

Contrôle continu et épreuves finales du baccalauréat

*Vous aurez votre baccalauréat si vous obtenez une note finale d'au moins 10/20.
Cette note finale se construit de la façon suivante.*

1 Contrôle continu : 40 % de la note

- Les notes présentes dans les bulletins de 1^{re} et de T^{le} comptent pour **10 %** de la note finale du baccalauréat.
 - Les notes obtenues lors des épreuves communes de 1^{re} et de T^{le} comptent pour **30 %** de la note final du baccalauréat.
- Ces épreuves communes sont organisées une ou deux fois dans l'année en 1^{re} et une fois en T^{le}.

- Elles concernent les enseignements de tronc commun et l'enseignement de spécialité que vous arrêterez en fin de 1^{re}. Elles ne portent donc pas sur les enseignements de spécialités que vous aurez choisis pour la T^{le}.
- Pour l'enseignement de spécialité que vous arrêterez en fin de 1^{re}, vous aurez à passer une épreuve commune spécifique qui compte pour 5 % de la note final du baccalauréat.

2 Épreuves finales : 60 % de la note

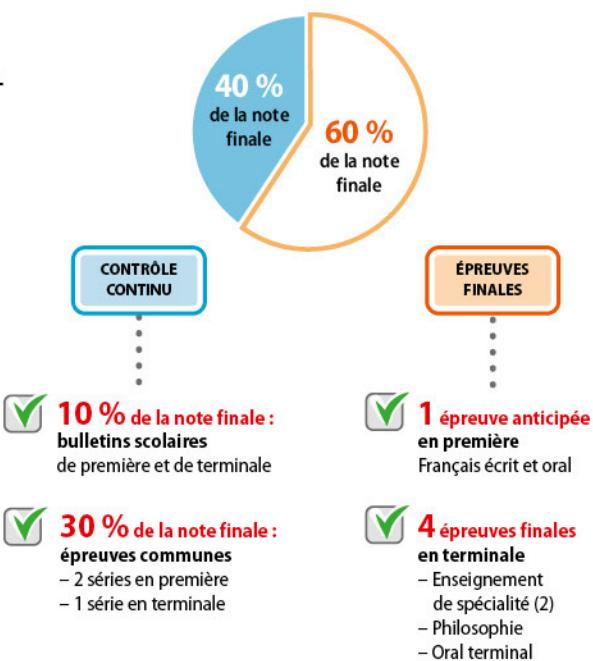
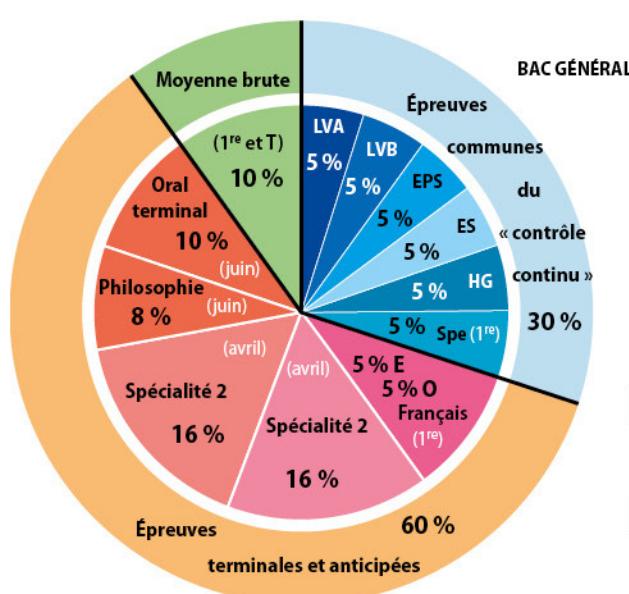
Les notes obtenues lors des épreuves finales comptent pour **60 %** de la note finale du baccalauréat.

► Vous passerez notamment une épreuve finale pour chacun des **deux enseignements de spécialité que vous aurez choisis pour la T^{le}**. Si vous conservez la spécialité physique-chimie en T^{le}, l'épreuve finale de cette

discipline comptera donc à elle seule pour **16 % de la note finale**.

► L'oral terminal (qui est l'une des épreuves finales) porte lui aussi sur un ou deux des enseignements de spécialité que vous aurez choisis en T^{le}. Cet oral compte pour **10 %** de la note finale en voie générale.

3 En résumé



L'oral terminal



LE SUJET

L'examen porte sur un projet travaillé depuis la 1^{re} liés aux deux enseignements de spécialité choisie en Terminale.

LA DATE

L'examen devrait avoir lieu au mois de juin en terminale.

21
06



LA DURÉE

L'oral durera 20 minutes.

LES EXAMINATEURS

Le jury se compose de 3 personnes.

1 professeur de son lycée d'origine	1 professeur d'un lycée extérieur	1 non-enseignant
-------------------------------------	-----------------------------------	------------------



LES ÉLÈVES CONCERNÉS

Il est attendu une présentation du projet puis échange avec le jury.

L'oral terminal est une des épreuves finales du baccalauréat.

Cette épreuve repose sur la présentation d'un projet préparé en 1^{re} et en Tle. Ce projet est lié aux enseignements de spécialité que vous avez choisis pour la Tle.

D'une durée de 20 min, cet oral se déroule en deux parties :

- 1^{re} partie

La présentation du projet

- 2^e partie

Un échange à partir de ce projet

Cette présentation et cet échange ont pour objectif d'évaluer vos compétences à la fois à vous exprimer à l'oral et à analyser en mobilisant les connaissances et savoir-faire acquis.

Le jury est composé de 3 personnes.

Le jury appréciera

1 de façon générale :

- la qualité de l'expression, l'utilisation d'un français correct.
- Vous allez acquérir une aisance à l'oral en vous entraînant régulièrement.
- l'argumentation.
- N'hésitez pas à participer en cours en vous obligeant à construire des phrases en essayant d'argumenter le plus souvent vos propos.
- la maîtrise des connaissances et des savoir-faire acquis.
- En préparant l'épreuve terminale de spécialité, vous préparez aussi l'oral terminal.

- la fluidité et la construction de l'exposé.

► Préparez bien votre présentation et entraînez-vous avant pour bien la maîtriser.

- l'articulation entre l'analyse présentée et les outils sur laquelle elle s'appuie (diaporama ou autres).

► Préparez des supports de présentation pour illustrer votre projet.

- l'authenticité du propos.

► Soyez vous-même le plus possible et montrez que c'est votre projet et que vous vous y êtes investi pleinement.

3 au niveau des échanges :

- la qualité de l'entretien.

► L'idéal est d'arriver à un véritable échange avec le jury.

- la qualité de l'écoute et la capacité à intégrer les remarques qui pourront être formulées.

► Ce n'est pas parce que vous avez fini votre présentation que l'épreuve est terminée, restez bien attentif aux questions posées et aux remarques faites.

2 au niveau de la présentation du projet :

- la qualité du projet que vous présentez.
- À vous de bien le préparer dès la 1^{re} pour qu'il soit le plus abouti possible.

L'évaluation des compétences au baccalauréat

Au baccalauréat, lors des épreuves évaluées, certaines questions relèvent d'une évaluation de compétences. C'est le cas notamment pour toutes les questions « ouvertes » (dans le sens où il y a plusieurs démarches de résolution possibles) que l'on trouve dans une tâche complexe, une résolution de problème, et lors des ECE (évaluation des compétences expérimentales).

Les compétences évaluées sont issues des cinq compétences identifiées comme étant travaillées en physique-chimie (et tout au long de votre manuel).

APP

AN/RAI

RÉA

VAL

COM

Généralement la réponse à une question mobilise plusieurs de ces compétences.

► Ce sont ces 5 compétences à mobiliser qui sont évaluées.

Le barème associe à chaque compétence mobilisée un **coefficent** et chaque compétence est évaluée au regard de son **niveau de maîtrise**.

EXEMPLE

QUESTION 1		Niveau validé					
Compétence	Coefficient	A	B	C	D		
S'approprier	3						
Analyser	2						
Réaliser	5						pts

Niveaux de maîtrise de la compétence

A	Expert : ce qui est attendu est fait complètement
B	Avancé : ce qui est attendue est fait partiellement, la démarche est bien engagée
C	Élémentaire : des éléments de ce qui est attendu sont identifiés mais la démarche est seulement démarrée et n'est pas assez concrétisée
D	Très insuffisant : rien n'est fait

► Pour répondre à une question de type « question ouverte » (lors d'une tâche complexe ou d'une résolution de problème qui sont évaluées par compétences), prenez le temps nécessaire à l'élaboration de la réponse. Tout compte : la qualité de la rédaction, la structuration de l'argumentation et la rigueur des calculs sont valorisées ainsi que les prises d'initiative même si elles n'aboutissent pas (faîtes-les bien apparaître sur votre copie).

Évaluation des compétences expérimentales (ECE)

L'évaluation des compétences expérimentales, plus couramment appelée par ses initiales ECE, est une épreuve de l'enseignement de spécialité physique-chimie qui contribue avec l'épreuve écrite à la note de l'épreuve finale du baccalauréat.

Cette évaluation a pour objectif d'évaluer la maîtrise de compétences expérimentales qui mobilisent des connaissances, des savoir-faire et des attitudes nécessaires à la fois à la compréhension, à l'élaboration et à la mise en œuvre d'un protocole expérimental.

Dans l'énoncé, vous trouverez notamment une description du **contexte** de l'expérimentation, le **matériel mis à votre disposition** (il est possible que tout ne soit pas utile), des **documents** de nature différente et la présentation du **travail à effectuer**.

Afin que les gestes manipulatoires attendus puissent être observés par l'évaluateur, vous pouvez être amené au cours de l'épreuve à devoir l'appeler. Cela est alors clairement signalé dans le sujet de l'épreuve.

EXEMPLE

Appel		
	Appeler le professeur pour valider le protocole et le mettre en œuvre devant lui.	

► À la fin de l'épreuve, n'oubliez pas de défaire le montage et de ranger la paillasse avant de quitter la salle ; c'est un attendu qui peut être évalué.

Les compétences évaluées lors des ECE sont les compétences associées à la démarche expérimentale en sciences :

Compétences	Exemples de capacités qui peuvent être attendues
APP S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la situation
AN/RAI Analyser / Raisonner	Choisir, concevoir ou justifier un protocole/dispositif expérimental
RÉA Réaliser	Utiliser le matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée Suivre un protocole en respectant les règles de sécurité Organiser son poste de travail Effectuer des mesures avec précision Effectuer un calcul simple
VAL Valider	Exploiter et interpréter des observations, des mesures Analyser des résultats de façon critique
COM Communiquer	Utiliser les notions et le vocabulaire scientifiques adaptés Présenter, formuler une proposition, une argumentation, une synthèse, une conclusion de manière cohérente, complète et compréhensible

► Dans votre manuel, vous trouverez des activités et des exercices à caractère expérimental afin de pouvoir vous entraîner. Vous pourrez facilement les identifier par un logo spécifique : **ECE**.

Utiliser un langage de programmation

À l'aide d'un programme informatique, on peut traiter des données d'expérience, automatiser des calculs... Tout algorithme doit être rédigé dans un langage de programmation adapté, puis compilé pour être exécuté par l'ordinateur.

Python est un langage de programmation à la syntaxe simple. Il est multiplateforme (Windows, MacOS, Linux, Android, IOS). Le langage Python peut ainsi être utilisé sur n'importe quel ordinateur, smartphone et même sur les calculatrices Casio Graph 90+E, TI 83 Premium CE et Numworks. Les programmes présents dans ce manuel sont compatibles avec la version 3 de Python. Pour un usage scientifique, on choisira l'environnement de développement PyScripter, intégré à la distribution « EduPython ».



1 Exécuter des commandes dans la console

La console Python permet d'exécuter de simples lignes de commandes ou bien de lancer des programmes. La console est utile pour tester des commandes avant de les insérer dans un programme.

Toute commande écrite après le signe >>> peut être directement exécutée en appuyant sur la touche « entrée » du clavier.

Voici trois astuces pratiques :

- **L'autocomplétion** : écrire la ou les premières lettres d'une commande. Un menu déroulant s'ouvre, proposant une liste des fonctions Python.
- **L'aide** : pour obtenir des détails sur une fonction, il suffit de se déplacer dans le menu déroulant.
- **Les couleurs de syntaxe** : dans la console et dans l'éditeur, des couleurs clarifient automatiquement la syntaxe des commandes. Par exemple, selon les réglages du logiciel, les chaînes de caractères s'afficheront en vert, les boucles `if` et `while` en bleu, les chiffres en rouge... Des erreurs de syntaxe sont donc visibles.

```
>>> print("Hello")
Hello
>>> 4 * 5 - 3
17
>>>
```

```
>>> c|
```

A dropdown menu shows suggestions for 'c': callable, chr, class, classmethod, compile, complex, continue, copyright.

2 Manipuler les variables en Python

- Les variables ont un **type**, qui définit leurs propriétés et conditionne les fonctions que l'on peut leur appliquer. Voici quelques exemples de types en Python :

```
a = 5
b = 4.56
c = "Bonjour"
d = ["A", "B", "C", a, 34, "azerty"]
e = True
```

- ← **Entier** : entiers compris entre - 2 147 483 648 et 2 147 483 647.
- ← **Virgule flottante** : nombres réels, spécifiés avec un point, jusqu'à 12 chiffres significatifs.
- ← **Chaîne de caractères** : suite de caractères alphanumériques, spéciaux, accentués, etc.
- ← **Liste** : un ensemble contenant autant d'éléments voulus, de n'importe quel type.
- ← **Booléen** : variable prenant deux états seulement : Vrai (True) et Faux (False).

- Les mêmes opérations auront des effets différents selon le type de variable auquel elles sont appliquées.

EXEMPLE

L'opérateur « + », appliqué à des entiers, correspond à une addition. Le même opérateur, appliqué à des chaînes de caractères ou des listes, effectue leur concaténation, c'est-à-dire leur mise bout à bout.

```
>>> 5 + 5
10
>>> |
```

addition

```
>>> "5" + "5"
'55'
>>> [5] + [5]
[5, 5]
>>>
```

concaténation

3 Éditer un programme

- Cliquer dans la fenêtre d'édition pour écrire un programme.
- Saisir les commandes, ligne par ligne. Une fois le programme écrit, le nommer et l'enregistrer sous forme de fichier .py.
- Appuyer sur les touches « ctrl » + « F9 » pour compiler le programme et l'exécuter dans la console.
- En cas d'erreur, la console renvoie un message. La ligne du programme concernée par le « bug » est indiquée.

```
PyScripter - J:\Documents\BORDAS\python\programmes.py*
Affichage Projet Editeur Guide Aide
for i in range(10):
    print("i = ", i)
print("Fin de la boucle")
```

Structure d'un programme Python

En Python, l'**indentation** (décalage du début de la ligne avec la touche « tabulation ») indique la structure des sous-programmes. En cas d'erreur d'indentation, le programme ne fonctionnera pas ou renverra des résultats erronés !

EXEMPLE

```
# Début du programme
compteur = 10
while compteur > 0 :
    if compteur == 2 :
        print("C'est presque la fin")
    elif compteur == 1 :
        print("Dernier tour")
    else :
        print("On n'est pas encore arrivé")
    compteur = compteur - 1
print("C'est fini !")
```

Les lignes précédées par `#` ne sont pas compilées.

Toutes ces lignes sont dans la boucle `while`.

Dans ce programme, la boucle `if` sera reprise 10 fois (`compteur = 10, 9, 8, ..., 0`) alors que la ligne `print("C'est fini !")` ne sera exécutée qu'une seule fois.

Les **arguments** des fonctions (variables) sont écrits entre parenthèses.

4 Pour aller plus loin

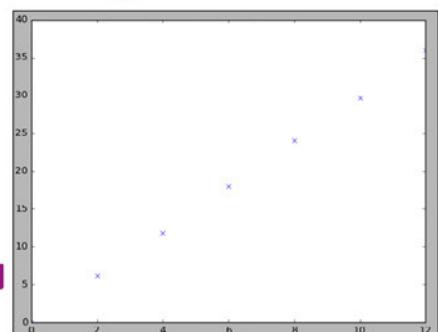
L'interpréteur Python sait faire des calculs simples, mais il est parfois nécessaire d'ajouter des fonctionnalités supplémentaires en important une **bibliothèque**.

En physique-chimie, on utilisera principalement les bibliothèques **math** pour manipuler des fonctions mathématiques usuelles ; **numpy** pour gérer des vecteurs ; **scipy** pour effectuer des calculs plus élaborés comme des régressions linéaires ; et **matplotlib** pour tracer des graphiques.

EXEMPLE

On lance la commande `from matplotlib.pyplot import *` pour pouvoir appeler ensuite toutes les fonctions du module **pyplot** de la bibliothèque **matplotlib**.

```
from matplotlib.pyplot import *
x = [0, 2, 4, 6, 8, 10, 12]
y = [0, 6.2, 11.8, 18, 24.1, 29.7, 36.0]
plot(x, y, 'x')
show()
```



Pour créer une fonction, on utilise le mot clé « `def` » suivi du nom de la fonction et des parenthèses contenant les paramètres éventuels. Le mot clé « `return` » permet de renvoyer le résultat du calcul. Il suffira ensuite d'appeler la fonction dans la console pour afficher le résultat.

EXEMPLE

On crée une fonction `angle_refraction` qui prend comme arguments l'angle d'incidence d'un rayon, en radian, et les indices optiques des deux milieux :

```
from math import *
def angle_refraction(i, n1, n2):
    return asin(n1 * sin(i) / n2)
```

Utiliser un microcontrôleur

Grâce à des microcontrôleurs, on réalise des dispositifs technologiques capables d'interagir avec leur environnement.

