous. Noter les fréquences des trois premiers principaux pics sur le spectre.



4. Qu'est-ce que l'harmonique fondamental ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Qu'est-ce qui différencie le signal d'un son pur et d'un son complexe ?

.....
.....
.....
.....
.....

6. Si la fréquence du fondamental est de 500 Hz, quelle serait la fréquence du 4ème pic ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. La relation entre les fréquences des harmoniques (f_n) et la fréquence du fondamental (f_1)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

— Fin —



La réfraction de la lumière

NOM : PRENOM : Classe :

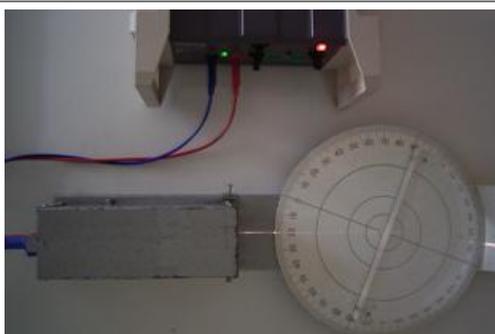
Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Réaliser le dispositif expérimental, Faire un graphe.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Notion de réfraction et de réflexion totale.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Pratiquer une démarche expérimentale sur la réfraction et la réflexion totale.	A B C D
Valider : Extraire des informations des données expérimentales et les exploiter.	A B C D

Contexte Que fait la lumière quand elle change de milieu transparent ? L'objectif de ce TP est de redécouvrir la loi physique sous-jacente à un phénomène que l'on observe tous les jours : la **réfraction** de la lumière à la surface de séparation de deux milieux transparents.

I. Étude quantitative

I.1. Principe

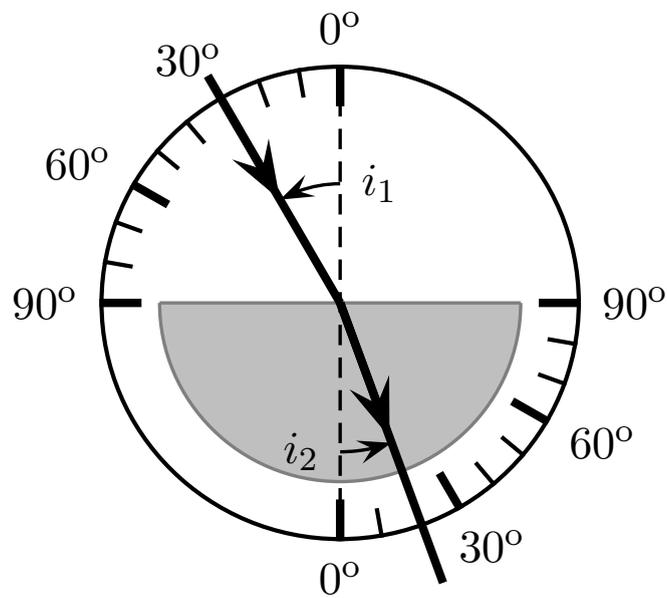


Nous allons procéder à une série de mesures d'angles d'incidence et d'émergence pour un faisceau lumineux frappant la surface de séparation de deux milieux. Les deux milieux à notre disposition sont l'air et le plexiglass. Dans l'air, dit milieu 1, l'angle d'incidence est noté i_1 , et dans le plexiglass, milieu 2, l'angle dit de **réfraction** est noté i_2 . On retiendra que ces angles sont, par convention, mesurés par rapport à la normale à la surface de séparation, tel qu'indiqué sur la figure ci-dessous.

I.2. Réglages

Vérifier que le demi-cylindre de plexiglass est bien centré sur le disque gradué et que son diamètre est bien selon l'axe 90° - 90° . Cette vérification réalisée, faites coïncider le rayon lumineux issu de la source avec la droite 0° - 0° du disque gradué.

I.3. Mesures



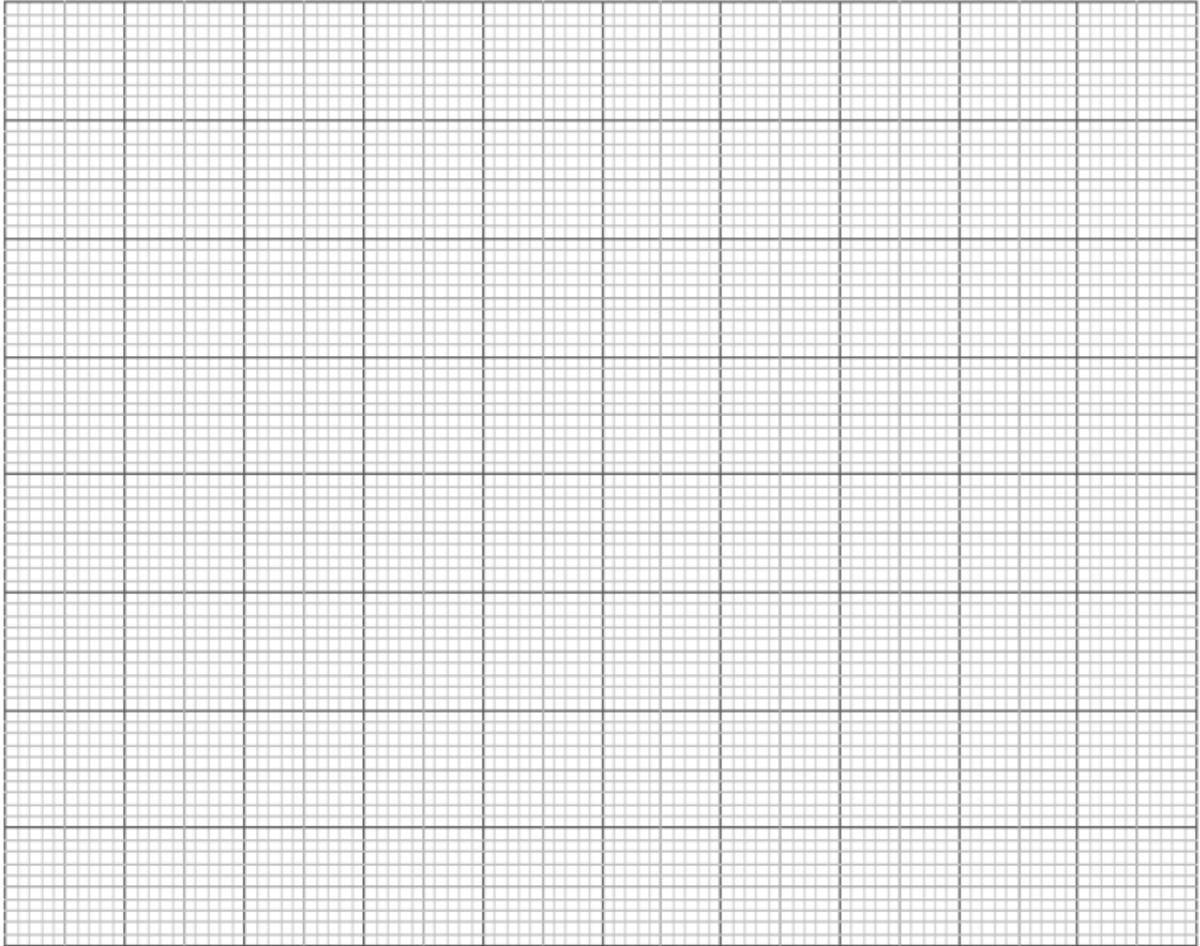
Pour quelques valeurs de i_1 , mesurer i_2 . Puis, calculer les sinus correspondants.

i_1 (°)	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
i_2 (°)											

$\sin i_1$ (-)											
$\sin i_2$ (-)											

II. Exploitation

1. Tracer la courbe $\sin i_1$ en fonction de $\sin i_2$. Ne pas oublier le titre, des axes gradués, légendés, avec leurs unités et l'échelle.



2. Donnez la valeur du coefficient de proportionnalité k tel que :

$$\sin i_1 = k \cdot \sin i_2$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

A partir de cette représentation graphique, retrouver que

3.

$$n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$$

où n_1 et n_2 sont les indices optiques des milieux 1 et 2. En déduire une valeur de l'indice n du plexiglass sachant que $n_{air} = 1,0$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

III. Utilisation d'un programme Python

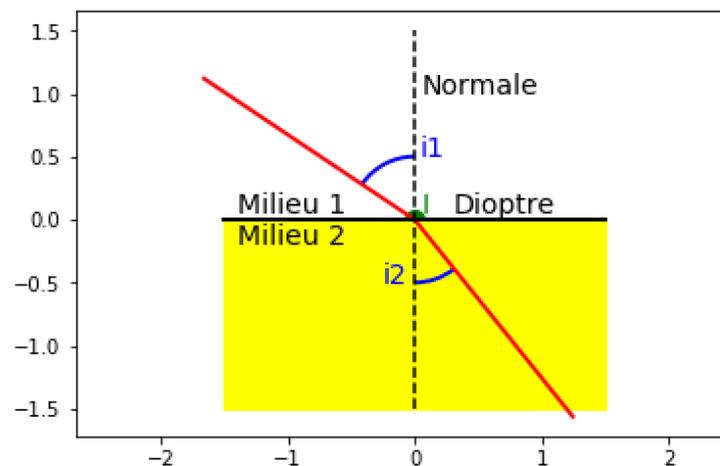
Modifier le programme Python **Refraction.py** de façon à obtenir dans la console ce qui suit.

Refraction par un dioptre

Introduire l'indice de réfraction du milieu 1: $n1 = 1$

Introduire l'indice de réfraction du milieu 2: $n2 = 1.33$

Introduire l'angle d'incidence: $i1 = 56$



Indice du milieu 1: $n1 = 1.0$
Indice du milieu 2: $n2 = 1.33$
Angle d'incidence: $i1 = 56.0^\circ$
Angle de réfraction: $i2 = 38.6^\circ$

— Fin —



Lumières colorées

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Produire et exploiter des spectres d'émission obtenus à l'aide d'un système dispersif et d'un analyseur de spectre.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Dispersion de la lumière blanche par un prisme ou un réseau.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Suivre un protocole, Régler des appareils de mesure.	A B C D
Valider : Extraire des informations, des données expérimentales et les exploiter.	A B C D

Contexte On se propose de découvrir et d'observer différents systèmes de dispersion de la lumière afin de distinguer les spectres produits par de la lumière émise par différentes sources et les spectres obtenus lorsque la lumière traverse une substance.