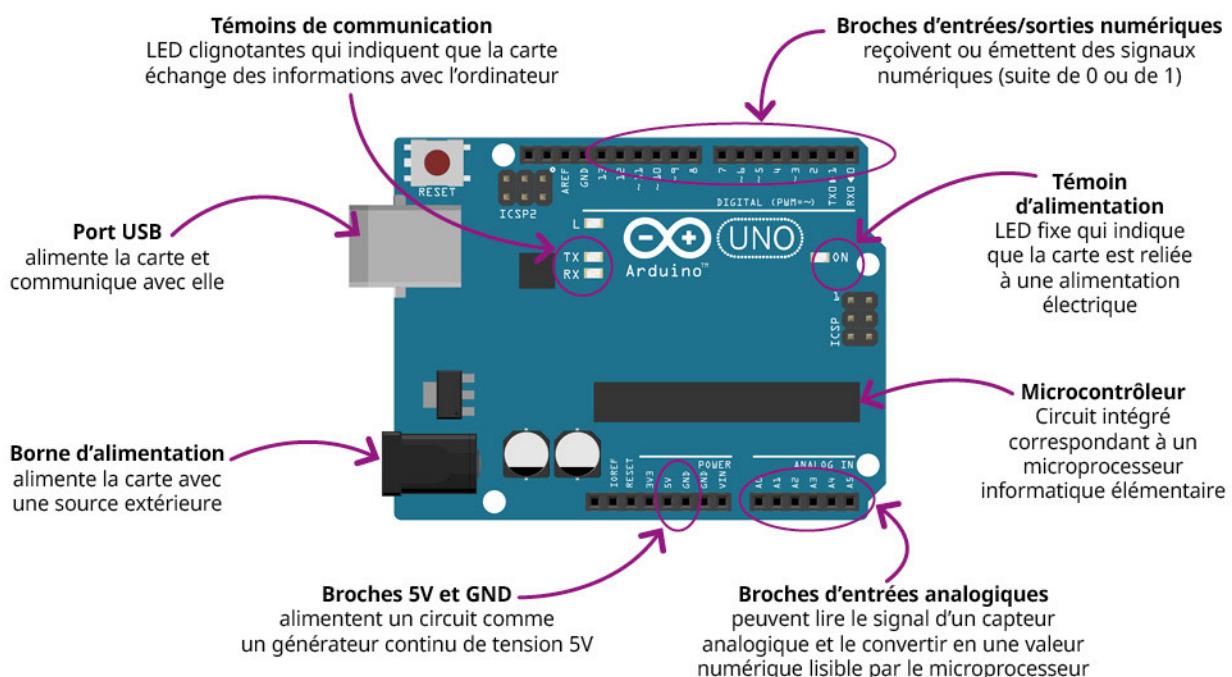


La carte Arduino Uno tient dans la main. Cet ordinateur simplifié est construit sur un circuit intégré unique contenant un **processeur**, une **mémoire** et des **périphériques programmables** d'entrée et de sortie.

Ce type de microcontrôleur est capable de recueillir des informations à l'aide de capteurs, puis de les exploiter pour effectuer des actions. L'ensemble suit les commandes indiquées par l'utilisateur sous la forme de programmes écrits en langage informatique.

1 S'approprier la carte Arduino

Les principaux éléments suivants sont présents sur la carte Arduino Uno :



L'utilisation d'une carte à microcontrôleur nécessite systématiquement la réalisation de trois opérations successives :

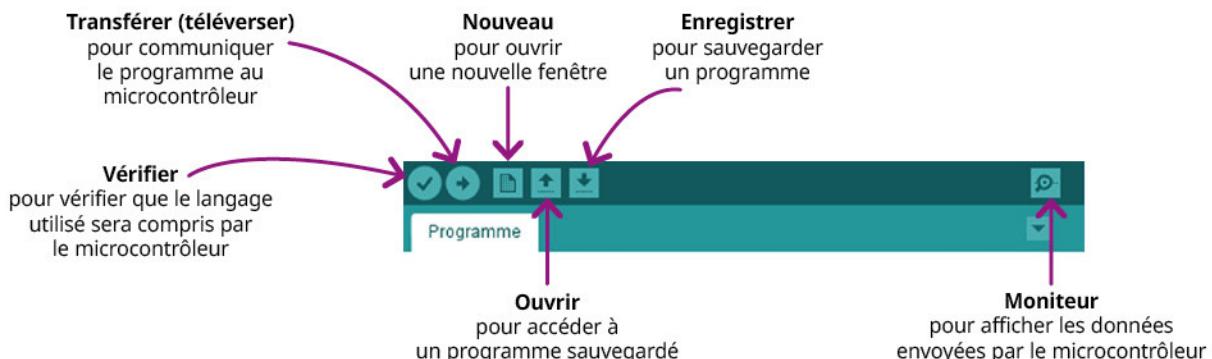
- connecter l'ordinateur à la carte, via un port USB, pour y transférer le programme qui donnera au microcontrôleur les instructions à suivre ;
- sur l'ordinateur disposant d'un logiciel adapté, écrire le programme en respectant le langage du microcontrôleur ;
- réaliser les circuits comportant les capteurs (photorésistance, thermistance, etc.) et les actionneurs (LED, moteur, haut-parleur, etc.).

2 Communiquer avec la carte Arduino

Afin de communiquer avec la carte Arduino, il convient d'utiliser le langage qu'elle est capable de comprendre en écrivant un ensemble d'instructions appelé **programme**.

Pour cela, ouvrir la **console Arduino** en cliquant sur l'icône : 

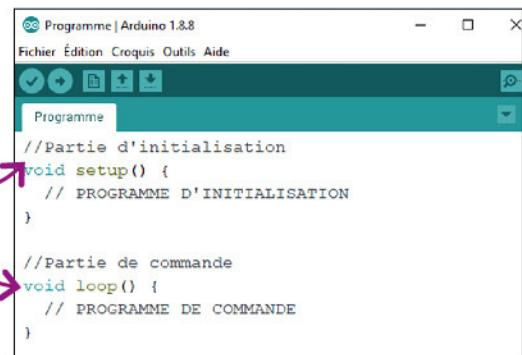
Cette console comporte six icônes qui suffisent à communiquer avec le microcontrôleur :



Un programme Arduino comprend à minima deux parties :

- la **partie d'initialisation** dans laquelle tous les éléments qui vont jouer un rôle dans le programme sont définis ;
- la **partie de commande** qui va se réaliser de façon répétée.

Dans un programme, le texte précédé de // est un commentaire qui ne sera pas lu par le microcontrôleur.



```
// Partie d'initialisation
void setup() {
    // PROGRAMME D'INITIALISATION
}

// Partie de commande
void loop() {
    // PROGRAMME DE COMMANDE
}
```

3 Écrire un premier programme

On exécute un programme simple, appelé Blink, pour vérifier que la communication entre l'ordinateur et la carte Arduino fonctionne.

Dans la partie d'initialisation, on indique au microcontrôleur que la LED (notée L sur la carte) va devoir agir en suivant une commande.

Dans la partie de commande, on demande successivement :

- à la LED de s'allumer ;
- d'attendre 1 000 ms, soit 1 seconde ;
- à la LED de s'éteindre ;
- d'attendre 1 000 ms avant de répéter le cycle.

La diode L clignote ainsi toutes les secondes.

En modifiant la valeur de `delay (1000)`, on ajuste la période de ce clignotement.



```
Blink

// Partie d'initialisation
void setup() {
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// Partie de commande
void loop() {
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    delay(1000);
}
```

Utiliser un tableur-grapheur

Un tableur-grapheur est un logiciel qui permet de classer des données dans des tableaux, d'effectuer des calculs à partir de ces données, et de créer des graphiques.

1 Utiliser le tableau

a. Entrer des données

- Ouvrir un logiciel de tableur tel que Microsoft Excel ou LibreOffice Calc.

Une **feuille de calcul** s'affiche : il s'agit d'un tableau, constitué de **lignes** numérotées et de **colonnes** repérées par des lettres.

Chaque case, appelée **cellule**, est repérée par ses coordonnées.

EXEMPLE

On saisit des couples de mesure dans les colonnes A et B : en colonne A les concentrations en masse de solutions étalons en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, et en colonne B la masse volumique mesurée en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

b. Faire des calculs

- Pour effectuer des calculs, on entre une formule dans une nouvelle cellule en commençant par le signe =, puis on valide par la touche Entrée.
Les opérations courantes s'effectuent avec les **opérateurs** + (somme) ; - (différence) ; * (produit) ; / (quotient) et ^ (puissance).

	A	B	C	D	E	F
1	c _m (g/L)	p (g/L)				
2	50	1016	1066			
3	100	1033	1133			
4	150	1053	1203			
5	200	1068	1268			
6	250	1080	1330			
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

La cellule C2 est la somme des cellules A2 et B2.

	A	B	C	D	E	F
1	c _m (g/L)	p (g/L)				
2	50	1016	1066			
3	100	1033	1133			
4	150	1053	1203			
5	200	1068	1268			
6	250	1080	1330			
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

En tirant sur le bord inférieur droit de la cellule C2, on duplique la formule dans toute la colonne C.

A	B	C	D	E	F
1	c _m (g/L)	p (g/L)			
2	50	1016			
3	100	1033			
4	150	1053			
5	200	1068			
6	250	1080			
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

ligne 4

cellule B4

colonne B

- Les tableurs-grapheurs font également appel à des **bibliothèques de fonctions** où les principales fonctions mathématiques (sinus, cosinus, somme, moyenne, écart-type) sont disponibles.

Ces fonctions peuvent s'appliquer à une cellule ou à un ensemble de cellules.

SOMME	A	B	C	D	E	F
1	c _m (g/L)	p (g/L)				
2	50	1016				
3	100	1033				
4	150	1053				
5	200	1068				
6	250	1080				
7	=MOYENNE(A2:A6)					
8	MOYENNE(nombre1; [nombre2]; ...)					
9						
10						
11						

A7	B	C	D	E	F
1	c _m (g/L)	p (g/L)			
2	50	1016			
3	100	1033			
4	150	1053			
5	200	1068			
6	250	1080			
7	150				
8					
9					
10					

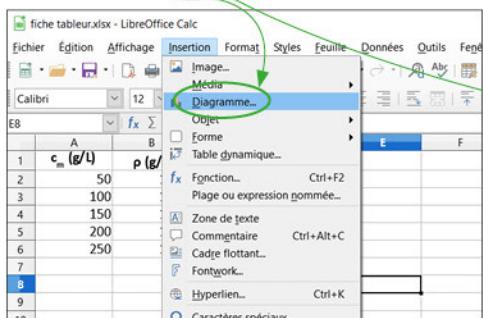
moyenne calculée

Dans la cellule A7, la séquence « =MOYENNE/ sélectionner A2 à A6/ valider » calcule la moyenne des cinq premières valeurs de la colonne A.

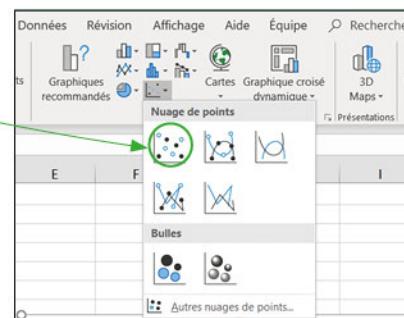
2 Utiliser le grapheur

a. Construire un graphique

- Avec la souris, sélectionner la plage de cellules contenant les données à représenter, puis cliquer sur le menu permettant d'insérer un graphique.



Avec Libre
Office Calc



Avec Microsoft
Excel

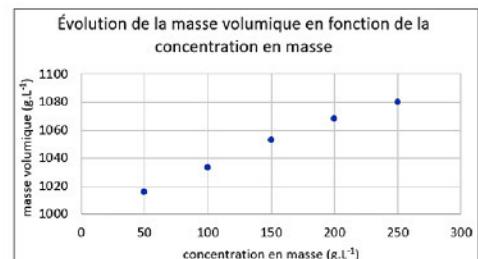
- Choisir le type de graphique souhaité : nuage de points, courbe, histogramme, secteur, etc.

Vérifier les paramètres de tracé : choix de la série de données à représenter sur l'axe X et sur l'axe Y, format des séries de données (en ligne ou en colonne), etc.

- Compléter le graphique en ajoutant le nom des grandeurs portées sur chacun des axes, avec leur unité, et le titre.

EXEMPLE

Pour étudier l'évolution de la masse volumique de solutions en fonction de la concentration en masse de soluté, on trace un nuage de points avec la masse volumique en ordonnée, et la concentration en masse en abscisse.



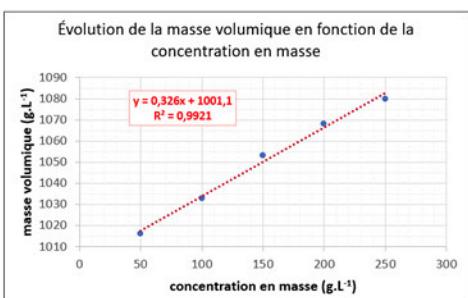
b. Modéliser un ensemble de données

- Cliquer sur le menu permettant d'insérer une **courbe de tendance**.

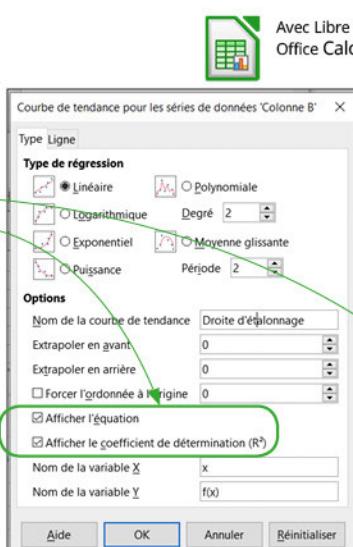
- Choisir le type de courbe (par exemple linéaire) afin de modéliser les données, et demander l'affichage de son **équation**.

Le logiciel minimise automatiquement l'écart entre les données et le modèle de courbe choisi.

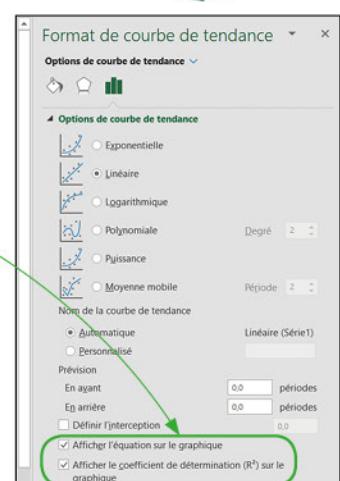
- Le **coefficient de détermination R²** apprécie l'adéquation entre les valeurs et le modèle choisi. Plus ce coefficient est proche de 1, meilleure est la correspondance entre les deux.



L'équation de la courbe de régression linéaire est donnée avec le coefficient de détermination.



Avec Libre
Office Calc



Avec Microsoft
Excel

EXEMPLE

L'évolution de la masse volumique en fonction de la concentration en masse de soluté se modélise par une droite. Son équation permet par exemple de calculer la concentration en masse, inconnue, d'une solution à partir de la mesure de sa masse volumique.

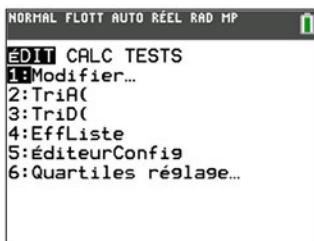
Utiliser sa calculatrice TI (83 Premium CE)



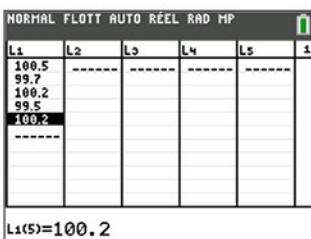
1 Exploiter une série de mesures

Pour effectuer des calculs à partir d'un ensemble de données, on les saisit dans des listes.

- Entrer dans le mode Statistique en appuyant sur la touche **stats**, puis confirmer le choix 1 avec la touche **entrer**.



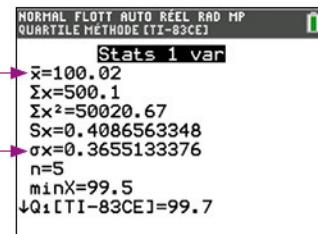
- Saisir les données, par exemple dans la liste L₁, en appuyant sur la touche **entrer** après la saisie de chacune des valeurs.



- Appuyer successivement sur les touches **stats**, **▶** et **entrer**, puis valider trois fois pour lancer les calculs sur les n valeurs de la liste L₁.



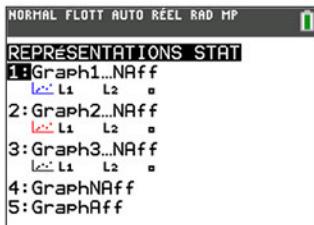
- La calculatrice affiche les résultats obtenus :



2 Construire un graphe

On veut représenter graphiquement les valeurs entrées dans une liste L₂ en fonction de celles présentes dans L₁.

- Appuyer sur les touches **2nde** puis **f(x)** pour accéder au menu graphique.



- Appuyer sur la touche **entrer**, sélectionner le 1^{er} graphe en allant sur **Aff** puis choisir un type de graphe. La liste L₁ doit être en abscisse (Xliste), et la liste L₂ en ordonnée (Yliste).

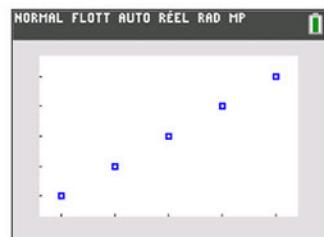


Nuage de points

- Pour ajuster la fenêtre d'affichage, presser la touche **zoom**. Puis choisir la commande « **9 : ZoomStat** » en descendant avec **▼** et valider avec la touche **entrer**.



- Le graphe choisi s'affiche :



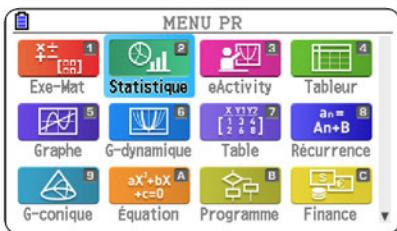
Utiliser sa calculatrice Casio (Graph 90+E)



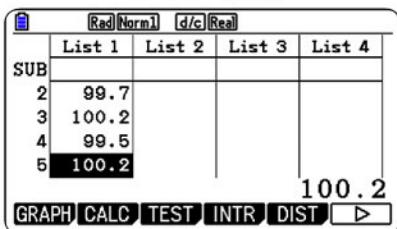
1 Exploiter une série de mesures

Pour effectuer des calculs à partir d'un ensemble de données, on les saisit dans des listes.

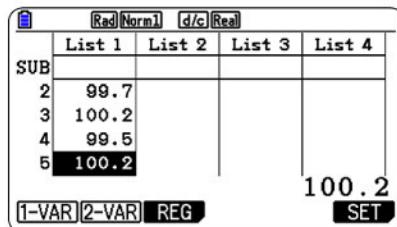
- 1 À l'aide du pavé directionnel, sélectionner le menu Statistique. Valider en appuyant sur la touche **EXE**.



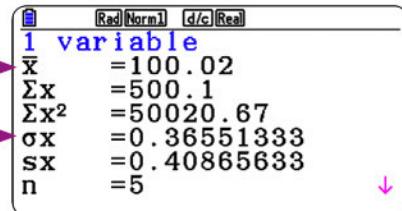
- 2 Saisir les données dans la liste **List 1**, en validant chaque valeur avec la touche **EXE**.



- 3 Pour lancer les calculs statistiques sur les n valeurs de la liste **List 1**, appuyer sur la touche **F2** pour sélectionner **CALC** et choisir ensuite le menu **1-VAR** avec la touche **F1**.



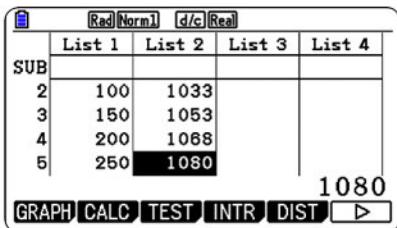
- 4 La calculatrice affiche les résultats :



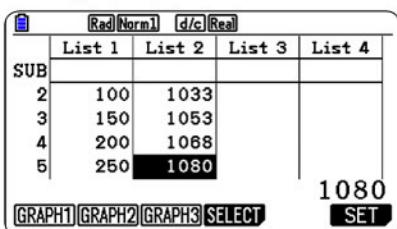
2 Construire un graphe

On veut représenter graphiquement les valeurs entrées dans « List 2 » en fonction de celles présentes dans « List 1 ».

- 1 Presser la touche **F1** pour choisir **GRAPH**.



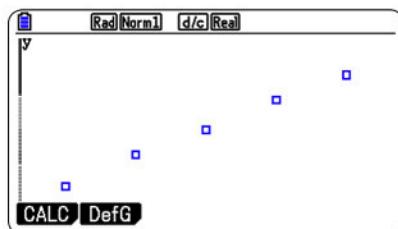
- 2 Presser la touche **F6** pour choisir **SET** et accéder aux paramètres du graphique.



- 3 Choisir **List 1** en abscisse (XList), **List 2** en ordonnée (YList). Dans **Graph Type**, sélectionner le type de graphe voulu (**F1** pour **Scatter**).



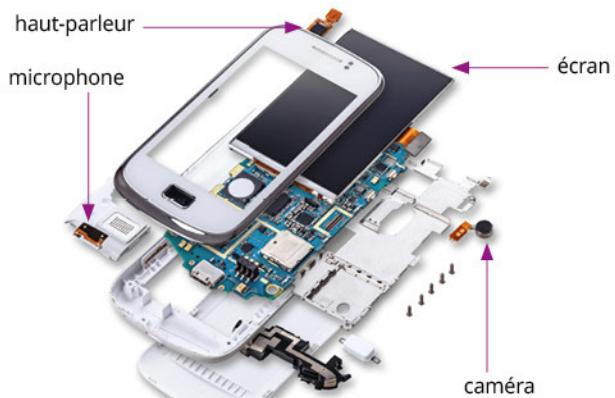
- 4 Valider avec **EXE** puis appuyer sur la touche **F1** pour afficher le graphe.



Utiliser des applications pour smartphone

1 Capteurs et émetteurs présents dans un smartphone

Un smartphone renferme de nombreux capteurs. La caméra permet d'enregistrer des vidéos qui peuvent permettre d'analyser des mouvements. Le microphone permet d'enregistrer des sons qui peuvent être traités et analysés. Un smartphone est aussi constitué d'un haut-parleur pouvant émettre des sons et d'un écran qui émet de la lumière.



2 Applications utiles

Le « store » propose des applications potentiellement utiles en physique-chimie. En voici quelques exemples :



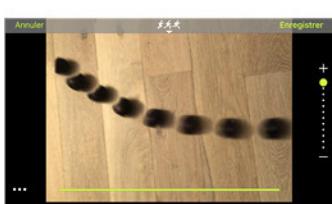
Physics Toolbox
Suite



Cette application permet de mesurer l'évolution de la pression atmosphérique au cours du temps.



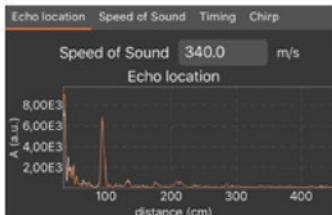
Cliché
mouvement



Cette application permet de décomposer le mouvement d'un objet par chronophotographie.



Phyphox



Cette application permet de mesurer une distance à l'aide d'un signal sonore et du principe de l'écho comme un sonar.



Molecular Constructor



Cette application permet de construire et de visualiser des molécules en trois dimensions.

Connaître la verrerie de laboratoire

1 Verrerie usuelle



Erlenmeyer



Ampoule à décanter



Ballon monocolor



Fiole à vide et entonnoir Büchner

2 Verrerie volumétrique



Éprouvette graduée



Pipette jaugée



Fiole jaugée



Burette graduée

3 Verrerie spécialisée



Réfrigérant à eau



Colonne de Vigreux

Préparer une solution de concentration donnée par dissolution

1 Détermination de la masse de soluté à prélever

- Pour préparer un volume V (en L) de solution de *concentration en masse* de soluté c_m (en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$), il faut prélever une masse de soluté m (en g) :

$$m = c_m \cdot V$$

- Pour préparer un volume V (en L) de solution de *concentration en quantité de matière* de soluté c (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) dont la masse molaire est M (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$), il faut prélever une masse de soluté m (en g) :

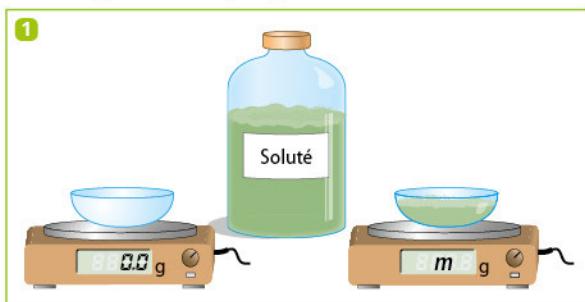
$$m = c \cdot V \cdot M$$

2 Matériel à utiliser

- Verrerie de contenance : **fiole jaugée de volume V** et son bouchon.
- Matériel complémentaire* : balance ; coupelle et spatule ; entonnoir ; compte-gouttes.



3 Étapes de la préparation de la solution



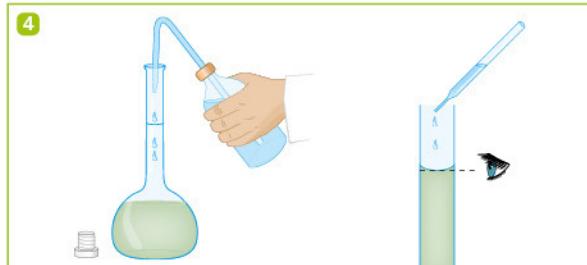
- Poser une coupelle sur la balance.
- Effectuer la tare de la balance, puis peser l'échantillon de soluté de masse m .



- Adapter un entonnoir sur la fiole jaugée de volume V et verser le contenu de la coupelle dans la fiole.
- Prendre soin d'entraîner tout le solide en rinçant la coupelle et l'entonnoir avec un peu d'eau distillée.



- Ajouter de l'eau distillée dans la fiole en ne la remplissant qu'à moitié.
- Boucher la fiole et agiter doucement jusqu'à dissolution complète du solide.



- À la pissette, ajouter de l'eau distillée jusqu'à 1 cm au-dessous du trait de jauge.
- Compléter au compte-gouttes et ajuster le niveau au trait de jauge en alignant le bas du ménisque sur le trait de jauge.
- Boucher et agiter doucement pour homogénéiser : la solution est prête.

Préparer une solution de concentration donnée par dilution

1 Détermination du volume de solution-mère à prélever

Pour préparer un volume V_1 (en L) de solution-fille de *concentration en masse* c_{m1} (en g · L⁻¹), il faut prélever un échantillon de volume V_0 (en L) de solution-mère de *concentration en masse* c_{m0} (en g · L⁻¹) de valeur :

$$V_0 = \frac{c_{m1} \cdot V_1}{c_{m0}}$$

Pour préparer un volume V_1 (en L) de solution-fille de *concentration en quantité de matière* c_1 (en mol · L⁻¹), il faut prélever un échantillon de volume V_0 (en L) de solution-mère de *concentration en quantité de matière* c_0 (en mol · L⁻¹) de valeur :

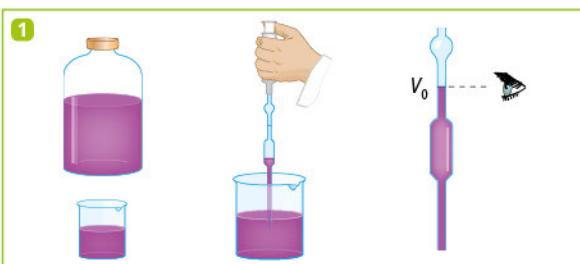
$$V_0 = \frac{c_1 \cdot V_1}{c_0}$$



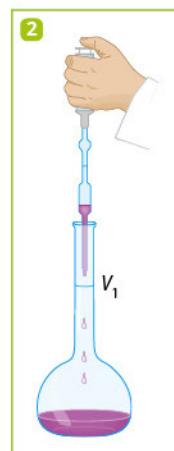
2 Matériel à utiliser

- La verrerie de prélèvement est une **pipette jaugée de contenance** V_0 . La verrerie de contenance utilisée est une **fiole jaugée de volume** V_1 et son bouchon.
- Matériel complémentaire* : un système de pipetage (pipeteur ou propipette) ; un bêcher pour prélever la solution-mère ; un compte-gouttes ou une pipette.

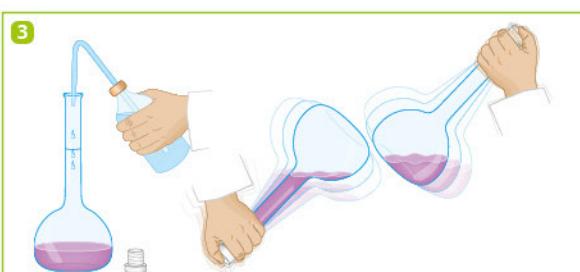
3 Étapes de la préparation de la solution



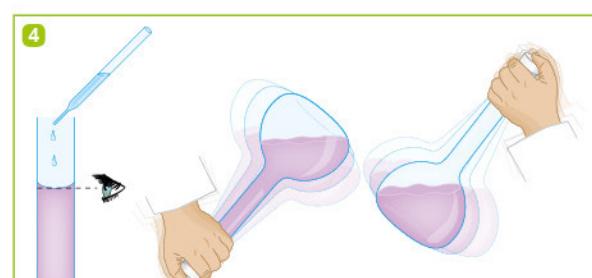
- Verser la solution à prélever dans un bêcher.
- Rincer la pipette jaugée avec un peu de cette solution.
- À l'aide de la pipette jaugée et de la propipette (ou pipeteur), prélever le volume V_0 de solution-mère en alignant le bas du ménisque de la solution sur le trait de jauge.



- Introduire le prélèvement dans une fiole jaugée de volume V_1 .
- Ne pas souffler dans la pipette pour récupérer les dernières gouttes, leur volume n'est pas comptabilisé dans V_0 !



- Ajouter de l'eau distillée dans la fiole en ne la remplissant qu'à moitié.
- Boucher la fiole et agiter doucement pour homogénéiser le mélange.



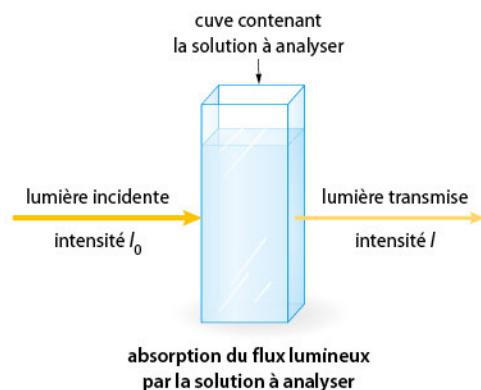
- À la pissette, ajouter de l'eau distillée jusqu'à 1 cm au-dessous du trait de jauge. Compléter au compte-gouttes et ajuster le niveau au trait de juge en alignant le bas du ménisque sur le trait de juge.
- Boucher et agiter doucement pour homogénéiser : la solution diluée (solution-fille) est prête.

Réaliser un spectre d'absorption UV-visible

1 Absorbance d'une solution

À l'aide d'un spectrophotomètre, on détermine l'absorbance d'une solution, c'est-à-dire sa capacité à absorber les radiations lumineuses de différentes longueurs d'ondes qui la traversent.

Pour un faisceau monochromatique de longueur d'onde donnée, l'appareil compare l'intensité de la lumière incidente I_0 et l'intensité de la lumière transmise I et fournit une tension électrique qui varie comme l'absorbance A de la solution.



2 Dispositif expérimental

Le spectrophotomètre comporte un émetteur et un récepteur de lumière entre lesquels on place une cuve contenant un peu de solution à analyser.

Étalonnage

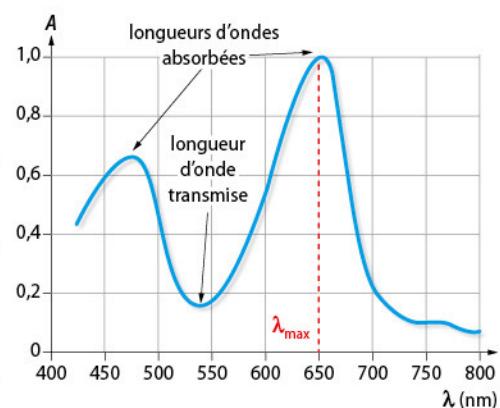
- Une mesure de référence (le « blanc ») doit être réalisée avec une cuve contenant le solvant (en général de l'eau distillée), afin que la variation de l'intensité lumineuse ne dépende que de l'espèce chimique étudiée.
- Attention à respecter la position des fenêtres de la cuve lors de l'insertion de l'échantillon dans son porte-cuve !

Mesure

- On introduit la cuve contenant l'échantillon à analyser dans le porte-cuve.
- Les valeurs de l'absorbance s'affichent directement sur l'appareil ou sont enregistrées par un dispositif d'acquisition de mesures et de traitement de données.

Spectre

- Ce graphique représente l'absorbance A de la solution en fonction de la longueur d'onde λ .



Spectrophotométrie et titrage par étalonnage

Comment déterminer la concentration d'une espèce chimique colorée en solution par des mesures d'absorbance ?

1 Préparation de l'échelle de teintes



- Préparer une échelle de teintes, c'est-à-dire réaliser un ensemble de « solutions étalons » contenant l'espèce chimique à doser et dont les concentrations en quantité de matière sont connues précisément.
- Pour que le dosage soit fiable, il faut que les concentrations des solutions étalons encadrent celles de la solution contenant l'espèce à doser.

2 Validité du dosage

- Les mesures sont toutes réalisées à la même longueur d'onde et à la même température.
- L'épaisseur de la solution traversée reste la même.
- La solution est suffisamment diluée (inférieure à $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$), homogène (pas de précipité) et elle ne réagit pas à la lumière.
- L'espèce chimique étudiée est la seule à absorber la radiation de longueur d'onde considérée.
- La loi de Beer-Lambert établit une proportionnalité entre l'absorbance et la concentration d'une solution :

$$\text{absorbance} \longrightarrow A = k \times c \longleftarrow \begin{array}{l} \text{coefficient de} \\ \text{proportionnalité} \\ (\text{en } \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}) \end{array}$$

concentration
en quantité
de matière
(en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

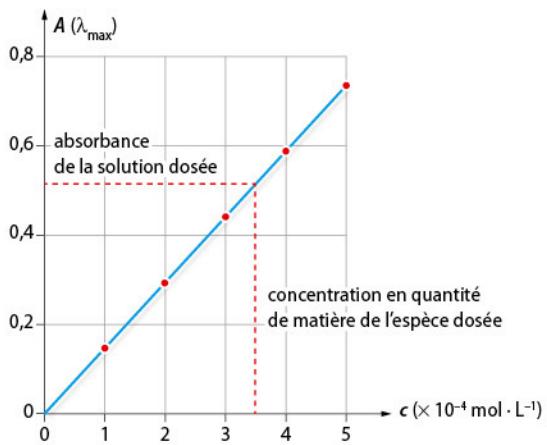
3 Réalisation de la courbe d'étalonnage



- En se plaçant à la longueur d'onde de maximum d'absorption max, mesurer l'absorbance de chacune des solutions étalons préparées (FICHE PRATIQUE ➔ P. 380).
- Reporter les mesures sur un graphique représentant l'absorbance en fonction de la concentration en quantité de matière.
- Les points de mesure reportés sur le graphique doivent être alignés (aux incertitudes expérimentales près) suivant une droite passant par l'origine.