I. Décomposition de la lumière blanche

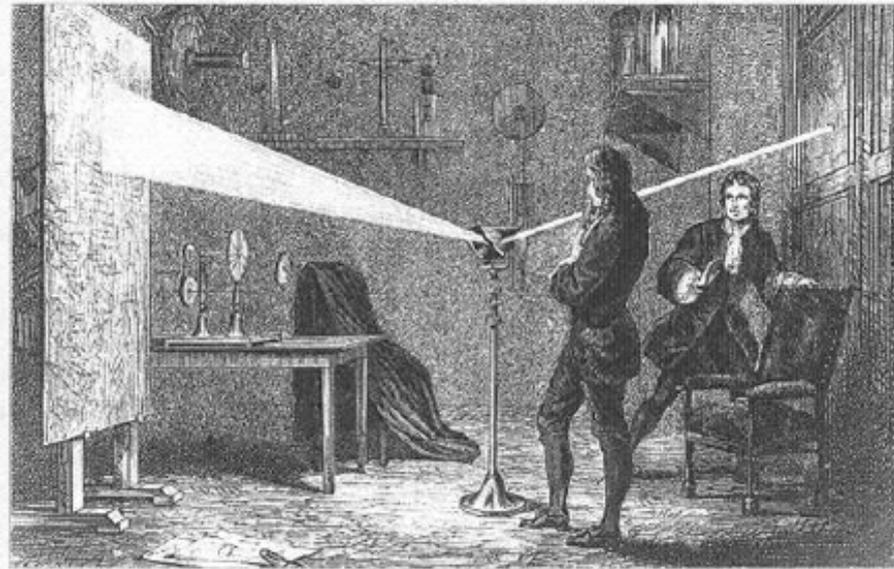
I.1. A l'aide d'un prisme

Document n° 1 : L'expérience de Newton

En 1666, Isaac Newton fait ses premières expériences sur la dispersion de la lumière. Pour se faire, il utilise un prisme en verre et la lumière du soleil. Ayant à cet effet obscurci sa chambre et fait un petit trou dans les volets, afin de laisser entrer une quantité convenable de rayons du Soleil, il plaça le prisme contre ce trou, pour réfracter les rayons sur le mur opposé.

Il observa alors que la lumière sortant du prisme s'étalait en une multitude de faisceaux colorés, reproduisant les couleurs de l'arc-en-ciel. Il examina chaque tache de couleur et remarqua que la « partie bleue » était plus déviée par le prisme que la « partie rouge ».

C'est sur cette expérience que Newton s'appuie pour affirmer que la lumière blanche est composée d'un ensemble de rayons colorés et que le prisme dévie différemment ces rayons. Sa conclusion était révolutionnaire : la couleur est dans la lumière et non dans le verre !



Newton en train de réaliser l'expérience des couleurs (1666). (Gravure du XIX^e siècle.)

1. Reconstituer l'expérience de Newton en utilisant à la place de la lumière du soleil la lumière produite par une lampe à incandescence à travers une fente. Faire pivoter le prisme afin de trouver l'angle d'incidence qui permettra de décomposer la lumière de la façon la plus large.
2. Faire le schéma du montage de l'expérience et représenter les trajets des rayons lumineux rouge, vert et violet.
3. La figure observée sur l'écran est appelé spectre de la lumière blanche. Décrire l'aspect du spectre obtenu



.....
.....
.....
.....

4. Quelles sont les couleurs du rayon lumineux le plus dévié et le moins dévié, par rapport à la direction initiale du rayon incident ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Observe-t-on toutes les couleurs ? Citez quelques unes d'entre elles ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. A quel phénomène est soumis le rayon incident et combien de fois ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. On rappelle que la loi de la réfraction vu au chapitre précédent dans le cas où le premier milieu est l'air $n_{air} = 1,0$ peut s'écrire : $\sin(i) = n_{verre} \cdot \sin(r)$
Exprimer $\sin(r)$ en fonction de $\sin(i)$ pour chacun des rayons colorés rouge, vert et bleu présent dans le rayon incident de lumière blanche.

.....
.....
.....
.....

8. Que peut-on dire des angles d'incidence i_R , i_V et i_B des rayons rouge, vert et bleu présents dans le rayon de lumière blanche incident ?

.....
.....
.....
.....
.....

9. Quelle conséquence entraînerait cette remarque sur les angles de réfraction r_R , r_V et r_B ?

.....
.....
.....
.....
.....

10. Conclure en définissant ce qu'est un milieu dispersif.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

1.2. A l'aide d'un réseau

Un réseau est une surface transparente comportant un très grand nombre de traits parallèles alternativement opaques et transparents et très rapprochés (ex : 500 traits/mm).

Un réseau est très fragile, il faut le manipuler sans mettre les doigts dessus.

1. Faire le schéma du montage de l'expérience

2. Décrire l'aspect des spectres observés de face sur l'écran.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Que représente la figure centrale observée sur l'écran ?

.....

.....

.....

.....

.....

4. Comparer l'étendu des spectres obtenus sur l'écran par rapport à celui obtenu à l'aide du prisme.

.....

.....

.....

.....

.....

5. Quel est, du prisme ou du réseau, le dispositif le plus dispersif ?

.....

.....

.....

II. Les différents types de spectre

Dans la littérature scientifique, il est fait mention de

- spectres continus (étudiés précédemment)
- de spectres d'émission
- de spectres d'absorption

On se propose d'étudier les spectres d'émission seulement.

Vous disposez sur votre paillasse du matériel suivant : une lampe à incandescence, des lampes spectrales (au bureau), des filtres colorés, un spectroscopie de poche (spectroscopie à réseau).

Il est aussi possible d'accéder à l'internet pour vos recherches et pour observer spectres d'émission et d'absorption d'un élément chimique (une animation en flash).

Document n° 2 : Simulations

Pour faciliter l'exploration de toutes les possibilités de la formation des images à l'aide d'une simulation numérique s'appuyant entre autres sur la propagation rectiligne des rayons lumineux.

- Simulation Geogebra : <https://www.geogebra.org/m/K7CtFMrS>
- Applet FLASH due à G. Tulloue (Université de Nantes) http://jmpodvin2000.free.fr/prog2010/Premiere/observer/ch1/lentille_mince.html

II.1. Spectre de raies d'émission

1. Expliquer le principe d'une lampe spectrale.

.....

.....

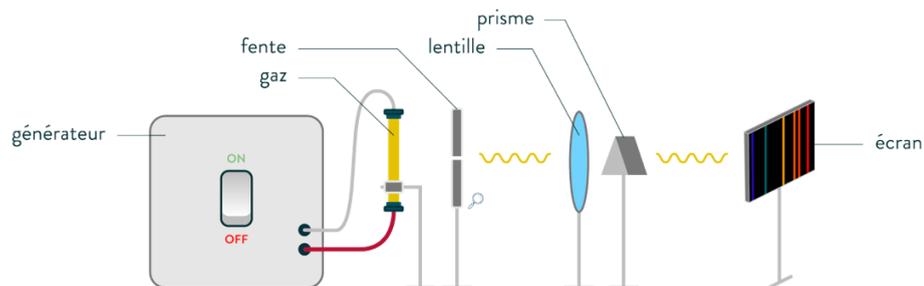
.....

.....

.....

.....

2. Expliquer le montage de l'expérience.



.....

.....

.....

.....

.....

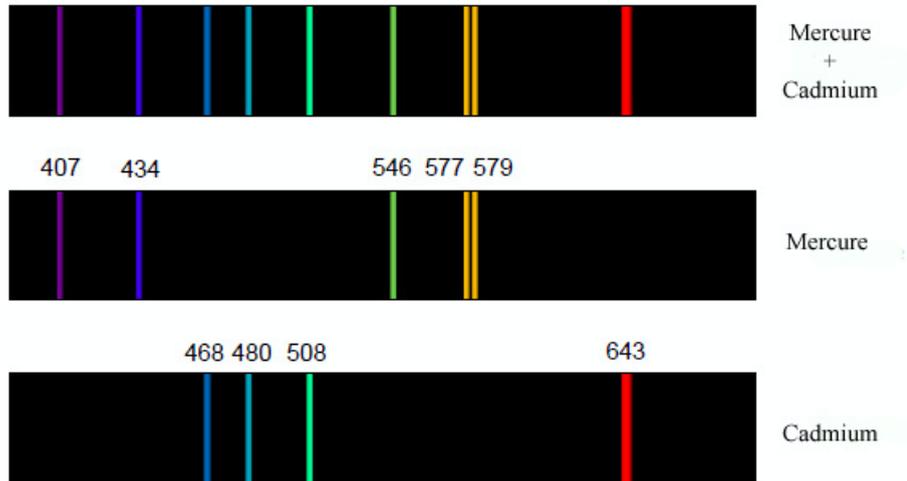
.....

3. Visualiser le spectre de la lampe cadmium + mercure. Interpréter les spectres ci-dessous.

Spectre observé au spectroscopie :



Spectres de référence :



.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Visualiser le spectre d'une lampe au sodium à l'aide de votre spectroscopie. On parle souvent du doublet jaune du sodium, comment pouvez-vous interpréter ce spectre ?

Spectre observé au spectroscopie :



.....

.....

.....

.....

.....

IV. Application à l'astrophysique : analyse du spectre d'une étoile

Document n° 3 : L'expérience de Newton

Il y a des événements astronomiques prévisibles, comme les éclipses de Soleil, le passage d'une comète..., et d'autres au contraire, inattendus, qui se manifestent brusquement, comme la formation d'une supernovæ. Il s'agit de l'explosion d'une étoile, qui s'accompagne d'une augmentation très brève mais fantastiquement grande de sa luminosité. Vue depuis la Terre, une supernovæ apparaît donc souvent comme une étoile nouvelle, alors qu'elle est en réalité la disparition d'une étoile.