4 Détermination de la concentration

- Mesurer l'absorbance de la solution à doser.
- Déduire de la courbe d'étalonnage la concentration en quantité de matière de l'espèce chimique dosée.



Mettre en œuvre un test d'identification d'espèces chimiques

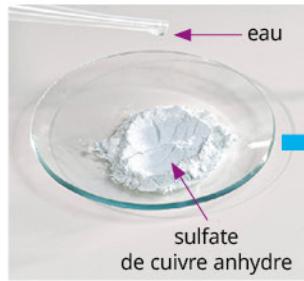
Comment vérifier la présence d'une espèce chimique courante ?

Quelques tests simples peuvent être mis en œuvre pour valider la présence d'espèces chimiques que l'on rencontre fréquemment en chimie.

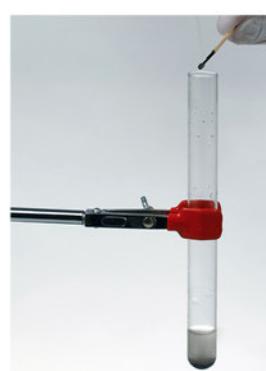
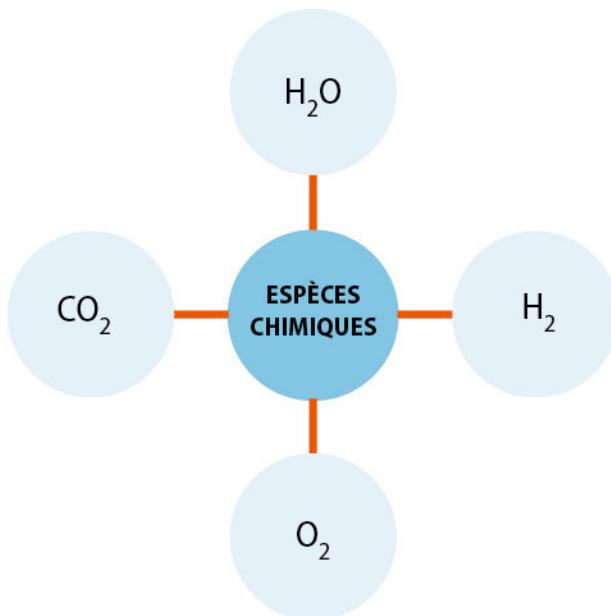
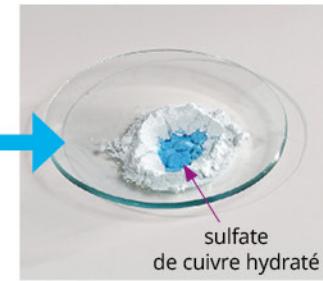
dioxyde de carbone injecté par une seringue



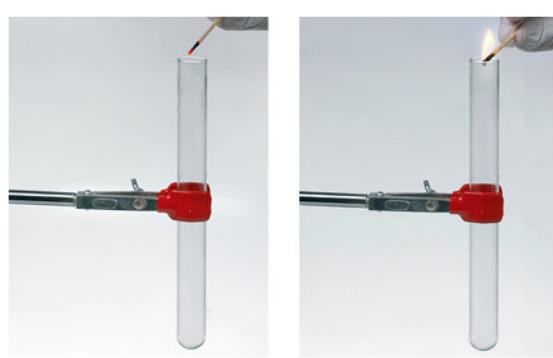
Trouble l'eau de chaux.



Bleuit le sulfate de cuivre anhydre.



Détone en présence d'une flamme.



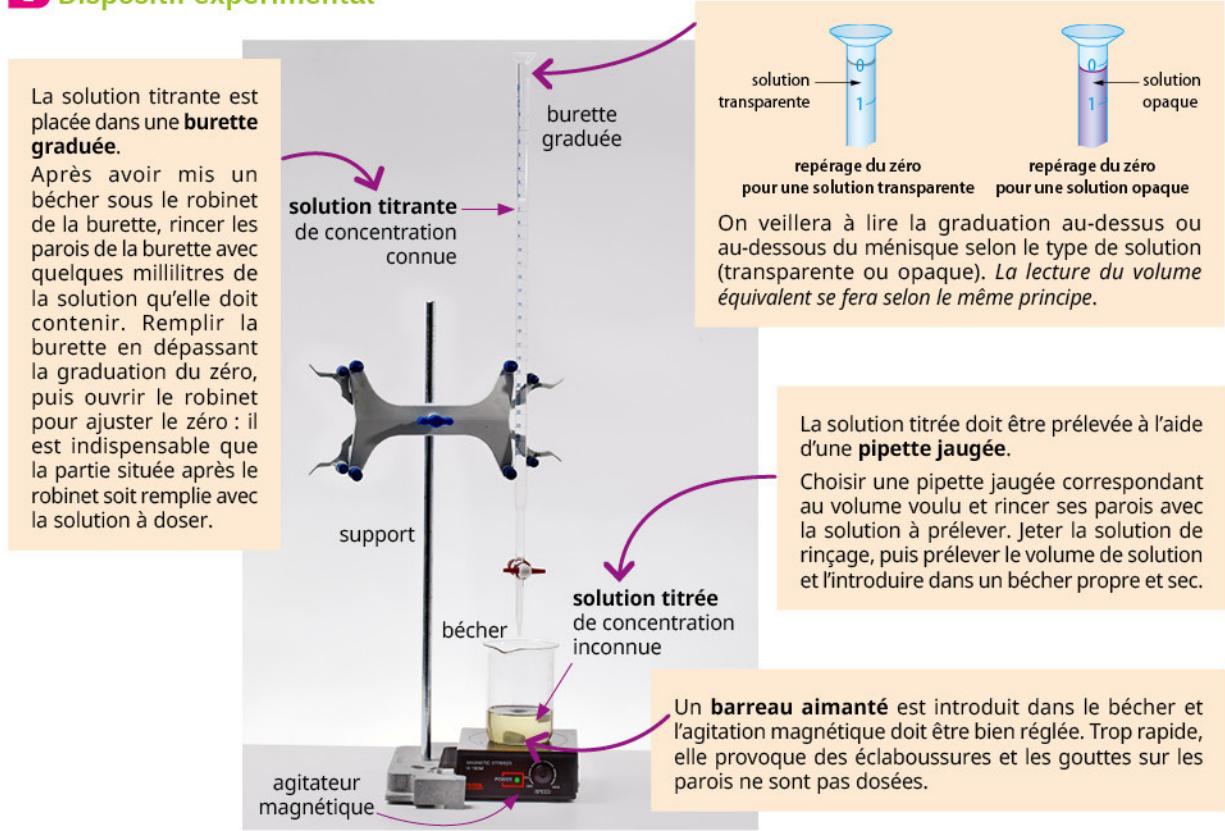
Ravive une allumette incandescente.

Réaliser un titrage direct

1 Qu'est-ce qu'un titrage direct ?

Titrer une espèce chimique en solution, c'est déterminer sa concentration en quantité de matière à l'aide d'une réaction chimique. Lors d'un titrage direct, l'espèce chimique à doser (l'espèce titrée) réagit avec une espèce chimique de concentration en quantité de matière connue (l'espèce titrante). La réaction mise en jeu doit être totale et rapide. Le titrage direct est une méthode destructive : l'espèce titrée est consommée.

2 Dispositif expérimental



3 Équivalence

Au cours d'un titrage, l'espèce titrante est versée progressivement. Tant qu'il reste de l'espèce titrée, celle-ci réagit avec l'espèce titrante versée. L'espèce titrante est donc entièrement consommée : c'est le réactif limitant. Quand il ne reste plus de l'espèce titrée en solution, le réactif titrant versé ne peut plus réagir et reste en solution. C'est alors le réactif titré qui est le réactif limitant. Il existe donc un certain volume de solution titrante versée pour lequel aucun des réactifs titrant et titré ne reste en solution : c'est le volume équivalent.

L'équivalence d'un titrage est l'état final du système chimique pour lequel les réactifs ont été introduits en proportions stoechiométriques. C'est aussi l'état du système pour lequel il y a changement de réactif limitant.

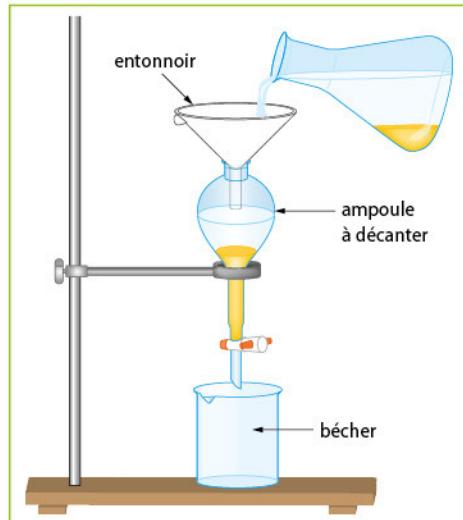
Lors d'un titrage colorimétrique, l'équivalence peut se repérer par disparition d'une coloration ou apparition d'une coloration persistante, phénomène appelé « virage ».

Utiliser une ampoule à décanter

Une ampoule à décanter permet de séparer deux liquides non miscibles. Elle permet également d'extraire une espèce chimique d'un mélange en utilisant un solvant (non miscible au mélange) dans lequel l'espèce est plus soluble que dans le milieu d'origine.

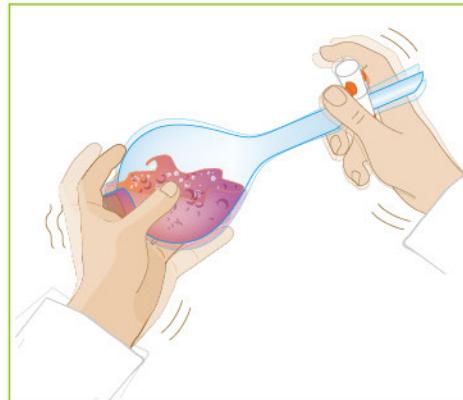
1 Introduction du mélange ▶

- Placer l'ampoule à décanter sur son support. Fermer le robinet et placer un bécher en dessous.
- Introduire dans l'ampoule, à l'aide d'un entonnoir, le mélange des deux liquides non miscibles que l'on souhaite séparer (on prend ici l'exemple du cyclohexane et de l'eau iodée).



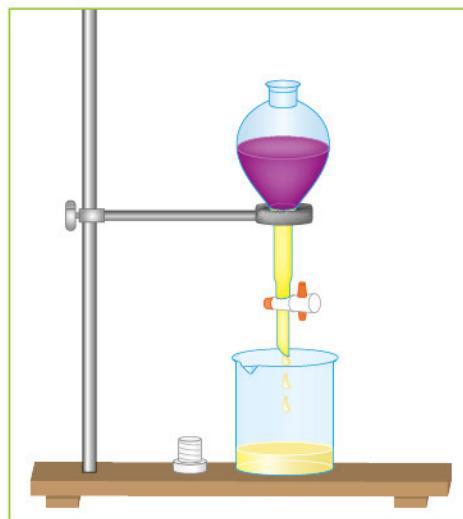
2 Extraction et dégazage ▶

- Placer le bouchon sur l'ampoule puis la sortir de son support.
- En tenant le bouchon avec une main, incliner l'ampoule, comme indiqué ci-contre. L'ouverture de l'ampoule doit être dirigée vers un espace inoccupé.
- En maintenant toujours le bouchon, agiter l'ampoule doucement. De temps en temps, ouvrir le robinet pour éviter des problèmes de surpression dans l'ampoule : c'est le **dégazage**.



3 Séparation des liquides ▶

- Replacer l'ampoule sur son support. Enlever le bouchon et attendre quelques instants que les deux liquides non miscibles se séparent.
- Ouvrir le robinet et recueillir le premier liquide qui s'écoule (le plus dense).
- Fermer le robinet quand le second liquide (ici le cyclohexane contenant le diiode) arrive au niveau du robinet et changer de récipient pour le recueillir si besoin.



Mesurer une température de fusion

*La température de fusion est caractéristique d'une espèce chimique.
Elle se mesure facilement à l'aide d'un banc Kofler.*

1 Principe



L'appareil, électrique, est muni d'une plaque chauffante dont la température augmente régulièrement d'un bout à l'autre, passant de 50 à 260 °C. Un **curseur** repère le passage de l'état solide à l'état liquide. L'**index** pointe la température de fusion recherchée sur une échelle graduée.

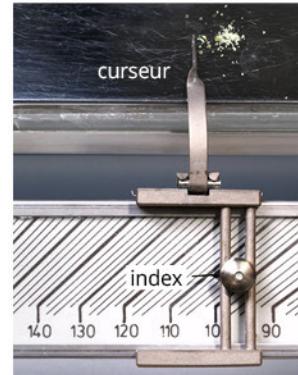
L'appareil nécessite un **étalonnage** à l'aide de **solides étalons** dont la température de fusion est connue.

Remarque : un produit pur présente un point de fusion bien net, alors que le passage de l'état solide à l'état liquide est plus étalé lorsque des impuretés sont présentes. En ce cas, il faut prévoir une étape de purification (par exemple par recristallisation).

2 Préparation de la mesure

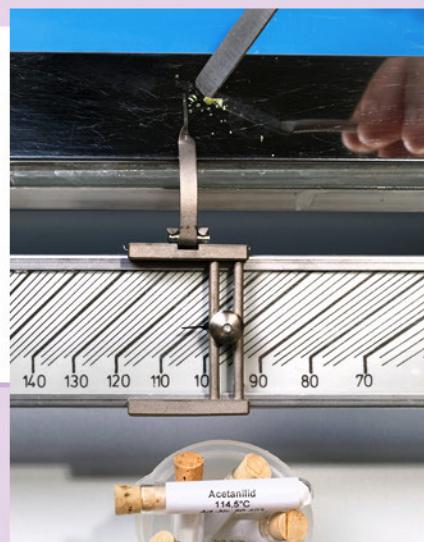


- Allumer le banc au moins 30 minutes avant la mesure.
- Déposer une petite quantité de solide sec (quelques cristaux) à l'extrême froide de la plaque.
- Avec la pointe d'une spatule, déplacer lentement le solide, en biais, vers l'extrême chaude.
- Dès que les premières gouttes de liquide apparaissent, abaisser le curseur entre le liquide et le solide restant.
- Lire la valeur indiquée par l'**index** : elle fournit une valeur approximative de la température de fusion recherchée.
- Nettoyer la plaque avec un coton imbibé d'un peu d'éthanol.



3 Étalonnage et mesure

- Recommencer l'opération avec un solide étalon dont la température de fusion est proche de la température mesurée précédemment.
- Après avoir abaissé le curseur, placer la pointe de l'**index** sur la température théorique de fusion du solide étalon. Le banc Kofler est alors étalonné.
- Nettoyer le banc en prenant garde à ne plus modifier la position de l'**index**. Refaire une mesure avec le solide étudié pour déterminer sa température de fusion.



Réaliser une filtration

*La filtration permet de séparer un solide et un liquide.
Deux techniques de filtration peuvent être utilisées au laboratoire.*

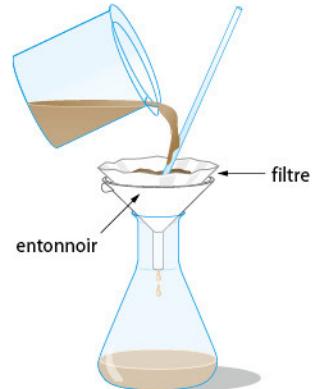
1 Filtration par gravité

a. Principe

Dans la filtration par gravité, on utilise un filtre en papier à travers lequel le liquide s'écoule sous la seule action de son poids.

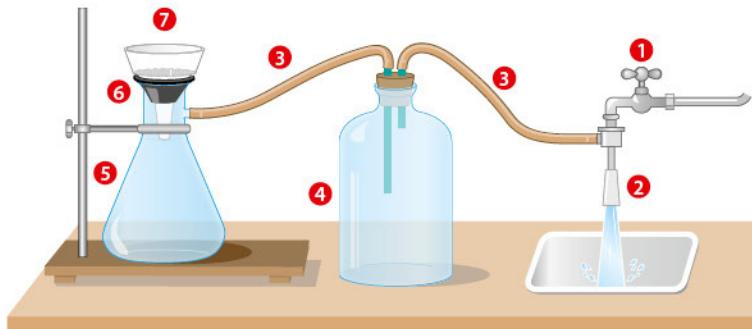
b. Mise en œuvre expérimentale

- Placer un entonnoir sur un erlenmeyer. Mettre un papier-filtre de taille adaptée dans l'entonnoir.
- Afin de mettre le solide en suspension, agiter le mélange à filtrer contenu dans un bêcher. Le verser ensuite par petites portions dans l'entonnoir, le long d'un agitateur de verre, qui reste en contact avec le papier-filtre.
- Pour finir, le solide peut être rincé délicatement avec un solvant approprié dans lequel il n'est pas (ou très peu) soluble.



2 Filtration sous pression réduite

- ① robinet
- ② trompe à eau
- ③ tuyau de raccord
- ④ fiole de garde
- ⑤ fiole à vide où le filtrat est recueilli
- ⑥ joint
- ⑦ entonnoir Büchner muni d'un papier-filtre



a. Principe

La filtration sous pression réduite est plus rapide et plus efficace que la filtration simple.

On utilise l'eau qui coule d'un robinet pour créer une dépression sous l'entonnoir et aspirer le liquide à filtrer. Un filtre posé sur le fond de l'entonnoir retient le solide et laisse passer le liquide.

La fiole de garde permet d'éviter que de l'eau n'arrive dans la fiole à vide en cas d'erreur de manipulation.

b. Mise en œuvre expérimentale

- Fixer la fiole à vide à l'aide d'une pince sur un support de montage.
- Vérifier la présence d'un joint entre la fiole à vide et l'entonnoir Büchner.

- Placer un papier-filtre qui doit recouvrir les trous de l'entonnoir Büchner.
- Ouvrir à fond le robinet de la trompe à eau.
- Verser le mélange à séparer dans le Büchner. Afin d'améliorer le séchage du solide, on peut l'écraser (avec un bouchon retourné, par exemple).
- Avant de fermer le robinet à la fin de la filtration, débrancher le tuyau de la trompe à eau, pour éviter que la faible pression dans ce tuyau ne provoque une aspiration de l'eau dans la fiole de garde.
- Récupérer le solide dans le Büchner.

Réaliser une chromatographie sur couche mince

La chromatographie sur couche mince (CCM) permet de séparer et d'identifier des espèces chimiques présentes dans un mélange.

1 Préparation de la cuve

- Si besoin, préparer le mélange de solvants qui constituera l'**éluant**, puis en verser dans la cuve à chromatographie afin d'obtenir une hauteur de liquide d'environ 1 cm.
- Boucher la cuve afin d'éviter l'évaporation des solvants.

2 Préparation de la plaque

Attention !

Si la plaque utilisée est une plaque de silice, elle est très fragile. Éviter de la toucher avec les doigts.

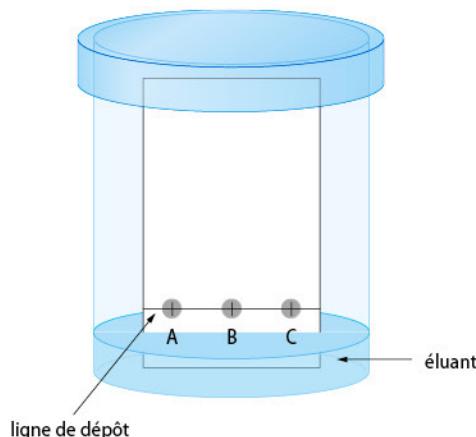
- Tracer au crayon gris, à environ 1,5 cm du bord inférieur de la plaque, un trait qui constitue la ligne de dépôt.
- Placer sur cette ligne des marques, régulièrement espacées, dont le nombre est égal à celui des échantillons à déposer.

3 Dépôt des échantillons

- À l'aide d'une pointe fine, déposer les échantillons sur leurs marques respectives. La tache de dépôt ne doit pas dépasser 3 mm, et il faut changer de pointe pour chaque échantillon.

4 Élution

- Introduire la plaque verticalement dans la cuve : la ligne de dépôt doit être au-dessus du niveau de l'éluant. Boucher la cuve.



Plaque préparée avec dépôts

- L'éluant contenu dans la cuve monte le long de la plaque : c'est l'étape d'**délution**. Attendre que l'éluant arrive à environ 1 cm du haut de la plaque, puis retirer la plaque et repérer par un trait la hauteur maximale atteinte par l'éluant (c'est la **ligne de front**). Sécher la plaque (à l'aide d'un sèche-cheveux par exemple).

5 Révélation du chromatogramme

- Dans le cas de composés colorés, le chromatogramme est directement exploitable.
- Pour les produits incolores, il est nécessaire de faire apparaître les taches : c'est l'étape de **révélation**. On peut pour cela utiliser une lampe à ultraviolet, des vapeurs de diiode ou une solution de permanganate de potassium.

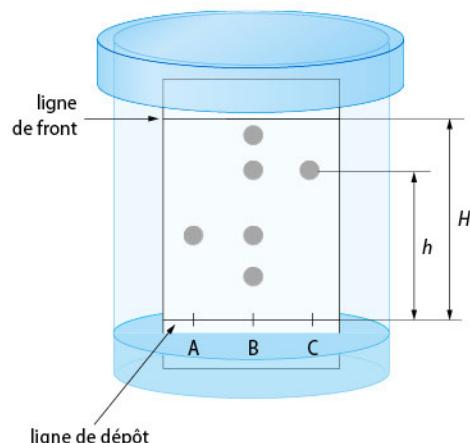
Attention !

Ne pas regarder directement la lumière d'une lampe à ultraviolet.

- Entourer chaque tache au crayon.

6 Exploitation du chromatogramme

- Mesurer la hauteur parcourue par l'éluant entre les deux traits repérés sur la plaque. On la note H .
- Mesurer la hauteur parcourue par une tache, entre la ligne de dépôt et sa hauteur finale. On la note h .
- Le **rapport frontal** R de ce composé peut être calculé par la formule $R = \frac{h}{H}$.



Chromatogramme après élution

Réaliser une distillation ou un chauffage à reflux

1 Principe et intérêt des montages

- Une **distillation** permet de séparer deux liquides miscibles dont les températures d'ébullition sont différentes. Lorsque le mélange est chauffé, le composé qui a la température d'ébullition la plus basse s'évapore le premier. Ses vapeurs se refroidissant dans le réfrigérant, elles se liquéfient : on peut alors recueillir ce liquide, séparé du reste du mélange.

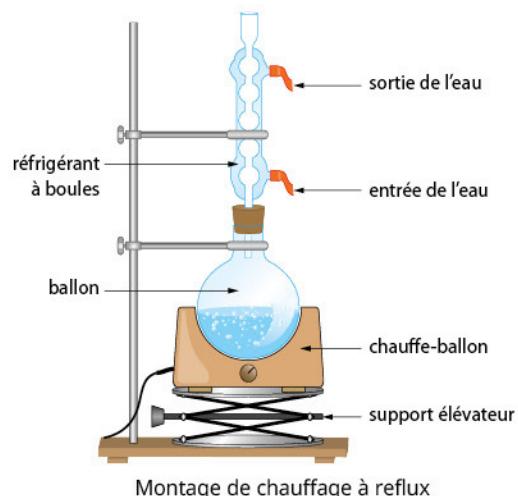
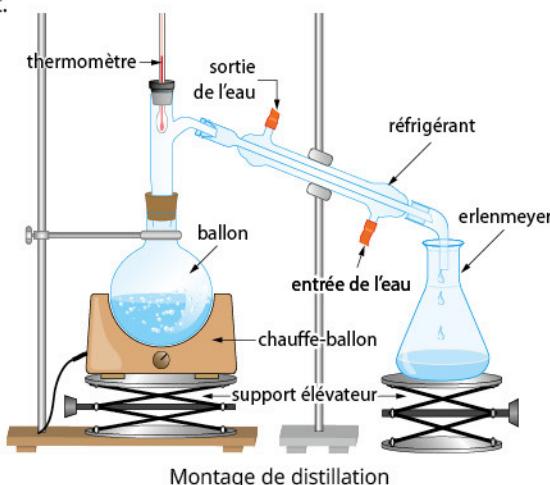
- Un **chauffage à reflux** est utilisé pour augmenter la vitesse des transformations chimiques lors des synthèses.

Le reflux permet d'éviter les pertes de matière en liquéfiant les vapeurs formées.

2 Mise en œuvre pratique des deux montages

- Introduire le mélange dans un ballon à fond rond et ajouter quelques grains de pierre ponce.
- Fixer le ballon au support par une pince et le placer dans le chauffe-ballon posé sur un support élévateur.
- Pour la distillation, placer sur le ballon l'allonge coulée puis le condenseur (ou réfrigérant), qui sera maintenu par une pince fixée à un support.
- Pour le chauffage à reflux, placer sur le ballon le réfrigérant.

- Relier le tuyau d'arrivée d'eau froide au robinet, puis au bas du condenseur.
- Placer une extrémité du tuyau de sortie d'eau en haut du condenseur, puis l'autre extrémité dans l'évier.
- Ouvrir avec précaution le robinet et régler un débit d'eau assez faible.
- Mettre en marche le chauffe-ballon, puis régler le thermostat de manière à obtenir une ébullition douce.



3 Rôle des différents éléments

- Le **réfrigérant** (ou condenseur) permet d'éviter les pertes de matière (réactifs, produits, solvants, espèces spectatrices) par évaporation. Il est important que l'eau arrive par le bas du réfrigérant et ressorte par le haut.

Attention !

Le haut du réfrigérant ne doit pas être bouché (risque de surpression dans le montage).

- La **pierre ponce** permet de réguler l'ébullition en favorisant la formation de bulles d'air au sein du liquide.
- Le **support élévateur** est un élément de sécurité : il permet de descendre rapidement le chauffe-ballon afin d'interrompre le chauffage en cas de besoin (emballement de la réaction).

Réaliser une recristallisation

1 Principe

À l'issue d'une synthèse, le produit brut obtenu n'est généralement pas pur. Ainsi la mesure de la température de fusion de ce solide brut donne une valeur souvent inférieure à celle indiquée dans les tables.

Il est alors possible de purifier le produit brut par recristallisation.

C'est la différence de solubilité dans un solvant du produit recherché et des impuretés, en fonction de la température, qui va permettre la séparation. En général, la solubilité d'un solide augmente avec la température du solvant.

Cette méthode, la plus courante pour éliminer la majorité des impuretés, est utilisée au laboratoire comme dans l'industrie.

2 Choix du solvant

Choisir un solvant dans lequel :

- le produit est peu soluble à froid et relativement soluble à chaud ;
- les impuretés sont solubles à froid.

L'eau ou l'alcool sont les solvants les plus souvent utilisés.

3 Mise en œuvre

On va dissoudre le produit brut dans le minimum de solvant chaud. Pour cela ajouter au solide le solvant porté à ébullition par petites quantités, jusqu'à le dissoudre entièrement.

Laisser ensuite refroidir la solution dans un bain d'eau glacée en agitant.



Le produit cristallise seul, les impuretés restant en solution dans le solvant.



En cas de « retard à la cristallisation », on peut favoriser la formation du premier cristal en grattant les parois internes du récipient à l'aide d'une baguette de verre ou en introduisant, si on en possède, un cristal du composé à recristalliser.

Utiliser un logiciel de traitement de vidéos

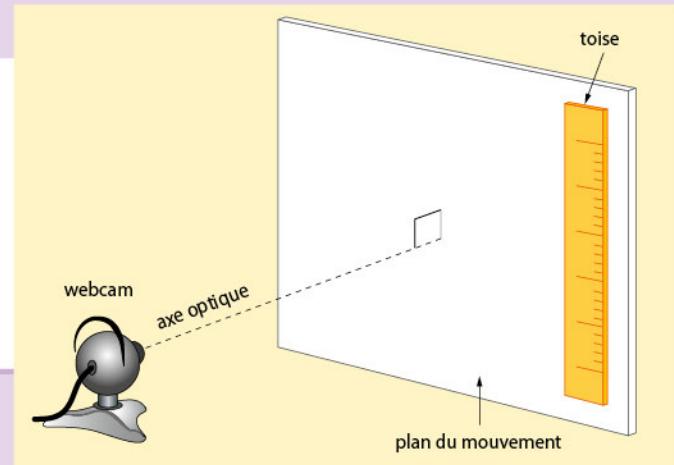
Enregistrer le mouvement d'un objet permet ensuite de l'analyser.

Un logiciel de traitement de vidéo (ou une application de smartphone dédiée) permet de décomposer l'enregistrement image par image, donc de décomposer le mouvement.

1 Enregistrement d'une vidéo

Pour que l'enregistrement vidéo du mouvement d'un objet soit exploitable, il faut s'assurer que :

- le mouvement ait lieu dans un **plan perpendiculaire** à l'axe optique du capteur de la caméra ;
- l'objet de dimensions connues ou la règle graduée ait été positionné dans le plan du mouvement (la règle permet l'**étalonnage** des longueurs).

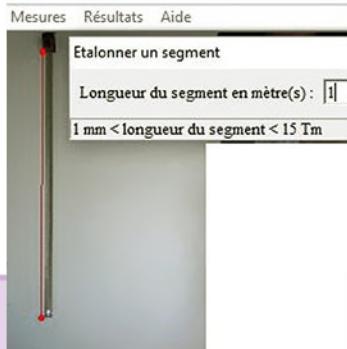


2 Traitement de la vidéo

a. Étalonnage

Il s'agit de faire correspondre les dimensions observées sur l'écran aux dimensions réelles. Pour cela, le logiciel propose de faire correspondre une valeur réelle à un segment à construire sur l'écran.

On choisit comme segment la longueur sur l'écran de l'objet de dimensions connues.



b. Repère d'espace

Il s'agit d'identifier un repère d'espace avec une origine. Pour cela, le logiciel propose de cliquer sur un point de l'écran qui est choisi comme origine, puis oriente l'espace par deux axes.

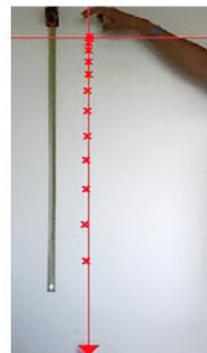
On choisit généralement l'origine à la position de départ de l'objet dont on étudie le mouvement.



c. Pointage

Il s'agit de repérer image par image les positions successives occupées par l'objet au cours du temps. Pour cela, le logiciel propose de cliquer image par image sur un point de l'écran.

On choisit généralement comme point d'étude le centre de l'objet dont on étudie le mouvement.



3 Exploitation

À l'aide d'un tableur-grapheur ou d'un logiciel de programmation, il est ensuite possible d'exploiter les coordonnées (t, X, Y) des points.

Grd Unité	t s	X m	Y m
1	0,000	0,000	0,001
2	0,040	0,000	0,009
3	0,080	0,001	0,023
4	0,120	-0,001	0,045
5	0,160	0,000	0,073
6	0,200	0,000	0,105
7	0,240	0,000	0,137
8	0,280	0,000	0,169
9	0,320	0,001	0,193
10	0,360	0,000	0,215
11	0,400	0,000	0,239
12	0,440	-0,001	0,268
13	0,480	0,001	0,296

Mesurer une force

Pour mesurer la valeur d'une force qui modélise une action mécanique, on utilise un dynamomètre.

1 Interpréter les traits d'une graduation

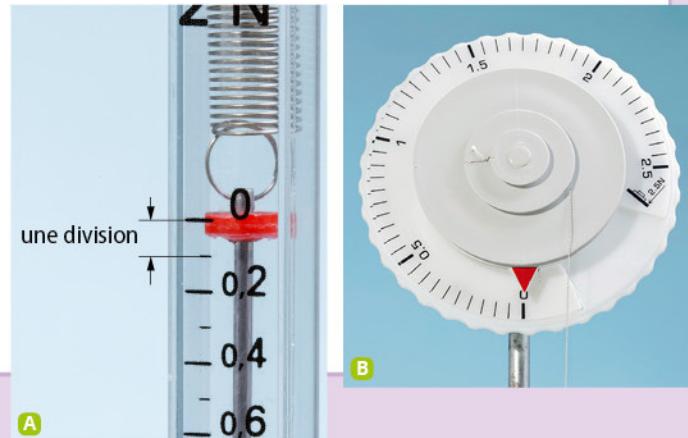
L'espace entre les traits d'une graduation est appelé une **division**.

La valeur d'une division est à interpréter à partir des inscriptions disponibles.

Plus la division est petite, plus la mesure sera précise.

EXEMPLES

Sur le dynamomètre A, une division représente 0,1 N. Sur le B, une division représente 0,05 N.



2 Mesurer la valeur d'une force

Pour déterminer la valeur d'une force, l'action doit être exercée à l'extrémité du dynamomètre. Généralement, cette extrémité est un crochet.

3 Lire la valeur de la force

La valeur de la force est indiquée par la **position du curseur** ou **de l'aiguille** du dynamomètre.

Si le curseur est entre deux divisions, on choisit la valeur moyenne entre les deux.

EXEMPLES



$$F = 1,0 \text{ N}$$



$$F = 2,5 \text{ N}$$



$$F = 1,25 \text{ N}$$

Mesurer une pression

Pour mesurer la pression dans un gaz ou dans un liquide, on utilise un manomètre ou un capteur de pression (parfois nommé pressiomètre). Le baromètre mesure, quant à lui, la pression atmosphérique.

1 S'approprier l'instrument de mesure

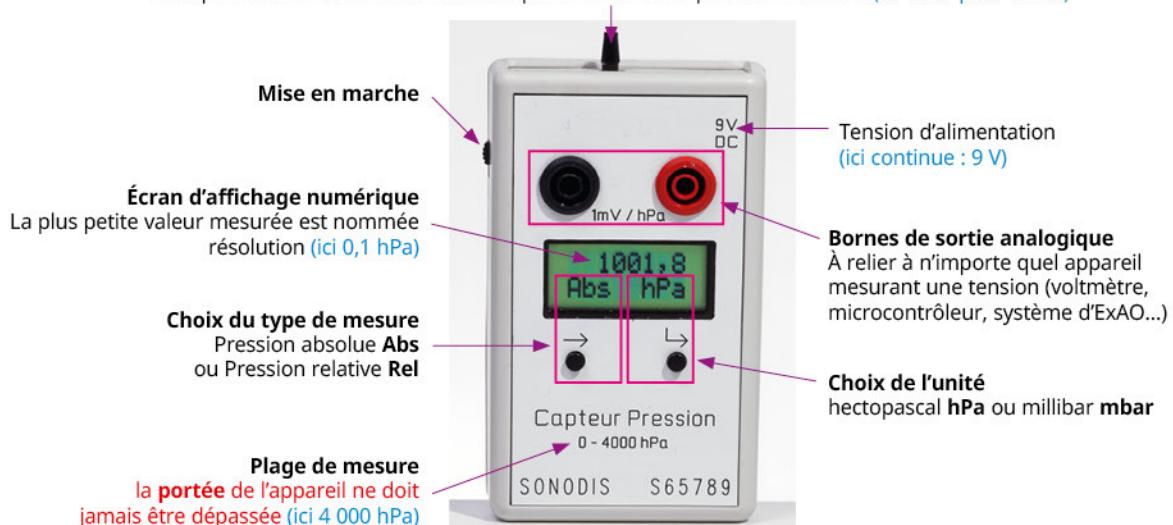
Quel que soit le modèle utilisé, les principaux éléments de l'appareil décrits ci-dessous sont présents.