Le processus d'initiation d'une supernovæ est extrêmement bref : il dure quelques millisecondes. Quant au phénomène de la supernovæ lui-même, il peut durer plusieurs mois. Au maximum de luminosité, l'astre peut dépasser la puissance de rayonnement de plusieurs galaxies entières ! Une supernovæ qui se produirait dans notre galaxie ou dans une galaxie proche serait très certainement visible à l'œil nu en plein jour.

Les supernovæ sont des événements rares à l'échelle humaine ; voici une liste des supernovæ historiques, c'est-à-dire dont des témoignages écrits décrivant l'explosion sont parvenus jusqu'à nous :

SN1006 Rapportée dans les textes européens, chinois, japonais, égyptiens et irakiens, la seule étoile à l'exception du Soleil à avoir produit des ombres à la surface de la Terre ;

SN1054 Ayant donné naissance à la nébuleuse du Crabe, rapportée dans les écrits chinois ;

SN1181 Rapportée dans les textes chinois, japonais et coréens ;

SN1572 Dite de Tycho, en l'honneur de Tycho Brahé, qui l'utilisa pour réfuter le dogme aristotélicien de l'immutabilité des cieux ;

SN1604 Dite de Képler, en l'honneur de Johannes Képler, élève de Tycho Brahé, célèbre pour avoir montré que les planètes tournent autour du Soleil en suivant des ellipses.

On peut actuellement observer les rémanents de ces supernovæ.

Quel est, à votre avis, la signification d'un code comme SN1006 ?

.....

.....

.....

.....

Document n° 4 : L'explosion de SN1987

Le 24 février 1987, à 1 heure du matin (heure de Paris), Ian Shelton, un astronome Canadien de l'observatoire Las Campanas du Chili, remarque un astre très lumineux sur les clichés qu'il est en train de développer. Sceptique, il sort à l'extérieur observer à l'œil nu. Etant le premier à avoir reporté l'information, la découverte est portée à son crédit, même si les observatoires de neutrinos de Kamiokande (Japon), IMB (Michigan, USA) et Baksan (Russie) ont révélé ensuite avoir détecté un intense flash d'une durée de treize secondes trois heures auparavant.

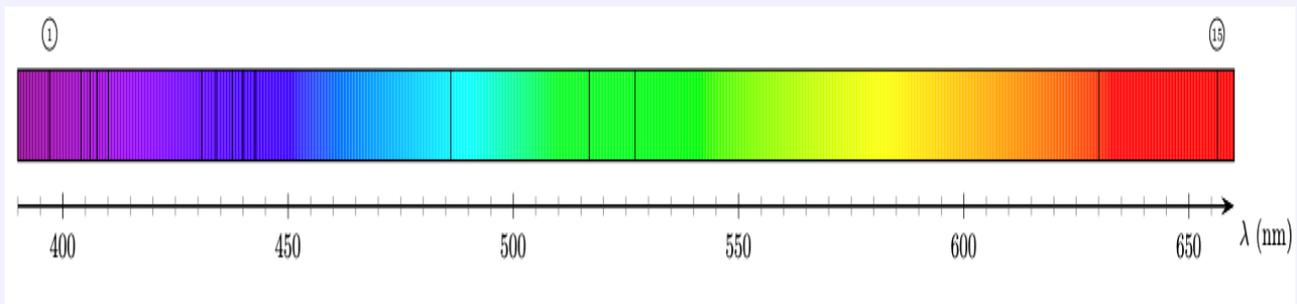
L'étoile Sanduleak, une supergéante bleue ayant vingt fois la masse du Soleil, a explosée voici 168 000 ans, et porte donc désormais le nom de SN1987.

Pourquoi l'explosion est datée à 168 000 ans, alors qu'elle a été observée sur Terre en 1987 ?

.....
.....
.....
.....

Document n° 5 : Le spectre de SN1987

Les supernovæ jouent un rôle essentiel dans l'Univers, car c'est lors de leurs explosions que l'étoile libère les éléments chimiques qu'elle a synthétisés au cours de son existence — et pendant l'explosion même —, pour être diffusés dans le milieu interstellaire, et ensuite initier de nouvelles étoiles. Par un système dispersif formé d'un réseau, la lumière reçue de SN1987 a été décomposée selon le spectre joint.



Déterminez les longueurs d'onde des deux dernières raies du spectre.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

A l'aide du tableau ci-dessous, donnant les raies de référence pour quelques éléments chimiques, identifiez ces deux raies du spectre de SN1987 et déterminez sa composition chimique externe.

Hydrogène (H)	397,0	410,1	434,0	486,1	656,6						
Hélium (He)	388,9	404,6	414,4	447,1	468,6	471,3	492,5	501,6	504,8	587,6	667,8
Soufre (S)	390,2	414,2	469,5	471,6	499,4	556,5	564,7	570,6	628,6	674,4	
Silicium (Si)	395,6	397,7	399,8	4183	586,7	606,7	608,7				
Fer (Fe)	404,0	406,0	407,6	430,8	437,6	440,0	442,7	516,8	527,0	630,0	

.....
.....
.....
.....
.....
.....

S'agit-il d'une supernovae de type Ia (silicium, soufre et fer), Ib (hydrogène, hélium et fer), Ic (fer et silicium) ou II (hydrogène et fer)? Justifier.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

—— Fin ——



Etude des lentilles minces convergentes

NOM : PRENOM : Classe :

Compétences travaillées

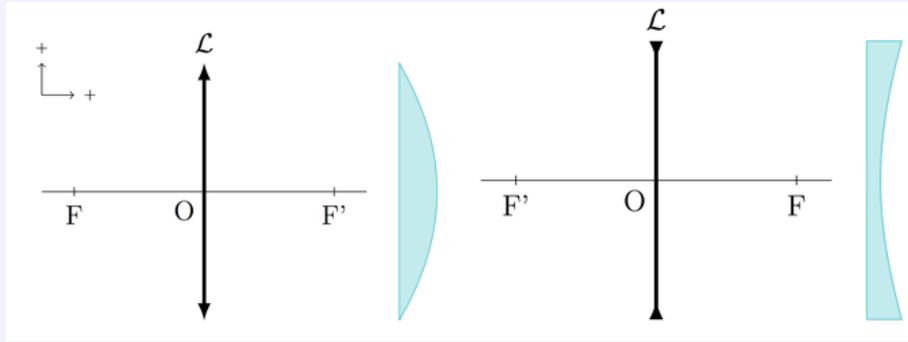
Compétences	Niveau Validé
Réaliser : Réaliser un dispositif expérimental, Faire un calcul, Représentation graphique.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Lentille convergente, distance focale, relation de conjugaison, grandissement.	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale : Suivre un protocole, Régler des appareils de mesure.	A B C D
Valider : Extraire des informations, des données expérimentales et les exploiter.	A B C D

Contexte Dans ce TP, il s'agira d'étudier des lentilles convergentes et divergentes qui sont les constituants de base de nombreux instruments d'optique (microscope, lunette, loupe ...). Le but de ce TP est de vous faire découvrir la formation d'images par une lentille et les caractéristiques de ces images et de la lentille. On se propose, ainsi, de modéliser le comportement d'une lentille mince convergente à partir d'une série de mesures. On à cherchera, aussi, à construire la marche des rayons lumineux qui la traversent, ainsi qu'à déterminer la nature et le sens de l'image d'un objet.

Document n° 1 : Les lentilles

Une lentille est un milieu transparent limité par deux dioptries, les deux peuvent être sphériques ou l'un est sphérique et l'autre est plan. Dans ce TP, nous étudierons des lentilles minces : une lentille est mince si son diamètre est très grand devant son épaisseur.

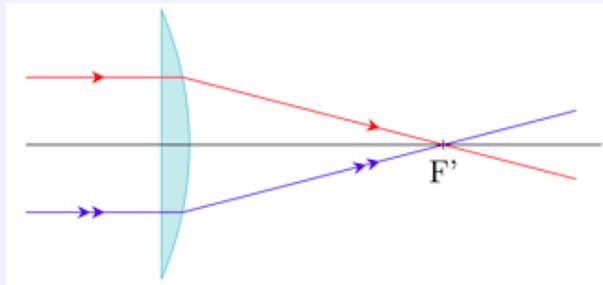
Le centre de la lentille est noté O et est appelé centre optique et il est considéré comme ponctuel. Tout rayon passant par O n'est pas dévié par la lentille. L'axe optique de la lentille est l'axe qui passe par le centre optique O et qui est perpendiculaire à la lentille. On distingue deux sortes de lentille :



Document n° 2 : Distance focale et vergence

Une lentille mince est caractérisée par sa distance focale ou sa vergence.

La distance focale notée f' correspond à la distance algébrique en mètre entre le centre optique O et le foyer image F' : $f' = \overline{OF'} = -\overline{OF}$.



La vergence C qui se mesure en dioptrie (δ) est l'inverse de la distance focale :

$$V = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

Document n° 3 : Relation de conjugaison de Descartes

On peut déterminer la position $\overline{OA'}$ d'une image donnée par une lentille à partir de la position \overline{OA} de l'objet en connaissant la distance focale f' de la lentille à l'aide de la relation

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

Cette relation s'appelle la relation de conjugaison des lentilles. Elle concerne les mesures algébriques de longueurs.