Entrée du capteur de pression

À relier au fluide par l'intermédiaire d'un tuyau, d'une seringue, d'une sonde.

Ne jamais introduire de liquide dans le capteur.

Le capteur convertit en tension électrique la valeur de la pression mesurée (ici 1 mV pour 1 hPa)



2 Réaliser des mesures

a. Pression absolue ou pression relative

Une pression absolue (P_{abs}) est mesurée à partir du vide ($P = 0$ bar). Une pression relative (P_{rel}) est mesurée par rapport à la pression atmosphérique ($P_{atm} \approx 1$ bar).

b. Mesure de pression

Un encadrement raisonnable de la valeur de la pression P mesurée est obtenu à partir d'une lecture sur l'écran d'affichage numérique (ou indiquée par la position de l'aiguille dans le cas d'un manomètre à aiguille).

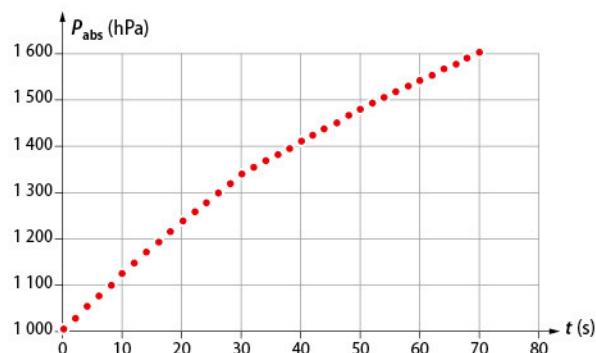
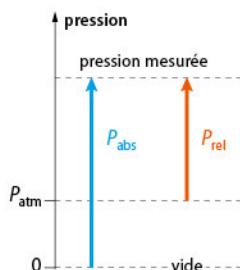
EXEMPLE

On estime P compris entre 1 001,3 hPa et 1 002,3 hPa.

Le meilleur estimateur de la pression P mesurée est le milieu de cet intervalle et l'incertitude-type u_p associée à cette mesure correspond à la demi-largueur de l'intervalle défini.

EXEMPLE

La pression est estimée à $P = 1\ 001,8$ hPa avec une incertitude-type associée $u_p = 0,5$ hPa.



Utiliser un multimètre

Le multimètre est un instrument de mesure qui sert à étudier des circuits électriques. Il permet de mesurer la valeur d'une tension, l'intensité d'un courant, une résistance, etc.

1 S'approprier l'instrument

Quel que soit le modèle utilisé, un multimètre présente les principaux éléments suivants :



- ① Marche/Arrêt
- ② Sélecteur de l'instrument
- ③ Zone de mesure des tensions continues
- ④ Zone de mesure des intensités des courants continus
- ⑤ Zone de mesure des résistances
- ⑥ Borne de mesure des tensions ou des résistances
- ⑦ Borne de mesure commune à toutes les fonctions
- ⑧ Borne de mesure des intensités

2 Réaliser des mesures

Pour mesurer...	... une tension	... une intensité	... une résistance
Brancher le multimètre :	en série en utilisant les bornes V et COM	en déviation en utilisant les bornes 10A et COM	en utilisant les bornes Ω et COM
Positionner le sélecteur :	sur le plus grand calibre de la zone ③ (souvent notée V=).	sur le plus grand calibre de la zone ④ (souvent notée A=).	sur le plus grand calibre de la zone ⑤ (souvent notée Ω).

puis choisir le calibre juste supérieur à la valeur affichée sur l'écran.

Réaliser un circuit électrique

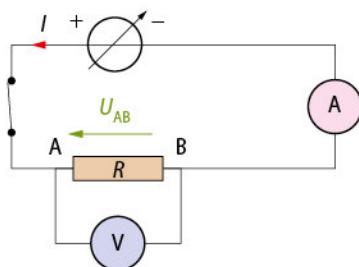
Réaliser le montage d'un circuit consiste à relier entre eux les différents dipôles par des fils de connexion, en respectant les informations données par le schéma électrique.

1 Préparation du matériel à partir du schéma électrique

Sur le plan de travail, disposer les composants électriques nécessaires à la réalisation du montage. Pour un montage clair, il est préférable d'espacer suffisamment les dipôles.

EXEMPLE

Pour tracer la caractéristique d'une résistance R , on donne le schéma ci-dessous.



Le matériel nécessaire à la réalisation de ce circuit est : un générateur de tension réglable de 0 à 6 V ; un interrupteur ; 6 fils de connexion ; une résistance R ; un voltmètre ; un ampèremètre.

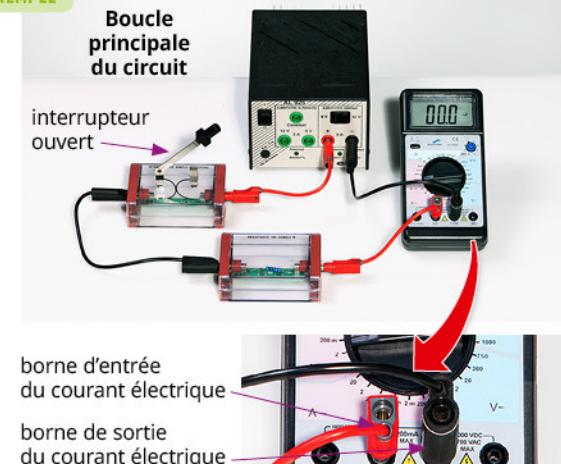


2 Réalisation du montage

Relier entre eux les éléments de la boucle principale du circuit, où les dipôles sont montés en série.

- On commence généralement en partant de la borne positive du générateur, et en utilisant préférentiellement un fil de connexion de couleur rouge. On termine en arrivant à la borne négative du générateur, en utilisant préférentiellement un fil de connexion de couleur noire.
- Repérer les dipôles polarisés (multimètre par exemple) et en déduire le sens de branchement par rapport au sens conventionnel du courant électrique.
- L'interrupteur doit être en position ouverte (ou le générateur éteint) durant toute la phase de réalisation du montage.

EXEMPLE



- Terminer la réalisation du montage en reliant les dipôles ou les parties qui sont en dérivation sur la branche principale.

EXEMPLE



- Ce circuit pourra alors être mis sous tension, en fermant l'interrupteur, une fois qu'il aura été vérifié.

Utiliser un oscilloscope

L'oscilloscope est un outil d'observation et d'analyse de signaux électriques.

1 Principe et constitution

Un oscilloscope est un appareil qui permet de visualiser l'**évolution d'une tension électrique en fonction du temps**.

réglage du positionnement du signal à l'écran

écran gradué

réglage de l'intensité lumineuse du signal à écran

réglage de la sensibilité verticale $V \cdot \text{div}^{-1}$



choix de visualisation :
– tension alternative
– tension continue
– tension nulle

bornes d'entrée du signal électrique

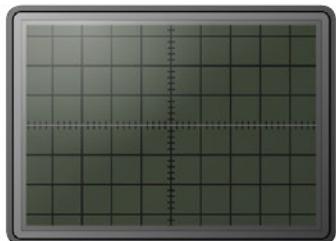
choix d'enclencher la base de temps

réglage de la base de temps $\text{ms} \cdot \text{div}^{-1}$

Il se branche aux bornes d'un dipôle (générateur ou récepteur) dont on veut observer le signal de la tension.

2 Prérglages

En l'absence de signal à l'entrée et si la base de temps n'est pas enclenchée, un trait horizontal au centre de l'écran doit être observé (il correspond à une tension nulle) :



Pour centrer ce trait horizontal, agir sur les boutons de réglage « Y Pos » et « X Pos ».

3 Analyse d'un signal à l'oscilloscope

a. À l'aide de la base de temps

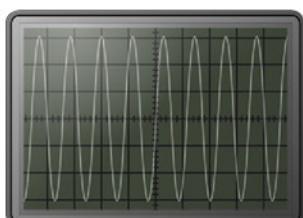
La **base de temps** permet de définir l'échelle horizontale de la représentation graphique sur l'écran.

Une **division (div)** représente un carreau de l'écran.

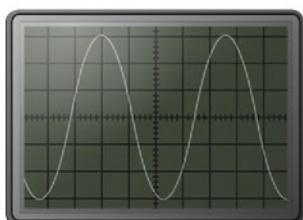
EXEMPLE

Mesure d'un signal de fréquence de 440 Hz.

Mauvais réglage



Bon réglage



b. À l'aide de la sensibilité verticale

La **sensibilité verticale** permet de définir l'échelle verticale de la représentation graphique sur l'écran.

Une division (div) représente un carreau de l'écran. La représentation graphique doit occuper tout l'écran.

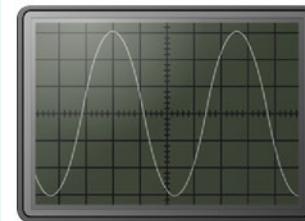
EXEMPLE

Mesure d'un signal d'amplitude 6 V.



$10 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$

Bon réglage



$2 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$

Utiliser un logiciel d'enregistrement et de traitement du son

1 Enregistrement d'un son

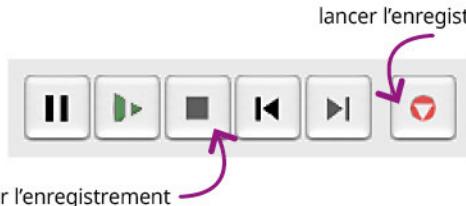
- Lancer le logiciel d'enregistrement (par exemple Audacity) préalablement installé sur un ordinateur muni d'une carte son.
- Brancher un microphone dans la prise « micro » de l'ordinateur.



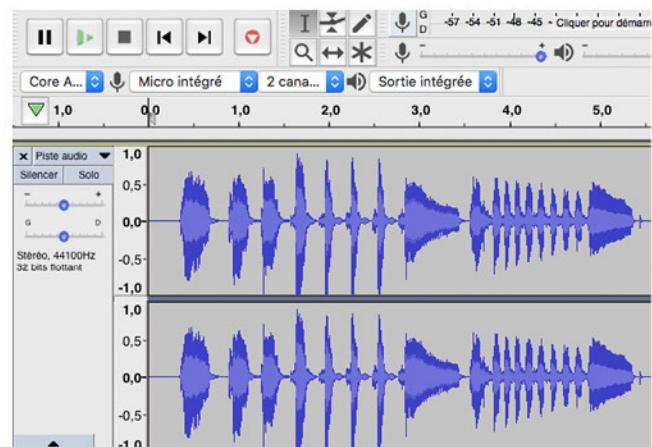
► C'est le microphone qui transforme le signal sonore en signal électrique. L'ordinateur va convertir, au niveau de l'un de ses composants, le signal électrique en signal numérique.



- Pour lancer et arrêter un enregistrement, cliquer sur les boutons :

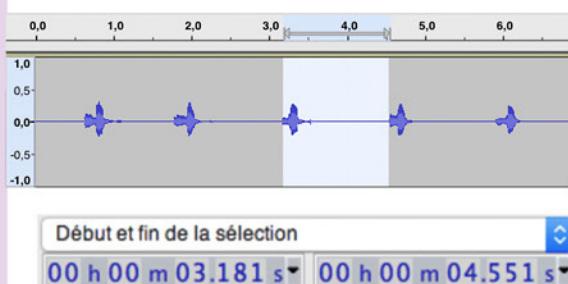


- Les ordinateurs sont dotés généralement de deux canaux pour assurer un enregistrement en stéréo. On visualise ainsi deux pistes à l'écran.



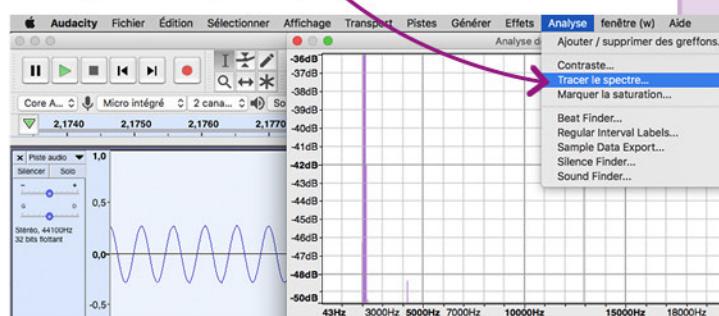
2 Traitement du signal

Un logiciel de traitement du son est équipé de nombreuses fonctionnalités agissant sur le signal enregistré. En physique, un tel logiciel permet de faire des mesures et d'analyser le signal sonore.



Grâce à l'outil réticule, on sélectionne une partie du signal pour en mesurer la **durée** avec précision.

À l'aide d'une analyse spectrale, on détermine la **fréquence** d'un signal sonore périodique sinusoïdal.

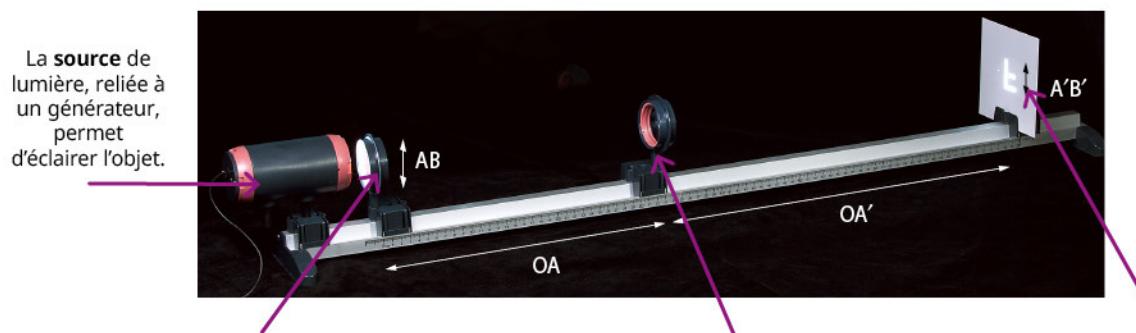


Réaliser un montage d'optique

Réaliser un montage d'optique consiste à placer les éléments optiques les uns par rapport aux autres, de manière à former l'image nette d'un objet lumineux.

1 Les éléments du montage d'optique

Tout montage d'optique est constitué d'une **source de lumière**, d'un **objet**, d'une ou plusieurs **lentilles** et d'un **écran**. Ces éléments sont placés sur une monture. Ils sont disposés sur un support rectiligne, horizontal et gradué, sur lequel ils peuvent coulisser tout en restant alignés : le **banc d'optique**. Outre l'alignement des éléments d'optique, le banc d'optique permet, à partir d'un repérage des positions, la réalisation de mesures.



L'**objet**, dont on souhaite former une image nette, est accolé à la source afin d'être le plus **lumineux** possible. Il s'agit, par exemple, d'une lettre gravée dans une diapositive.

La **lentille** mince, placée sur une monture, est indispensable à la formation de l'image.

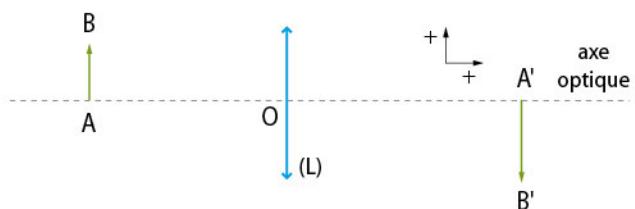
L'**écran** permet d'observer et d'identifier la position de l'**image** nette formée. Une feuille de papier millimétré peut être utilisée pour mesurer sa grandeur.

2 Alignement et réglage du dispositif expérimental

1. Placer la source de lumière sur le banc, l'allumer et y accolter l'objet.
 2. Se placer dans l'obscurité.
 3. Déplacer l'ensemble source-objet lumineux, de manière à positionner l'objet sur la graduation zéro du banc d'optique.
 4. Disposer la lentille convergente à une distance de l'objet supérieure à sa distance focale f .
 5. Déposer l'écran sur le banc d'optique. Le déplacer jusqu'à y faire apparaître une image nette de l'objet.
- À chaque étape, prendre soin de vérifier l'alignement vertical des éléments optiques.

3 Réalisation des mesures

- Tout montage d'optique est associé à un schéma optique. Sur la représentation ci-contre, A désigne la position de l'objet, O celle du centre optique de la lentille et A' la position de l'image formée.
- Les axes sont orientés et les longueurs algébriques : $OA < 0$; $AB > 0$; $OA' > 0$; $A'B' < 0$.
- Sur le montage, l'axe optique de la lentille est parallèle au banc d'optique.



Comprendre la notion de dispersion d'une mesure



1 Qu'est-ce que mesurer ?

- **Mesurer**, c'est évaluer la valeur d'une grandeur par comparaison avec **une valeur prise comme référence**.

EXEMPLE

On mesure à la naissance la masse d'un nouveau-né et on la compare à la valeur moyenne de la masse des nouveau-nés.

- On mesure cette grandeur avec un **instrument de mesure adapté**.

EXEMPLE

On mesure une masse à l'aide d'une balance.



Mesure d'une masse



2 Qu'est-ce que la dispersion d'une mesure ?

- La mesure ne pouvant être absolument précise, il existe toujours un écart entre la valeur mesurée et la valeur exacte ou valeur « vraie ». Cet écart est appelé **dispersion de la mesure**.
- Seuls les étalons de mesure ont, par convention, une valeur exacte.
- Lors d'une mesure, le scientifique cherche à réduire cette dispersion et donc à gagner en **précision**.

EXEMPLE

La précision d'un mètre de maçon n'est pas adaptée pour mesurer la taille d'un petit objet.

3 De quoi dépend la dispersion d'une mesure ?

- La dispersion d'une mesure peut venir de l'**instrument de mesure**.

EXEMPLE

La précision de l'instrument de mesure est insuffisante pour la mesure. L'instrument de mesure est mal étalonné ou n'est pas fiable car la valeur qu'il indique dérive...

- La dispersion d'une mesure peut découler de l'**expérimentateur**.

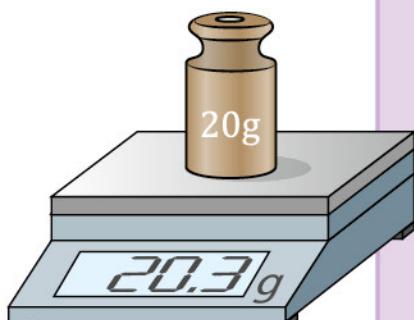
EXEMPLE

La mesure n'est pas effectuée avec rigueur. La démarche mise en œuvre ne permet pas une précision dans la mesure...

- La dispersion d'une mesure peut être due à la **grandeur** mesurée.

EXEMPLE

Une température qui n'est pas parfaitement constante, une altitude qui varie...



Une balance mal étalonnée indique une valeur de masse qui s'éloigne de la valeur « vraie ».

Exprimer les incertitudes de mesure



1 Écrire un résultat de mesure

a. Variabilité d'une mesure physique

Une mesure ne peut jamais conduire à une valeur vraie, rigoureusement certaine, mais seulement à des valeurs approchées. On parle de **variabilité** ou de **dispersion** d'une mesure.

Pour évaluer la dispersion d'une mesure, on utilise une grandeur appelée **incertitude-type**. Elle traduit le doute qui existe entre le résultat de cette mesure et la valeur vraie.

L'incertitude-type définit un **intervalle** dans lequel la valeur « vraie » se trouve probablement.

EXEMPLE

$0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ est l'incertitude-type de la mesure ci-contre.

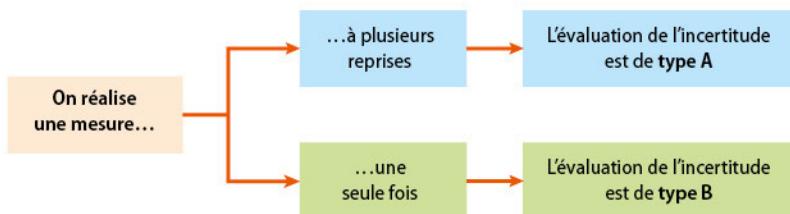
Cette écriture signifie que :

- la meilleure estimation de la grandeur mesurée, ici la température T , est $17,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- la valeur vraie a de fortes chances de se trouver dans l'intervalle $17,2 - 0,5 = 16,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ et $17,2 + 0,5 = 17,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Cela revient à écrire que : $16,7 \text{ }^{\circ}\text{C} \leq T \leq 17,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$T = 17,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ avec une
incertitude-type de $0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

b. Deux méthodes d'évaluation de l'incertitude-type



2 Exploiter une série de plusieurs mesures : évaluation de type A

a. Série de mesures

La variabilité d'une mesure apparaît lorsque l'on répète plusieurs fois la mesure d'une même grandeur dans les mêmes conditions expérimentales.

EXEMPLE

Si l'on mesure à plusieurs reprises la masse d'un échantillon, le résultat affiché par la balance peut varier. Cela s'explique par de nombreux paramètres :

- fonctionnement de l'instrument,
- position de l'échantillon sur le plateau,
- limite de l'affichage,
- température de la pièce,
- etc.

Mesure n°	1	2	3	4	5	6
Masse (g)	57,2	57,2	56,8	57,4	58,2	57,0

b. Analyse qualitative : l'histogramme

À l'aide d'un tableur, on illustrera la variabilité d'une mesure en réalisant un **histogramme**.

Un histogramme donne la fréquence d'occurrence pour chaque valeur mesurée. Il permet de se rendre compte de l'ampleur de la dispersion des valeurs des mesures effectuées.

Quand un résultat dans une série de mesures est très éloigné des autres, on dit qu'il est aberrant. Il devra être écarté afin de réduire la dispersion.

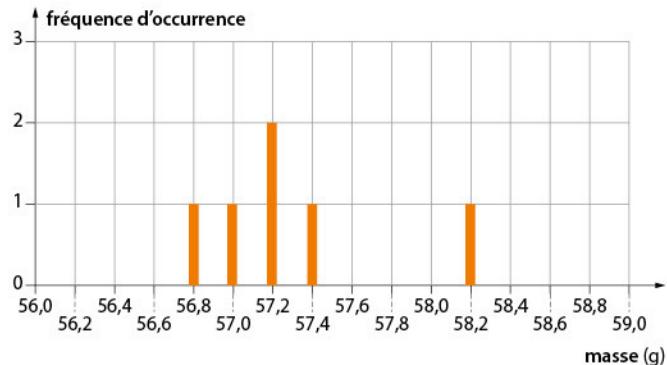
Exprimer les incertitudes de mesure (suite)



EXEMPLE

Dans l'exemple précédent, les mesures sont assez peu dispersées sauf la mesure n° 5.

On dira que le résultat de la mesure n° 5, qui est très éloigné des autres, est aberrant.

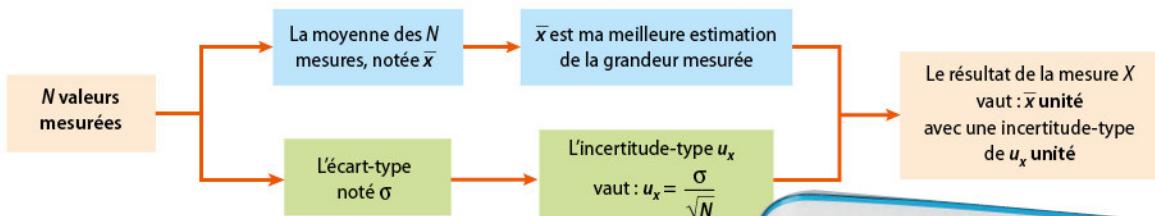


Il est souvent possible de réduire la dispersion des mesures :

- en respectant les règles d'utilisation optimale de l'instrument ;
- en utilisant un instrument de mesure plus performant ;
- en améliorant la précision du protocole expérimental.

c. Calculer l'incertitude-type sur une série de mesures

Lorsque l'on réalise plusieurs mesures d'une même grandeur, il est possible de calculer la meilleure estimation du résultat ainsi que la valeur de l'incertitude-type associée. Pour cela, on utilise les outils statistiques des calculatrices scientifiques de la façon suivante :



Au lycée, on écrit les incertitudes en respectant les règles suivantes :

- l'incertitude-type d'une mesure est écrite avec **un ou deux chiffres significatifs** ;
- l'incertitude-type est **arrondie**, par excès, **à la même décimale que la valeur mesurée**.

EXEMPLE

Sur l'exemple précédent où l'on mesure une masse m , on a conservé cinq valeurs. On a donc $N = 5$.

On calcule la moyenne \bar{m} et l'écart-type expérimental s_m en utilisant le menu statistique de la calculatrice (figure ci-contre) :

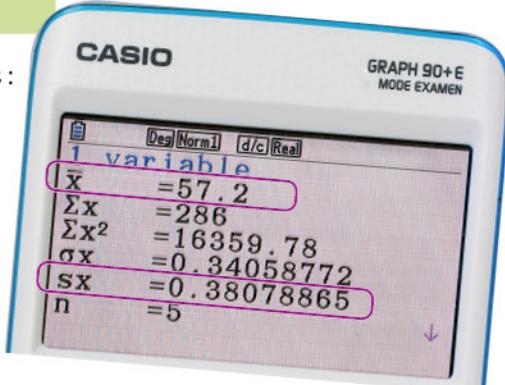
$$\bar{m} = 57,2 \text{ et } s_m = 0,38078\dots$$

On calcule l'incertitude-type :

$$u_m = \frac{s_m}{\sqrt{N}}$$

$$\text{soit } u_m = \frac{0,38078}{\sqrt{5}} = 0,17029\dots$$

On écrit le résultat final : la masse vaut $m = 57,2 \text{ g}$ avec une incertitude-type de $0,2 \text{ g}$.



VERS L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR...

Dans le domaine scientifique, les incertitudes sont généralement données pour garantir un niveau de confiance se rapprochant de 100 %. Pour atteindre cet objectif, les incertitudes-types u_x sont remplacées par les **incertitudes élargies U_x** .

Ces deux grandeurs sont reliées par un coefficient k appelé **coefficient de Student** :

$$U_x = k \times u_x$$

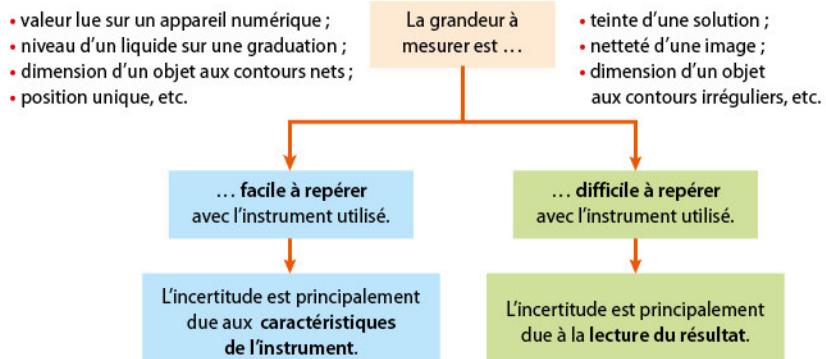
Pour un niveau de confiance de 95 %, $k = 2$.

3 Exploiter une mesure unique : évaluation de type B

a. Principales sources d'incertitude sur le résultat d'une mesure

Dans de nombreuses activités expérimentales, il n'est pas possible de réaliser plusieurs fois la mesure d'une grandeur pour observer sa variabilité. Par exemple, lorsqu'on ne dispose pas de matériel suffisant ou quand la réalisation d'une mesure demande trop de temps pour être répétée.

Dans ces conditions, il faut se contenter d'une mesure unique de la grandeur étudiée pour laquelle il est néanmoins possible d'obtenir une estimation d'une incertitude-type. Deux cas sont possibles dans les activités expérimentales du lycée :



b. Évaluer l'incertitude-type lorsque la grandeur est facile à repérer

Souvent, la grandeur mesurée est suffisamment nette et stable pour être repérée sans difficulté. Dans ce cas, on considère que l'incertitude sur la mesure est principalement due à la précision avec laquelle l'instrument permet de lire le résultat.

En première approximation, il est donc possible d'estimer l'incertitude type de la façon suivante :

Pour un **instrument gradué** (règle, thermomètre, pipette, etc.), l'utilisateur identifie la plus petite graduation visible.

L'incertitude-type est égale à la moitié de la plus petite graduation visible :

$$u = \frac{\text{graduation}}{2}$$

Pour un instrument à **affichage numérique** (multimètre, conductimètre, balance, etc.), on identifie le dernier chiffre affiché (digit).

L'incertitude-type est égale à la moitié du dernier chiffre affiché :

$$u = \frac{\text{digit}}{2}$$

EXEMPLES

Mesure de longueur

Un double décimètre est généralement gradué en millimètre, c'est-à-dire que sa plus petite graduation est le millimètre.

En première approximation, l'incertitude-type associée à la lecture sur cette règle est donc :

$$u = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ mm}$$

Remarque : lors d'une double lecture, l'incertitude porte à la fois sur la position initiale et la position finale. Dans ce cas, l'incertitude-type vaut $2 \times 0,5 \text{ mm}$.

VERS L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR...

Dans le post-bac, les calculs des incertitudes de type B tiennent compte de la plus forte probabilité qu'a le résultat de se trouver au centre de l'intervalle. Le quotient 2 est ainsi remplacé par $\sqrt{6}$ ou $\sqrt{12}$. Ces corrections ne sont pas au programme du lycée.

Mesure de masse



Une balance utilisée au laboratoire de chimie affiche trois chiffres dont le dernier correspond à 0,1 g.

En première approximation, l'incertitude-type associée à la lecture sur cette balance est donc :

$$u = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ g}$$

Le résultat de cette pesée est donc 85,10 g avec une incertitude-type de 0,05 g.

Exprimer les incertitudes de mesure (suite)

c. Évaluer l'incertitude-type lorsque la grandeur est difficile à repérer

Lors de la réalisation d'expériences, il est courant de ne pas pouvoir donner un résultat unique pour une mesure. Par exemple, lorsque la valeur affichée par l'instrument varie ou quand la grandeur mesurée n'a pas de limites nettes, etc. Il est alors seulement possible d'estimer **un intervalle** dans lequel le résultat se trouve très probablement.

Dans ce cas, on considère que l'incertitude est principalement due à l'impossibilité de l'observateur à réduire cet intervalle.

En première approximation, il est donc possible d'estimer l'incertitude-type de la façon suivante :

- L'utilisateur identifie la valeur la plus petite X_{\min} et la plus grande X_{\max} entre lesquelles le résultat de la mesure peut être raisonnablement encadré.

- Le **résultat X** de la mesure est égal au milieu de l'intervalle :

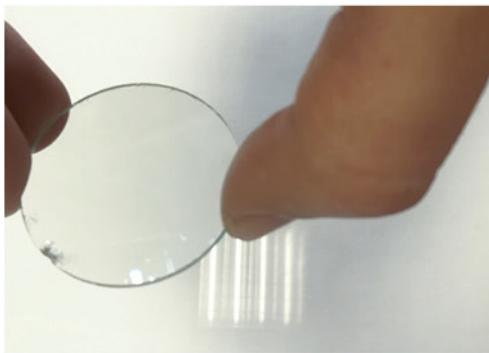
$$X = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

- L'**incertitude-type u_X** est égale à la moitié de la largeur de l'intervalle :

$$u_X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{2}$$

EXEMPLES

Image en optique



Afin de déterminer la distance focale d'une lentille, on recherche la position permettant d'obtenir l'image sur un écran d'un objet éloigné. Pour l'observateur, l'image paraît identique entre les positions $d_{\min} = 18,9 \text{ cm}$ et $d_{\max} = 21,1 \text{ cm}$.

On considère donc que le résultat est inclus dans l'intervalle $18,9 \text{ cm} \leq d \leq 21,1 \text{ cm}$.

On calcule alors :

- le milieu de l'intervalle :

$$d = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} = 20,1 \text{ cm}$$

- la moitié de la largeur de l'intervalle :

$$u_d = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2} = 1,2 \text{ cm}$$

En première approximation, on écrira donc que la **distance focale de cette lentille vaut $20,1 \text{ cm}$ avec une incertitude-type de $1,2 \text{ cm}$** .

Échelle de teinte

Afin d'évaluer la valeur de la concentration d'une solution colorée, il est possible de comparer sa couleur à celles de solutions de référence.

La concentration de la solution étudiée se trouve donc encadrée par deux valeurs.



On trouve par exemple l'intervalle :

$$2,0 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \leq c \leq 5,0 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

On calcule donc :

- le milieu de l'intervalle :

$$c = 3,5 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

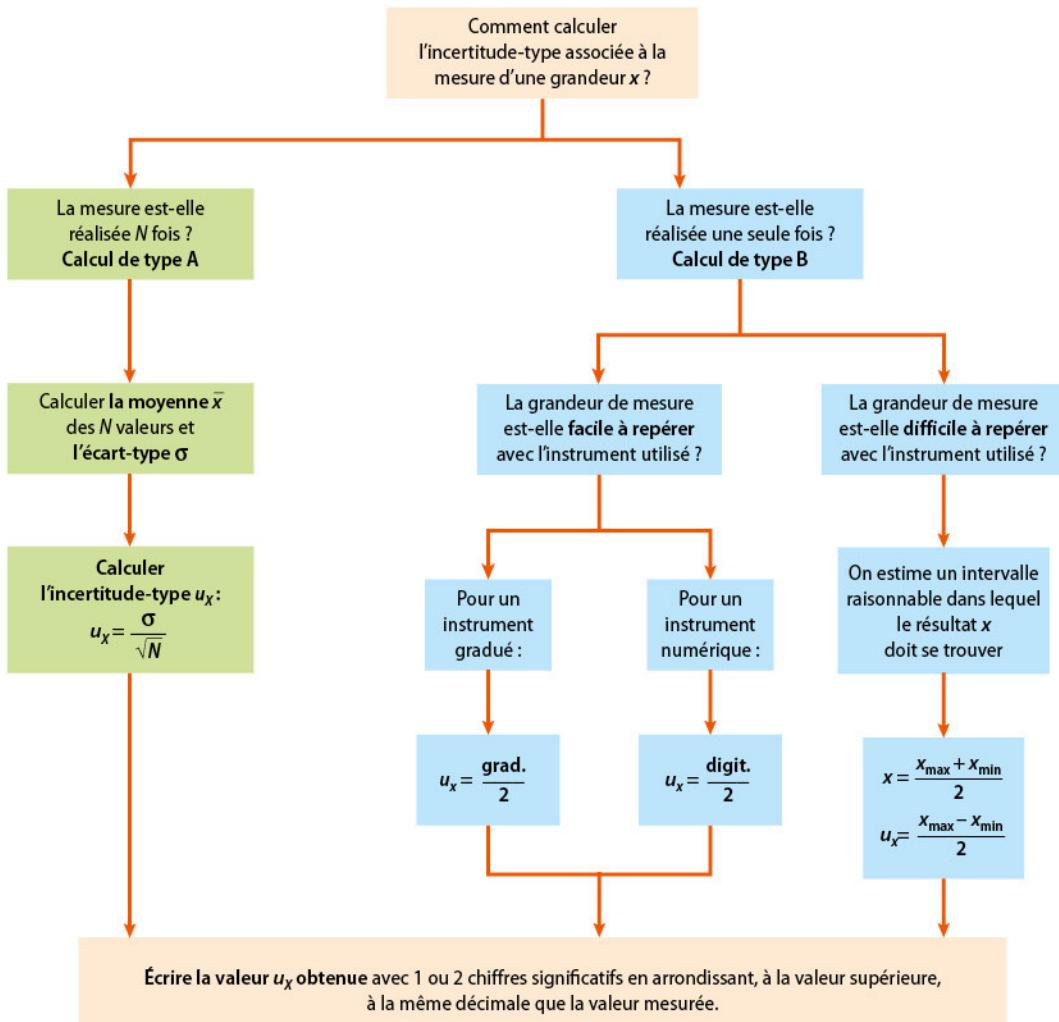
- la moitié de la largeur de l'intervalle :

$$u_c = \frac{c_{\max} - c_{\min}}{2} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

En première approximation, on écrira donc que la **concentration de la solution étudiée vaut $3,5 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ avec une incertitude-type de $1,5 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$** .