Document n° 4 : Grandissement

Soit \overline{AB} la taille de l'objet et $\overline{A'B'}$ la taille de l'image. On appelle grandissement le rapport

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Document n° 5 : Liste du matériel

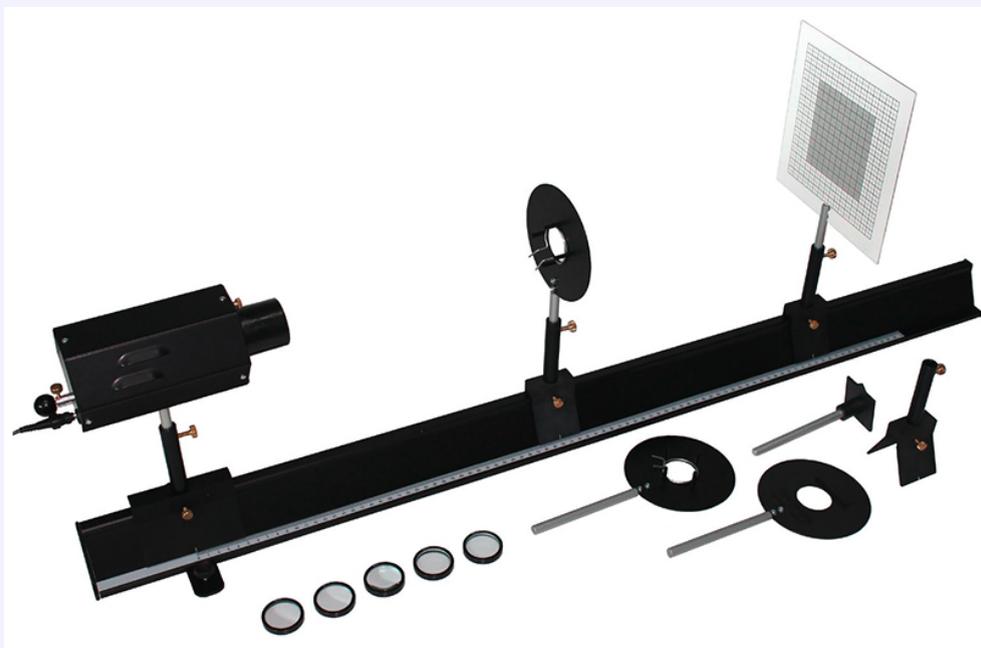
- Une lampe quartz-iode ;
- Une alimentation alternative 12V ;
- Un banc optique d'une longueur de deux mètres plus un ensemble de pieds adaptés (5 au moins) ;
- Un ensemble de lentilles convergentes de différentes focales identifiées avec des lettres sur supports adaptés au banc optique ;
- Un ensemble de lentilles divergentes de différentes focales identifiées avec des lettres sur supports adaptés au banc optique ;
- Un écran blanc pouvant se positionner sur pied du banc optique ;
- Un support de diapositive pouvant se positionner sur pied du banc optique ;
- Une diapositive objet (petite voiture par exemple) transparente mais dépolie ;
- Un miroir

Document n° 6 : Simulations

Pour faciliter l'exploration de toutes les possibilités de la formation des images à l'aide d'une simulation numérique s'appuyant entre autres sur la propagation rectiligne des rayons lumineux.

- Simulation Geogebra : <https://www.geogebra.org/m/K7CtFMrS>
- Applet FLASH due à G. Tulloue (Université de Nantes) http://jmpodvin2000.free.fr/prog2010/Premiere/observer/ch1/lentille_mince.html

Document n° 7 : Banc optique



I. Manipulation

1. Choisir une lentille de vergence $+8 \delta$ (dioptries). Que vaut sa distance focale? Réaliser un montage optique avec le matériel de façon à former une image nette sur l'écran.

.....
.....
.....
.....
.....

2. Est-il toujours possible d'obtenir une image sur un écran? Si l'on fixe les positions de l'objet et de la lentille, combien de positions de l'écran donnent une image nette?

.....
.....
.....
.....
.....

3. Comment évolue la taille de l'image sur l'écran au fur et à mesure qu'on rapproche la lentille de l'objet?

.....
.....
.....
.....
.....

4. Réaliser les mesures de la position des images pour différents positions de l'objet, et compléter le tableau.

\overline{OA} (m)									
\overline{OA}' (m)									

II. Représentation graphique

Cliquez sur les liens d'animation sur les lentilles convergentes.

En vous aidant de ces animations, répondez aux questions suivantes.

1. Trois rayons particuliers permettent la construction de l'image d'un objet lumineux. Lesquels ? Énoncez la règle de construction graphique associée à chacun de ces trois rayons.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

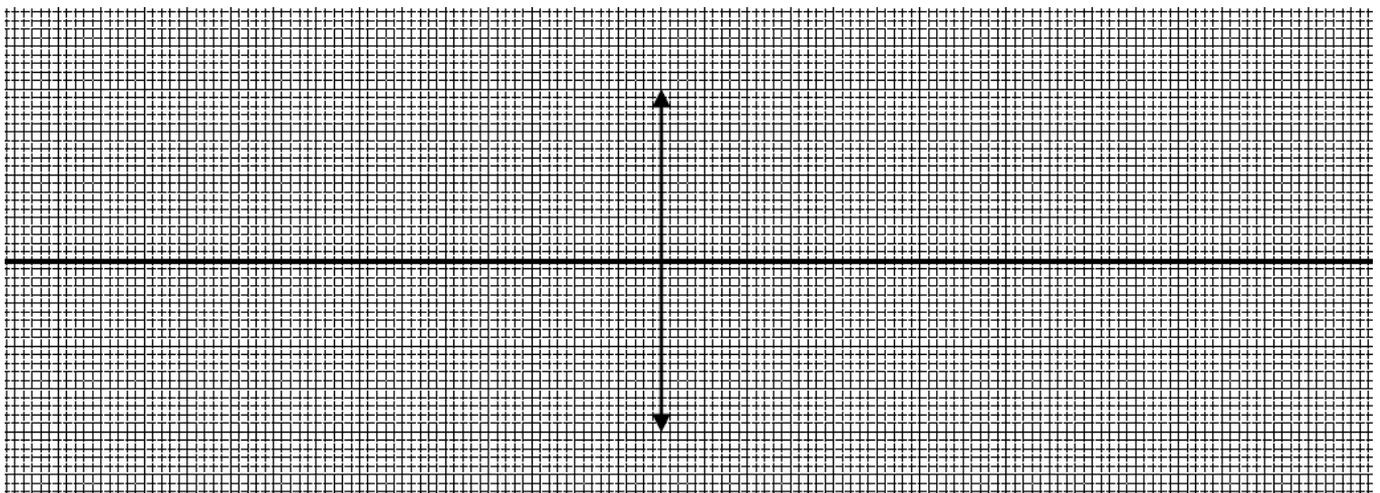
.....

.....

.....

.....

2. Faire un schéma d'une lentille convergente L de distance focale $f' = 3$ cm. Dessiner un objet AB de 1 cm, à 7 cm de la lentille, puis, par construction graphique, prévoir la position de son image par rapport à la lentille et sa taille. Que peut-on dire de l'image par rapport à l'objet (sens et taille) ?



.....

.....

.....

.....

.....

.....

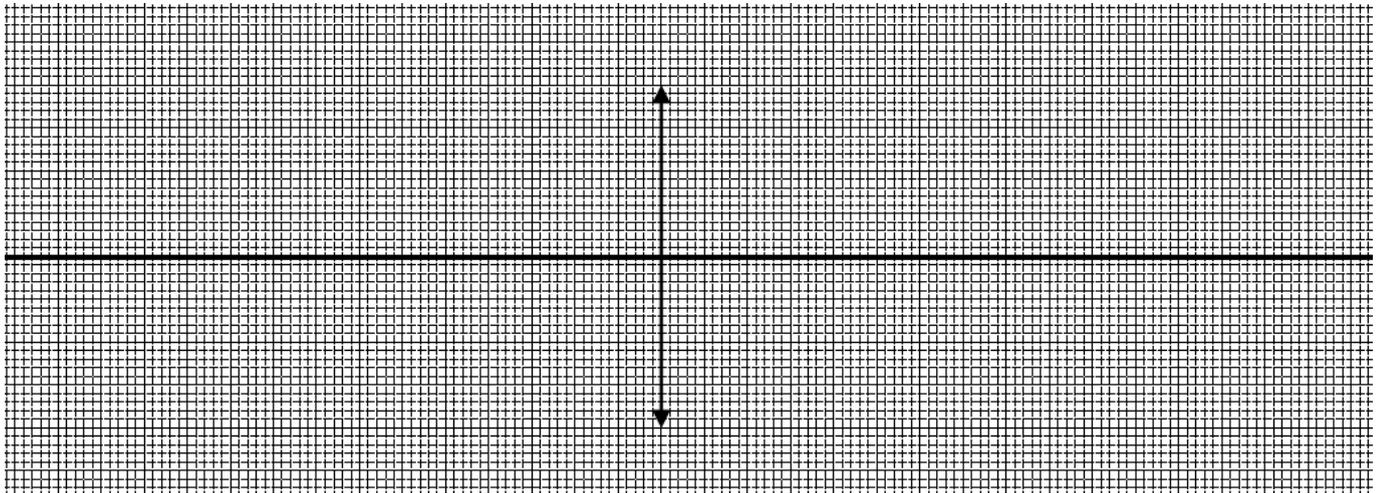
.....

.....

.....

.....

3. Faire le schéma de la même lentille, en plaçant cette fois l'objet à 1 cm de la lentille (vous pouvez vous aider de l'animation pour trouver la position de l'image).



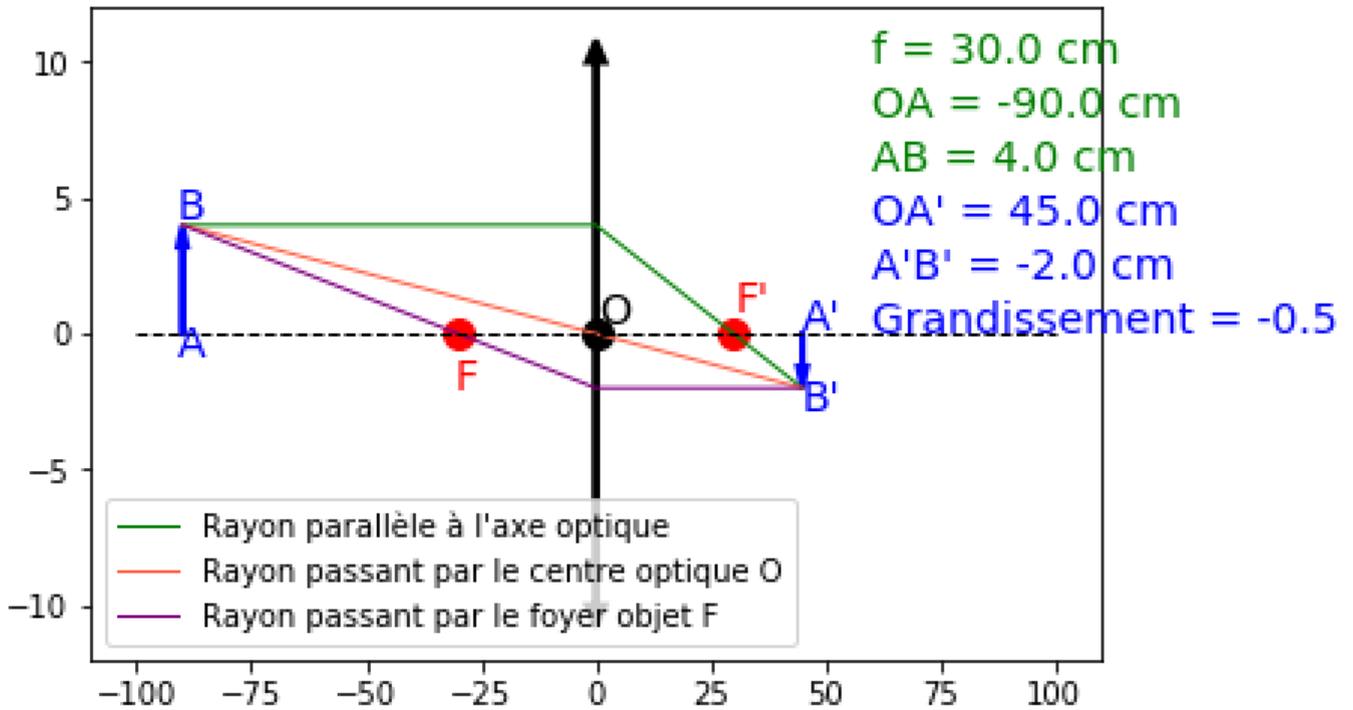
III. Modélisation mathématique

1. Compléter le tableau suivant.

\overline{OA} (m)									
$\overline{OA'}$ (m)									
$x = \frac{1}{\overline{OA}}$ (m ⁻¹)									
$y = \frac{1}{\overline{OA'}}$ (m ⁻¹)									
\overline{AB} (m)									
$\overline{A'B'}$ (m)									
γ									

IV. Etude d'un programme Python

En modifiant les paramètres du programme en Python `lentille.py`, faire apparaître la figure suivante sur la console. Etudier ensuite les variations de la figure en fonction des paramètres.



— Fin —



Caractéristique de dipôles

Compétences travaillées dans ce TP

Compétences	Niveau Validé
Analyser : Choisir, concevoir ou justifier un protocole expérimental, organiser et exploiter les informations extraites, ses connaissances.	A B C D
Réaliser : Mesurer une tension et une intensité. Réaliser le dispositif expérimental correspondant au protocole, réaliser une série de mesures, exploiter les résultats (tableau, graphique...), Programmer.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances : Caractéristique tension-courant d'un dipôle. Loi d'Ohm	A B C D
Valider : Extraire des informations des données expérimentales et les exploiter.	A B C D

Contexte Une plaque électrique est constituée d'une résistance chauffante. Sa température est d'autant plus forte que l'intensité électrique I la traversant est importante. Les boutons de réglage permettent de réguler la tension électrique U entre les bornes de la résistance. On se propose, ici, d'étudier les variations de la tension U en fonction de l'intensité I qui traverse la résistance électrique de la plaque chauffante. Ensuite, on étudiera la caractéristique d'une diode électroluminescente DEL.

I. Documents

Document n° 1 : Caractéristique tension-intensité $U = f(I)$

Afin de définir les propriétés électriques d'un dipôle, il est nécessaire d'étudier sa caractéristique tension-intensité. Cette caractéristique est la courbe représentant la tension U entre les bornes du dipôle étudié en fonction de l'intensité I du courant qui le traverse.

Document n° 2 : La loi d'Ohm

La loi d'Ohm est une loi physique empirique qui lie l'intensité du courant électrique I traversant un dipôle électrique à la tension U à ses bornes. On note :

- U la tension aux bornes de la résistance exprimée en Volt (V) ;
- I l'intensité du courant qui circule à travers la résistance exprimée en Ampère (A) ;
- R la valeur de la résistance exprimée en Ohm (Ω).

La loi d'Ohm établit que la tension est proportionnelle à l'intensité. Mathématiquement :

$$U = R \times I$$

Un dipôle électrique vérifiant la loi d'Ohm est appelé un conducteur ohmique.

Document n° 3 : Programme python pour faire un graphe et une regression linéaire

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 I=np.array([0,25e-3,50e-3,75e-3,100e-3,125e-3])
4 U=np.array([0,1.7,3.4,5.1,6.8,8.5])
5
6 coeff=np.polyfit(I, U,1)
7 Umodel = coeff[0]*I+coeff[1]
8 print('R={0:.1f}'.format(coeff[0]), 'ohms')
9
10 fig = plt.figure(figsize=(12,10))
11 plt.plot(I,U, 'r+', label='U=f(I)')
12 plt.plot(I,Umodel, 'b', label='modèle linéaire')
13 plt.legend()
14 plt.xlabel("intensité I (A)")
15 plt.ylabel("tension U (V)")
16 plt.grid()
17 plt.title("Caractéristique Intensité-Tension "
18           "d'un dipôle ohmique")
19 plt.show()
```

Document n° 4 : Matériel

- Générateur (source de tension réglable)
- Multimètre utilisé en ampèremètre
- Multimètre utilisé en voltmètre
- Interrupteur
- Conducteur ohmique modélisant la résistance de la plaque chauffante
- Fils de connexion
- Ordinateur muni du logiciel Spyder® et le programme ohm.py.

II. Caractéristique d'un conducteur ohmique

1. Quel est le schéma électrique normalisé de l'expérience permettant de mesurer la tension aux bornes du conducteur ohmique et l'intensité la traversant ?

2. Réaliser le montage.

3. Effectuer une série de 10 mesures de tension U et d'intensité I en faisant varier la tension. Répertorier les résultats dans un tableau.

U (V)									
I (A)									

4. En utilisant le logiciel Spyder[®], tracer la caractéristique du conducteur ohmique c'est-à-dire $U = f(I)$. Commenter le résultat. La loi d'Ohm est-elle en accord avec les résultats expérimentaux ?

.....

.....

.....

.....

.....

5. En modélisant la caractéristique obtenue par une droite et en utilisant la loi d'Ohm, déterminer la valeur de la résistance du conducteur ohmique utilisé.

.....

.....

.....

6. Vérifier la résistance du conducteur ohmique à l'aide d'un ohmmètre.

.....

.....

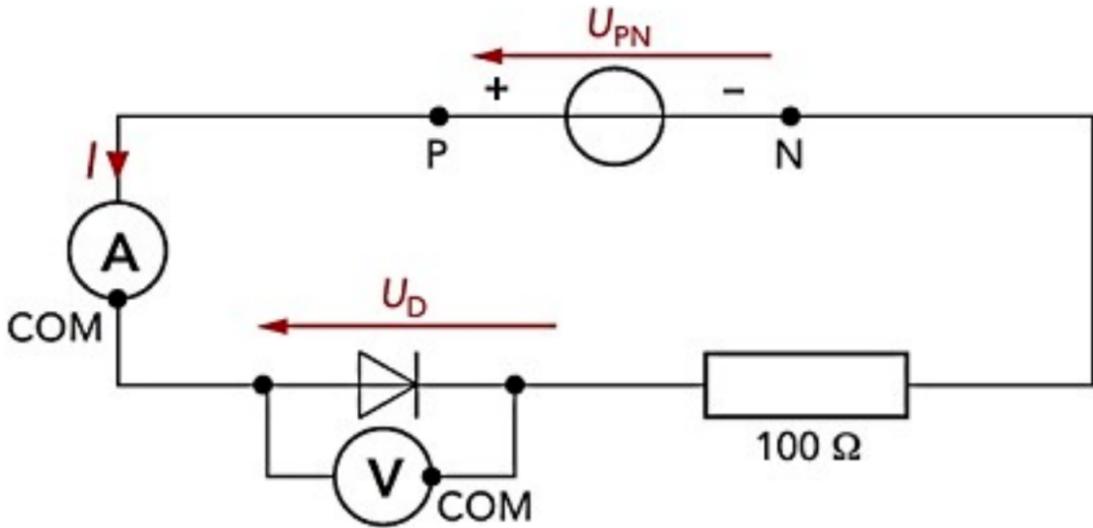
.....

.....

.....

III. Caractéristique d'une DEL

- Réaliser le montage.



- Effectuer une série de 10 mesures de tension U et d'intensité I en faisant varier la tension. Répertorier les résultats dans un tableau.

U (V)									
I (A)									

- En utilisant le logiciel Spyder[®], tracer la caractéristique de la DEL c'est-à-dire $U = f(I)$. Commenter le résultat. La loi d'Ohm est-elle en accord avec les résultats expérimentaux ?

.....

.....

.....

.....

.....

— Fin —



Etude d'un capteur de température

Compétences travaillées dans ce TP

Compétences	Niveau Validé
Analyser : Choisir, concevoir ou justifier un protocole expérimental, organiser et exploiter les informations extraites, ses connaissances.	A B C D
Réaliser : Réaliser le dispositif expérimental correspondant au protocole, réaliser une série de mesures, exploiter les résultats (tableau, graphique...), Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur, Programmer.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances :	A B C D
Valider : Extraire des informations des données expérimentales et les exploiter.	A B C D

Contexte Dans une boutique d'aquariophilie, Tom a acheté un Discus, un poisson tropical originaire de l'Amazonie. Le vendeur l'a prévenu que, même si pour la majorité des poissons exotiques la température idéale de l'eau se situe à 25 °C, le Discus était différent. En effet, pour cette espèce de poisson la température doit être plus élevée : entre 28 °C et 29 °C. Le vendeur lui a donc conseillé de suivre régulièrement la température de l'eau de son aquarium.

Possédant du matériel électronique, Tom se décide à créer lui-même son propre thermomètre pour le suivi de la température de son aquarium. Il possède notamment une thermistance et une carte Arduino et l'un de ses amis lui a prêté un thermomètre juste pour une journée afin d'effectuer un étalonnage. Mais Tom se pose des questions sur l'utilisation de la thermistance et sur le code Arduino à effectuer pour obtenir une température.

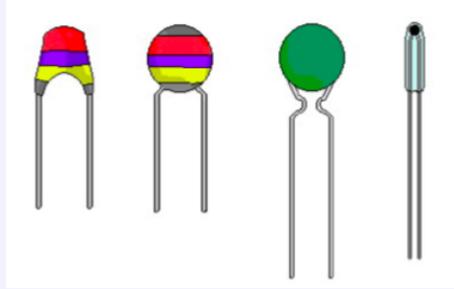
Il va falloir que vous aidiez Tom, notamment pour réaliser son circuit électrique ainsi que la création de son programme arduino.

I. Documents

Document n° 1 : La thermistance

Un capteur de thermistance est un élément de détection de la température composé d'un matériau semi-conducteur fritté qui se caractérise par d'importantes variations de résistance proportionnelles à de faibles changements de température.

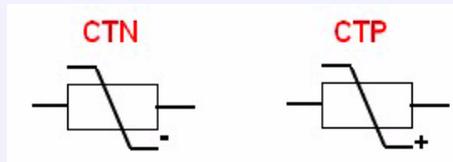
Les thermistances sont fabriquées à partir d'une combinaison de métaux et de matériaux à base d'oxyde métallique. Une fois combinés, les matériaux sont formés et cuits dans la forme souhaitée. Les thermistances peuvent ensuite être utilisées en l'état en tant que thermistances en forme de disque ou être formées et assemblées avec des fils conducteurs et des revêtements pour obtenir des thermistances en forme de bille.



Elles possèdent, soit un coefficient de température négatif (CTN), soit un coefficient de température positif (CTP).

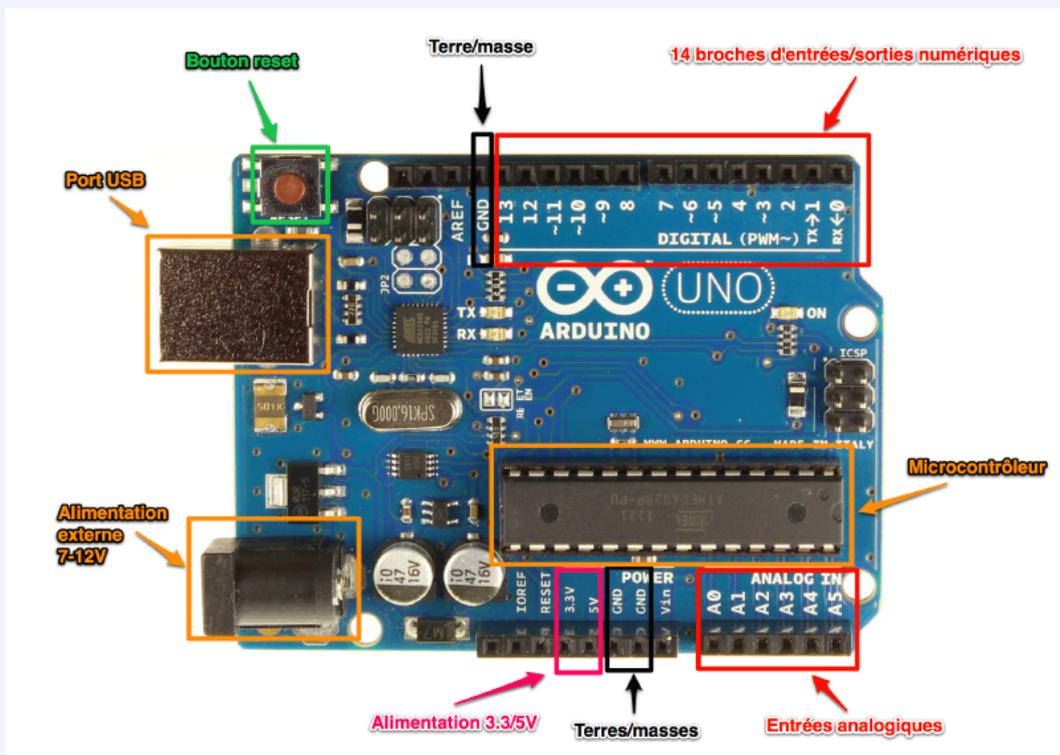
Dans le premier cas, la thermistance a une résistance qui diminue lorsque la température augmente ; dans le second cas, sa résistance augmente avec la température dans un large domaine.

Les thermistances CTP peuvent servir de limiteurs de courant pour la protection de circuits (à la place de fusibles) tandis que les thermistances CTN sont principalement utilisées pour la mesure de température. Ces dernières sont largement répandues dans les thermostats numériques.



Document n° 2 : Carte Arduino UNO

La carte Arduino Uno comporte un microcontrôleur, c'est-à-dire l'équivalent d'un petit microprocesseur. Cette carte peut recevoir des informations analogiques ou numériques sur ses entrées et renvoyer des informations numériques sur ses sorties.



Les entrées analogiques de la carte convertissent la valeur d'entrée (une tension entre 0 et 5 V) en

valeur numérique sur 10 bits, soient 1024 valeurs possibles allant de 0 à 1023. Puisque l'on a 1024 valeurs possibles pour une plage de mesure de 5 V, la résolution (plus petite variation de tension) de ce convertisseur est de : $\frac{5,0}{1024} = 0,0049\text{V}$

Document n° 3 : L'ohmmètre

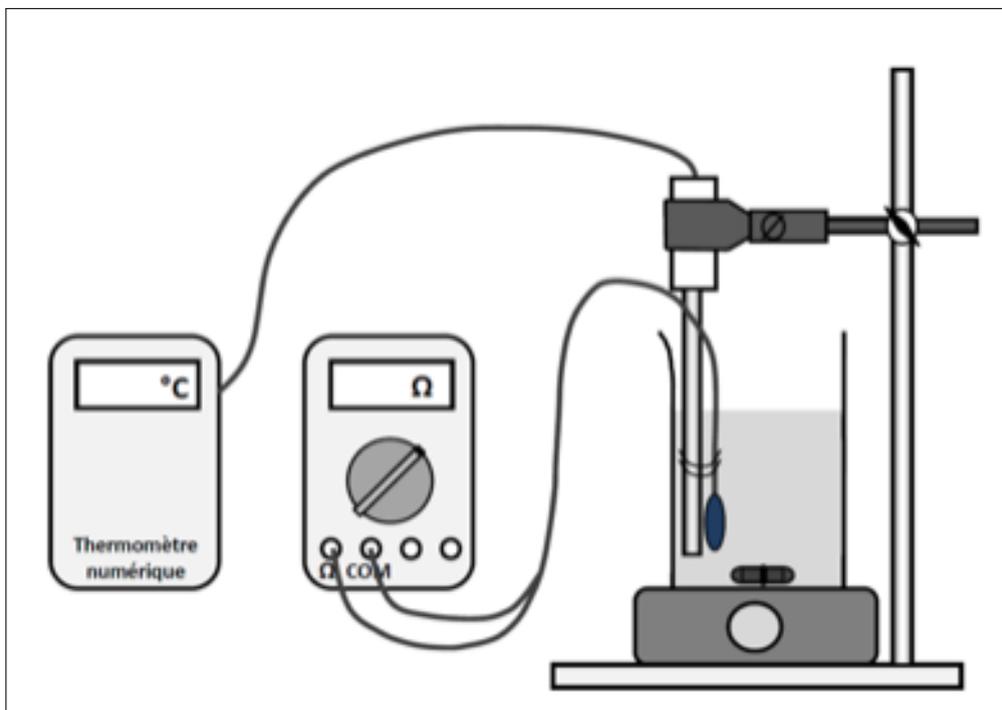
Un ohmmètre est un instrument qui permet de mesurer la résistance électrique d'un composant ou d'un circuit électrique. L'unité de mesure est l'ohm, noté Ω . Pour calculer la résistance, l'ohmmètre impose une tension et mesure le courant, ou bien génère un courant et mesure la tension. Cet instrument exploite la loi d'Ohm ($U = R \times I$) afin de déterminer la résistance électrique.

Document n° 4 : Loi de Steinhart-Hart

Les thermistances sont pratiques pour mesurer efficacement et rapidement une température T . L'inconvénient c'est que leur résistance R_t ne varie pas linéairement avec la température. Néanmoins sur un petit intervalle de 10 °C à 40 °C environ, leurs variations peuvent être ramenées à une droite du type :

$$T = a \times R_t + b$$

II. Etude de la thermistance



Montage expérimental

1. Dans un premier temps, réaliser le montage, à l'aide du matériel mis à votre disposition, permettant de mesurer la valeur de la résistance de la thermistance pour des températures différentes (les températures seront comprises entre 1 et 80 °C).

2. Quel est le schéma électrique normalisé de l'expérience ?

3. Expliciter le protocole de votre expérience.

.....
.....
.....
.....
.....

4. Après accord du professeur, effectuer le montage proposé puis réaliser une série de mesures (résistance ($k\Omega$), température ($^{\circ}C$)).

T ($^{\circ}C$)									
R ($k\Omega$)									

5. La résistance électrique de la thermistance est-elle fixe ou variable ? Que se produit-il lorsque la température augmente ? S'agit-il d'une résistance CTN ou CTP ?

.....
.....
.....
.....
.....

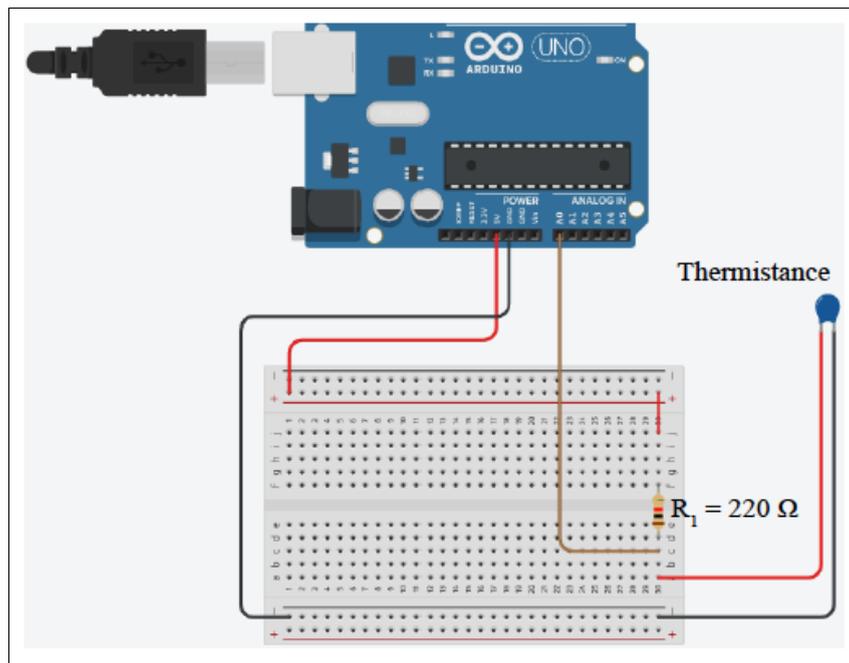
6. Tracer, à l'aide d'un programme python, le graphique représentant la résistance en fonction de la température.

```

1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import numpy as np
3
4 Tmes=np.array([0.1,10.0,20.4, 25.0, 30.0, 40.0, 50.0,60.0, 70.0, 80.0, 90.0,
5               100.0])
6 Rmes=np.array([32.7, 20.0, 12.3, 10.1,8.1, 5.2, 3.4, 2.2, 1.5, 1.0,0.7,0.5])
7
8 plt.plot(Tmes,Rmes,"ro")
9 plt.title("Courbe d'étalonnage de la température CTN")
10
11 plt.grid()
12 plt.ylabel("Résistance (en kohm)")
13 plt.xlabel("Température (en degré celsius)")
14 plt.show

```

III. Mesure de température à l'aide d'Arduino



Montage électrique avec la carte Arduino

1. Réaliser le montage Arduino. Quel est le schéma électrique normalisé correspondant ? On nommera U_g la tension de la carte arduino à 5 V, U_t la tension de la thermistance et U_r la tension de la résistance.

Passons au programme arduino. Ouvrez le fichier `CTN_eleve`. Choisir parmi les trois propositions ci-dessous, la ligne de code permettant d'obtenir la tension U_t à partir de la variable « valeur » `analogRead(A0)` lue à la broche A0.

6.
 - $U_t = \text{analogRead}(A0) * (1024 / 5.0)$
 - $U_t = \text{analogRead}(A0) * (5.0 / 1024)$
 - $U_t = \text{analogRead}(A0) * (5.0 * 1024)$

```
float R1=220.0;
float Ug=5.0;

/* --- Initialisation --- */
void setup() {
  Serial.begin(9600); // permet de communiquer via l'écran de l'ordinateur
  pinMode(A0,INPUT); // définit la broche A0 comme une entrée
}

/* --- Instructions --- */
void loop() {
  float Ut =
  float Rt =
  float temperature=

  Serial.println("La température est de ");
  Serial.println(temperature);
  Serial.println("°C");
  delay (2000);
}
```

.....

7. A l'aide de la question 5, écrire la ligne manquante exprimant R_t en fonction U_g , U_t et R_1 .

.....

8. Après accord du professeur, réaliser le montage et compléter le programme arduino.

Il faut maintenant effectuer un étalonnage. En s'appuyant sur la loi affine de Steinhart-Hart, déterminer le coefficient directeur a et l'ordonnée à l'origine b qui relie la température T à la résistance R_t .

10. A l'aide de vos mesures, déterminer l'équation de la droite à l'aide d'un programme en python.

.....

11. En vous aidant de l'équation de la droite obtenue précédemment, compléter le programme afin de déterminer la température en fonction de R_t .

.....
.....
.....
.....
.....
.....

12. Afin de vérifier le bon fonctionnement du programme, plonger la thermistance dans un bain thermostaté à 29 °C et comparer avec le résultat sur l'IDE (logiciel) d'Arduino.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

—— Fin ——



Utilisation d'une photorésistance

Compétences travaillées dans ce TP

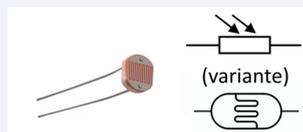
Compétences	Niveau Validé
Analyser : Choisir, concevoir ou justifier un protocole expérimental, organiser et exploiter les informations extraites, ses connaissances.	A B C D
Réaliser : Réaliser le dispositif expérimental correspondant au protocole. Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur. Programmer.	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances :	A B C D
Valider : Extraire des informations des données expérimentales et les exploiter.	A B C D

Contexte La photorésistance est un composant électronique que l'on trouve généralement en utilisation domotique, pour piloter l'éclairage de l'extérieur de votre maison quand la luminosité du Soleil diminue ou encore pour faire monter descendre les volets électriques d'une habitation. On se propose, ici, de mieux comprendre son utilisation à l'aide d'un montage Arduino.

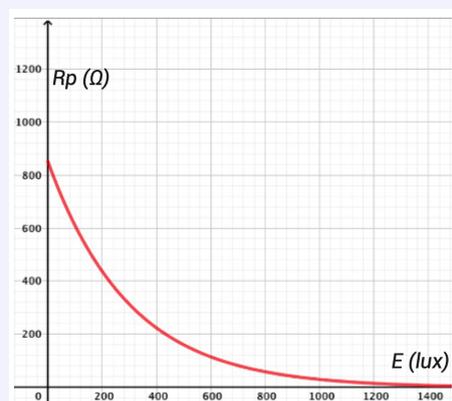
I. Documents

Document n° 1 : La photorésistance

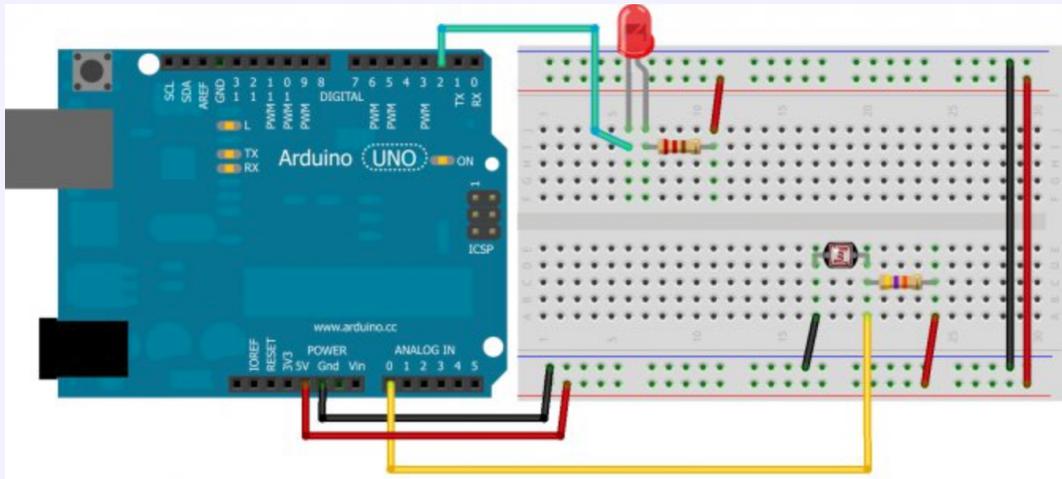
Une photorésistance est un composant électronique dont la résistivité varie en fonction de la quantité de lumière incidente : plus elle est éclairée, plus sa résistance baisse. Ce capteur de lumière est également désigné par les initiales LDR (Light-Dependent Resistor) ou comme un photoconducteur.



Voici l'allure de la courbe de la résistance d'une photoresistance en fonction de la luminosité en lux.



Document n° 2 : Montage Arduino



Document n° 3 : Programme Arduino

```
const char led = 2; // Une LED pour indiquer s'il fait jour
const char capteur = 0; // broche A0 sur laquelle va être connecté le pont diviseur de tension
float tension = 0; // variable qui va enregistrer la tension lue en sortie du capteur
float seuilObscurite = 2.5; // valeur en V, seuil qui détermine le niveau auquel l'obscurité est présente

void setup()
{
  // définition des broches utilisées
  pinMode(led, OUTPUT);

  Serial.begin(9600); // la voie série pour monitorer
}

void loop()
{
  // conversion de cette valeur en tension
  tension = (analogRead(capteur) * 5.0) / 1024;

  if(tension >= seuilObscurite)
  {
    digitalWrite(led, LOW); // On allume la LED
  }
  else
  {
    digitalWrite(led, HIGH); // On éteint la LED
  }
  // envoi de la valeur de la tension lue
  // vers l'ordinateur via la liaison série
  Serial.print("Tension = ");
  Serial.print(tension);
  Serial.println(" V");

  // délai pour ne prendre des mesures que toutes les demi-secondes
  delay(500);
}
```

II. Questions

1. Réaliser le montage Arduino. Quel est le schéma électrique normalisé correspondant ?

2. Expliquer le principe de fonctionnement d'une photoresistance ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Ouvrez le fichier photoresistance.ino et téléversez le après l'avoir compilé. On peut visualiser les valeurs de la tension aux bornes de la photorésistance sur le moniteur. Observer ce qui se passe si vous placez votre doigt sur la photorésistance de façon à ce qu'elle ne soit plus éclairée. Expliquer quel est l'intérêt pratique d'un tel montage ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Balance électronique

Compétences travaillées dans ce TP

Compétences	Niveau Validé
Analyser : Faire des prévisions à l'aide d'un modèle. Élaborer un protocole.	A B C D
Réaliser : Mettre en œuvre un protocole expérimental. Tracer un graphique en utilisant l'outil informatique. Effectuer des mesures. Effectuer un calcul.	A B C D
Valider : Confronter un modèle à des résultats expérimentaux. Identifier des sources d'erreurs.	A B C D

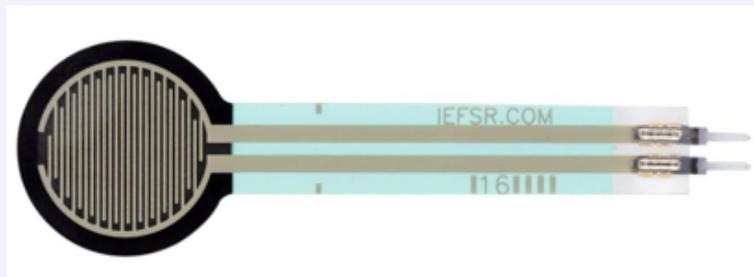
Contexte

La balance électronique est un instrument de mesure indispensable dans un laboratoire. La précision de ce type de matériel est directement liée à son coût qui est de l'ordre du millier d'euros pour une résolution au mg près. Comment fabriquer une balance électronique expérimentale à moindre coût ?

I. Documents

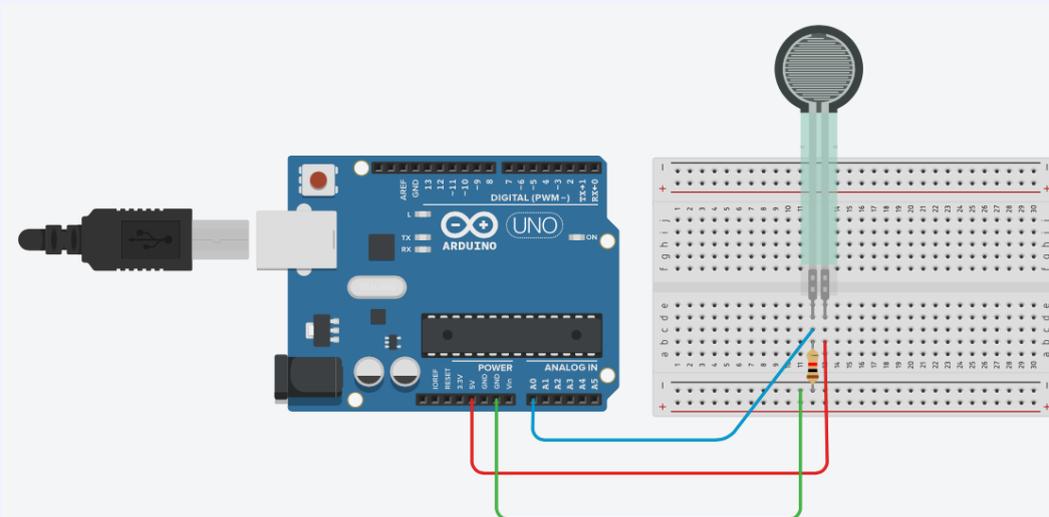
Document n° 1 : Capteur de force FSR402

Un capteur de force (ou d'effort) est un dispositif utilisé pour convertir une force (par exemple un poids) appliquée sur un objet en signal électrique. Le capteur est généralement construit en utilisant des jauges de déformation connectées en un pont approprié. Un amplificateur est normalement nécessaire pour lire le signal délivré par le transducteur.



Le capteur de force FSR402 (Force Sensing Resistor) permet ainsi de détecter une pression physique. C'est un capteur qui répond en faisant décroître sa résistance. Si nous n'effectuons aucune pression sur le capteur, la résistance approchera l'infini. Plus on appuie sur le capteur, plus la résistance va être petite.

Document n° 2 : Montage expérimental



II. Etude du capteur de force

1. Brancher le capteur force FSR402 aux bornes d'un ohmmètre (calibre 20 kΩ). Appuyer modérément sur la surface active circulaire du capteur. Quelles grandeurs physiques sont modifiées ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Conclure quand au fonctionnement d'un capteur force.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Nous allons réaliser la courbe d'étalonnage du capteur. Relier le capteur à l'ohmmètre (20 kΩ), placer différentes masses de valeurs connues sur la surface active du capteur et noter la valeur de la résistance du capteur R_{capt} en ohms. Compléter le tableau ci-dessous.

Masse m (g)							
R_{capt} (Ω)							

4. Tracer le graphe donnant les variations de la résistance du capteur en Ω en fonction de la masse en g.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Justifier, par une phrase claire et cohérente, que le graphe obtenu est cohérent avec le fonctionnement du capteur vue précédemment.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Tracer le graphe donnant les variations de l'inverse de la résistance du capteur ($1/R_{capt}$) exprimé en Ω^{-1} en fonction de la masse exprimée en g. (modéliser le graphe obtenu en ajoutant une courbe de tendance, donner l'équation de cette courbe de tendance ainsi que le coefficient de corrélation)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Que peut-on conclure mathématiquement de ce dernier graphe ? En donner une valeur chiffrée.

.....

.....

.....

8. En déduire la relation permettant de calculer la masse en fonction de la résistance R_{capt} du capteur.

.....

.....

.....

.....

.....

9. Justifier par une relation mathématique la phrase ci-dessous. « En modifiant la masse posée sur la face active du capteur, on modifie la force exercée sur le capteur ».

.....

.....

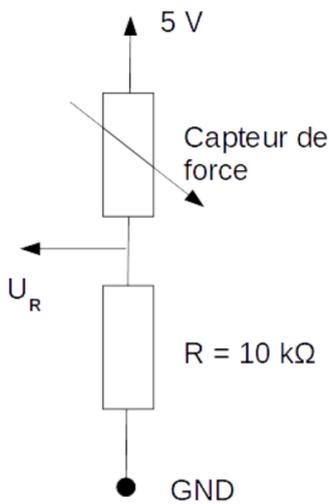
.....

.....

.....

III. Etude théorique du montage utilisé

Nous allons travailler avec le montage ci-dessous. Le microcontrôleur sera branché pour mesurer la tension U_R aux bornes du conducteur ohmique.



1. Déterminer la relation entre la tension aux bornes du générateur notée U_G , la tension aux bornes du conducteur ohmique de résistance R notée U_R et la tension aux bornes du capteur notée U_{capt} .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. La tension aux bornes du capteur de force étant égale au produit de la résistance R_{capt} du capteur par l'intensité I qui circule dans le circuit, déterminer la résistance du capteur R_{capt} en fonction de U_R , U_G , et I .

.....

.....

.....

.....

.....

En utilisant la loi d'Ohm appliquée au conducteur ohmique de résistance R ainsi que la relation trouvée à la question précédente, démontrer que la résistance R_{capt} du capteur force est égale à :

3.

$$R_{capt} = \frac{U_G - U_R}{U_R} \times R$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tracer le graphe donnant les variations de la résistance du capteur en Ω en fonction de la masse en g.

4.

.....

.....

.....

.....

.....

En utilisant les relations trouvées, montrer que la masse m posée sur le capteur est liée à la tension U_R que mesure le microcontrôleur grâce à la relation :

5.

$$m = \frac{U_R}{(U_G - U_R) \times R \times \text{COEFDIRECT}}$$

avec $U_G = 5 \text{ V}$, $R = 10000 \text{ } \Omega$ et $\text{COEFDIRECT} =$ coefficient directeur trouvé précédemment, la masse sera exprimée en grammes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

IV. Réalisation expérimentale de la balance expérimentale

1. Réaliser le montage expérimental.

Ouvrir le programme. Parmi la liste ci-dessous de commentaires à associer au programme, associer le bon commentaire à la ligne de programme qui convient.

```
// On affiche le texte entre " et "  
// La mesure correspond à un entier et se fait sur le pin Analogique A0  
// Fixe le débit de communication entre le moniteur série de la carte et l'ordinateur en nombre  
de caractères par seconde  
2. // Programme principal exécuté en boucle  
// On déclare comme un entier la grandeur correspondant à la valeur numérisée de la tension  
analogique lue aux bornes de R  
// Attente de 5 s avant une nouvelle mesure  
// On déclare comme un entier la tension analogique lue aux bornes de R  
// URnumerise correspond à la valeur numérisée de la tension analogique lue en A0 (UR)  
// On affiche la valeur de la masse avec un saut de ligne
```

```
int RPin = 0;  
int URnumerise;  
int tensionR;  
int masse; // On déclare comme un entier la masse  
unsigned long Resistancecapteur; // On déclare comme un entier la resistance du capteur  
  
const float coefficient_directeur = 9.148 / 10000000; // Modifier la valeur du coefficient directeur de la droite 1/Rcapteur en fonction masse en ohms-1 par g  
  
void setup() // initialisation exécuté une seule fois  
{  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop()  
{  
  URnumerise = analogRead(RPin);  
  tensionR = map(URnumerise, 0, 1023, 0, 5000); // Convertit la valeur numérisée en une tension analogique en mV  
  
  if (tensionR == 0) {  
    Serial.println("Pas de masse");  
  }  
  else {  
    // la tension aux bornes de la résistance UR = tension alimentation x R / (R + Rcapteur) avec R = 10 kohms et tension alimentation = 5V  
    // donc la résistance du capteur de force Rcapteur = ((5 - UR) x R) / UR  
    Resistancecapteur = 5000 - tensionR; // tensionR est en mV et 5V = 5000 mV  
    Resistancecapteur *= 10000; // multiplication par la résistance R=10 kohms  
    Resistancecapteur /= tensionR; // division par la tension aux bornes de la résistance  
  
    masse = 1 / coefficient_directeur / Resistancecapteur; // m=1/(coef-direct x Rcapteur )  
    Serial.print("La masse en g vaut ");  
    Serial.println(masse);  
  }  
  delay(5000);  
}
```

3. Dans le programme, remplacer la valeur du « coefficient directeur » par la valeur obtenue sur le graphique.

Vérifier le programme. S'il y a des erreurs, elles sont indiquées en bas de la fenêtre. Les corriger puis revérifier votre programme.

4. Connecter la carte à l'ordinateur grâce au câble joint.
Vérifier le bon type de carte et le bon port de communication.
Téléverser le programme dans le microcontrôleur.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Placer, sur la surface active du capteur, l'objet proposé. Ouvrir le port série et noter la valeur de la masse mesurée par le capteur. En déduire la masse de l'objet pesé.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Une mesure expérimentale est considérée comme très satisfaisante si le rapport l'erreur relative est inférieure à 5 %. Si ce rapport est compris entre 5 et 10 %, la mesure est satisfaisante. Au delà, elle est peu satisfaisante. Calculer l'erreur relative. Conclure. Comment pourrait-on expliquer cet écart ?

.....
.....
.....
.....
.....

— Fin —