Remarque : si l'on souhaite réduire la valeur de l'incertitude-type, on a intérêt à choisir le plus petit intervalle possible.

4 Pour réussir à calculer une incertitude-type





Gérer les chiffres significatifs et la notation scientifique

En physique, toute grandeur numérique est une grandeur mesurée. Cette mesure est effectuée avec une certaine précision. Cela a une conséquence sur l'écriture du résultat.

1 Nombre de chiffres significatifs

Le nombre de chiffres significatifs indique la précision d'une mesure. Les chiffres significatifs sont les chiffres connus avec certitude et le premier chiffre incertain.

EXEMPLE

La mesure « 1,32 m » comporte 3 chiffres significatifs. Les chiffres 1 et 3 sont connus avec certitude. Le chiffre 2 est incertain.

2 Particularité du « zéro »

Lorsque le premier chiffre de gauche est un zéro, ce zéro n'est pas significatif.

Lorsque le dernier chiffre de droite est un zéro, ce zéro est significatif.

EXEMPLE

La mesure « 0,42 m » ne comporte que 2 chiffres significatifs.

La mesure « 2,30 m » comporte 3 chiffres significatifs.

3 Calcul et chiffres significatifs

a. Multiplication et division

Le résultat d'une multiplication ou d'une division a autant de chiffres significatifs que la mesure la moins précise utilisée dans le calcul.

EXEMPLE

On donne une vitesse v et une distance parcourue d : $v = 3,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $d = 10,2 \text{ m}$.

$$\text{La durée du déplacement s'écrit : } \Delta t = \frac{d}{v}.$$

d est connu avec 3 chiffres significatifs ; v , avec seulement 2 chiffres significatifs. La mesure la moins précise est celle de v .

Le résultat de Δt ne sera donc donné qu'avec 2 chiffres significatifs : $\frac{10,2}{3,2} = 3,1875$, que l'on arrondit donc à 3,2 : $\Delta t = 3,2 \text{ s}$.

b. Addition et soustraction

Le résultat d'une addition ou d'une soustraction a autant de décimales que la mesure présente dans le calcul qui en a le moins.

EXEMPLE

On donne deux longueurs $L = 23,12 \text{ m}$ et $\ell = 0,821 \text{ m}$. La mesure qui a le moins de décimales est 23,12 (2 décimales).

$L - \ell = 23,12 - 0,821 = 22,299$, que l'on arrondit donc à 22,30 : $L - \ell = 22,30 \text{ m}$.

4 La notation scientifique

- La notation scientifique consiste à exprimer un nombre sous la forme :

$$a \times 10^b \quad \text{avec } 1 \leq a < 10 \quad \text{et } b \text{ entier relatif non nul}$$

EXEMPLE

En notation scientifique, 0,0025 s'écrit : $2,5 \times 10^{-3}$.

- a doit être compris entre 1 (inclus) et 10 (exclu).

EXEMPLE

La valeur 1,5 est déjà une notation scientifique. On n'écrira pas : $1,5 \times 10^0$.

- Pour exprimer un nombre en puissance de 10, la relation mathématique suivante peut être utile :

$$10^n \times 10^m = 10^{n+m}$$

EXEMPLE

Pour convertir 100 mm en m et utiliser la notation scientifique, on écrit :

$$100 \text{ mm} = 1 \times 10^2 \text{ mm} = 1 \times 10^2 \times 10^{-3} \text{ m} = 1 \times 10^{-1} \text{ m}$$

- Dans l'écriture scientifique $a \times 10^b$, c'est le nombre de chiffres de a qui donne le nombre de chiffres significatifs.

EXEMPLE

$3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ comporte 3 chiffres significatifs.

Utiliser les puissances de 10 et la notation scientifique

Pour exprimer les dimensions des objets infiniment petits (comme l'atome) ou infiniment grands (comme une galaxie), on a recours aux puissances de 10.

1 Multiples et sous-multiples des unités

On peut traduire les puissances de 10 par des multiples et des sous-multiples des unités du Système international.

EXEMPLE Multiples et sous-multiples du mètre.

Préfixe	Symbole	Puissance de 10
téra	T	$\times 10^{12}$
		$\times 10^{11}$
		$\times 10^{10}$
giga	G	$\times 10^9$
		$\times 10^8$
		$\times 10^7$
méga	M	$\times 10^6$
		$\times 10^5$
		$\times 10^4$
kilo	k	$\times 10^3$
hecto	h	$\times 10^2$
déca	da	$\times 10^1$
		$\times 10^0$
déci	d	$\times 10^{-1}$
centi	c	$\times 10^{-2}$
milli	m	$\times 10^{-3}$
		$\times 10^{-4}$
		$\times 10^{-5}$
micro	μ	$\times 10^{-6}$
		$\times 10^{-7}$
		$\times 10^{-8}$
nano	n	$\times 10^{-9}$
		$\times 10^{-10}$
		$\times 10^{-11}$
pico	p	$\times 10^{-12}$
		$\times 10^{-13}$
		$\times 10^{-14}$
femto	f	$\times 10^{-15}$

Unité	Symbole	Conversion en m	
téramètre	Tm	$\times 10^{12}$ m	1 000 000 000 000 m
		$\times 10^{11}$ m	100 000 000 000 m
		$\times 10^{10}$ m	10 000 000 000 m
gigamètre	Gm	$\times 10^9$ m	1 000 000 000 m
		$\times 10^8$ m	100 000 000 m
		$\times 10^7$ m	10 000 000 m
mégamètre	Mm	$\times 10^6$ m	1 000 000 m
		$\times 10^5$ m	100 000 m
		$\times 10^4$ m	10 000 m
kilomètre	km	$\times 10^3$ m	1 000 m
hectomètre	hm	$\times 10^2$ m	100 m
décamètre	dam	$\times 10^1$ m	10 m
mètre	m	$\times 10^0$ m	1 m
décimètre	dm	$\times 10^{-1}$ m	0,1 m
centimètre	cm	$\times 10^{-2}$ m	0,01 m
millimètre	mm	$\times 10^{-3}$ m	0,001 m
		$\times 10^{-4}$ m	0,000 1 m
		$\times 10^{-5}$ m	0,000 01 m
micromètre	μm	$\times 10^{-6}$ m	0,000 001 m
		$\times 10^{-7}$ m	0,000 000 1 m
		$\times 10^{-8}$ m	0,000 000 01 m
nanomètre	nm	$\times 10^{-9}$ m	0,000 000 001 m
		$\times 10^{-10}$ m	0,000 000 000 1 m
		$\times 10^{-11}$ m	0,000 000 000 01 m
picomètre	pm	$\times 10^{-12}$ m	0,000 000 000 001 m
		$\times 10^{-13}$ m	0,000 000 000 000 1 m
		$\times 10^{-14}$ m	0,000 000 000 000 01 m
femtomètre	fm	$\times 10^{-15}$ m	0,000 000 000 000 001 m

2 Écriture scientifique d'un nombre

En écriture scientifique, tout nombre s'écrit comme le produit d'un nombre compris entre 1 et 10 (10 exclu) et d'une puissance de 10.

EXEMPLE L'écriture scientifique du nombre 0,000 027 est $2,7 \times 10^{-5}$.

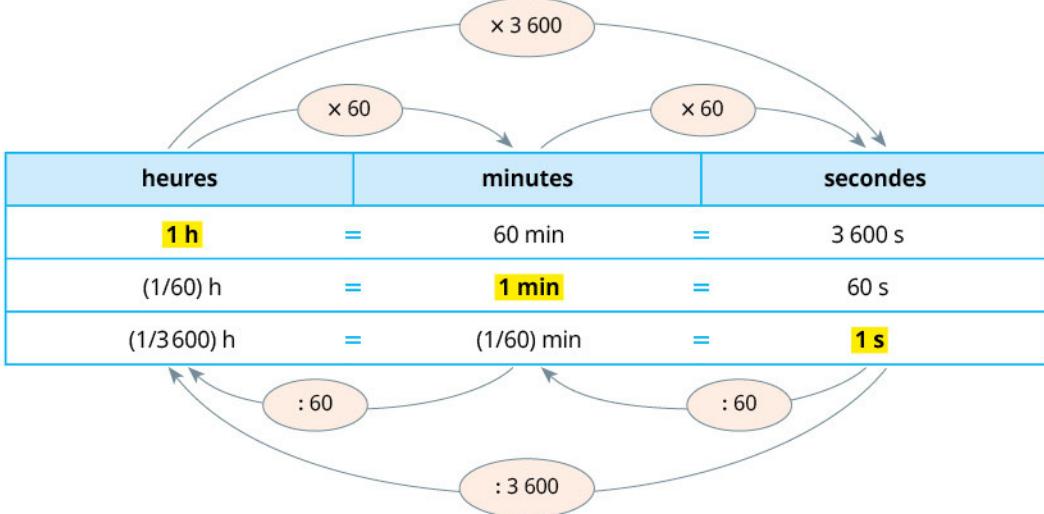
$a \times 10^n$ avec $1 \leq a < 10$ et n entier positif ou négatif

Convertir des grandeurs

1 Convertir des volumes

mètre cube			décimètre cube			centimètre cube			millimètre cube		
m ³			dm ³			cm ³			mm ³		
100	10	1	100	10	1	100	10	1	100	10	1
									1 000 mm ³	100 mm ³	10 mm ³
						1 000 cm ³	100 cm ³	10 cm ³	1 cm ³	0,1 cm ³	0,01 cm ³
			1 000 dm ³	100 dm ³	10 dm ³	1 dm ³	0,1 dm ³	0,01 dm ³	0,001 dm ³		
100 m ³	10 m ³	1 m ³	0,1 m ³	0,01 m ³	0,001 m ³						
			hectolitre	décalitre	litre	décilitre	centilitre	millilitre			
			hL	daL	L	dL	cL	mL			
			100 L	10 L	1 L	0,1 L	0,01 L	0,001 L			

2 Convertir des durées



3 Convertir des vitesses

$$1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = (1000 \text{ m}) : (3600 \text{ s}) = 0,28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$\times 1000$
 $: 3600$

$\times 3600$
 $: 1000$

4 Convertir des énergies

$$1 \text{ kWh} = (1000 \text{ W}) \times (3600 \text{ s}) = 3 600 000 \text{ J}$$

$\times 3 600 000$

$: 3 600 000$

Construire une représentation graphique

Un **graphique** est la représentation des variations d'une grandeur en fonction d'une autre grandeur. Il permet ainsi de mieux appréhender un phénomène.

Des couples de valeurs sont généralement trouvés expérimentalement, et sont consignés dans un tableau.

EXEMPLE

On étudie l'évolution de la valeur de la tension aux bornes d'une lampe, en fonction de la valeur de l'intensité du courant électrique qui la traverse. On a relevé expérimentalement les points de fonctionnement du dipôle :

U (en V)	0	0,1	0,4	0,8	1,3	1,9	2,6	3,5	4,6	5,7
I (en mA)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90

1 Tracer et nommer les axes

- Tracer deux axes perpendiculaires sur une feuille (de préférence de papier millimétré), en utilisant un crayon à papier et une règle.
- Nommer chaque axe avec le nom de la grandeur (ou son symbole), et son unité. La grandeur qui est représentée en ordonnées, sur l'axe vertical, est celle dont on veut étudier l'évolution.

EXEMPLE

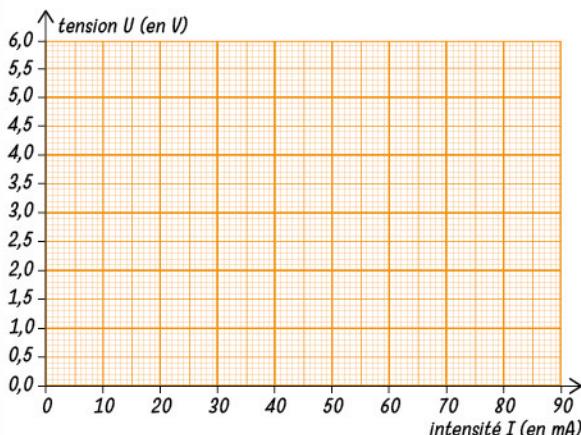
On trace un axe vertical pour la tension U (en V) et un axe horizontal pour l'intensité I (en mA).

2 Graduer les axes

- Graduer les axes, soit en utilisant l'échelle donnée, soit en choisissant une échelle adaptée. Celle-ci doit permettre d'obtenir un graphique suffisamment grand.

EXEMPLE

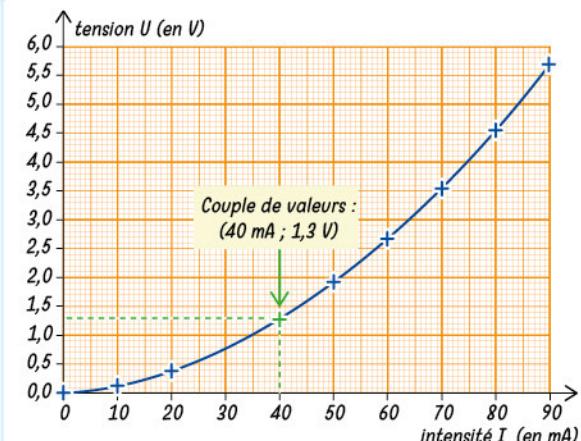
Ici, on peut prendre 1 cm pour 1,0 V en ordonnée, et 1 cm pour 10 mA en abscisse.



3 Placer les points et tracer la courbe

- Au crayon à papier, placer les couples de valeurs du tableau à l'aide de croix « + ».
- Si les points semblent alignés, les relier par une droite tracée à la règle : elle doit passer au plus près de ces points. Si les points ne sont pas alignés, les relier « à main levée ».

EXEMPLE



4 Donner un titre au graphique

- Donner un titre au graphique en utilisant une formulation du type : « **évolution de... en fonction de...** ». Le premier terme correspond au nom de la grandeur représentée en ordonnée, et le second celui de la grandeur en abscisse.

EXEMPLE

« Évolution de la valeur de la tension aux bornes d'une lampe en fonction de la valeur de l'intensité du courant électrique. »

Utiliser une relation de proportionnalité

1 Relation mathématique et méthode du triangle

Une relation de proportionnalité se traduit par une relation mathématique entre trois grandeurs. La **méthode du triangle** peut être utile pour gérer au mieux le lien entre ces trois grandeurs.

EXEMPLE Relation entre le poids P , la masse m et l'intensité de pesanteur g .

À partir de la relation $P = m \cdot g$,
on dessine le triangle ci-contre :

$$\begin{array}{c} P \\ \hline m \cdot g \end{array}$$

Pour chercher P ...

$$\begin{array}{c} \text{... on cache } P. \\ m \cdot g \end{array}$$

$$P = m \cdot g$$

Pour chercher m ...

$$\begin{array}{c} P \\ \hline \text{... on cache } m. \\ g \end{array}$$

$$m = \frac{P}{g}$$

Pour chercher g ...

$$\begin{array}{c} P \\ \hline m \\ g = \frac{P}{m} \end{array}$$

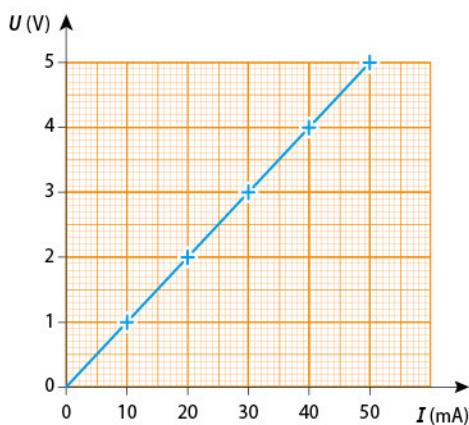
$$\text{... on cache } g.$$

2 Représentation graphique d'une relation de proportionnalité

Lorsqu'il existe une relation de proportionnalité entre deux grandeurs, la représentation graphique de l'évolution de l'une en fonction de l'autre est une demi-droite qui passe par l'origine.

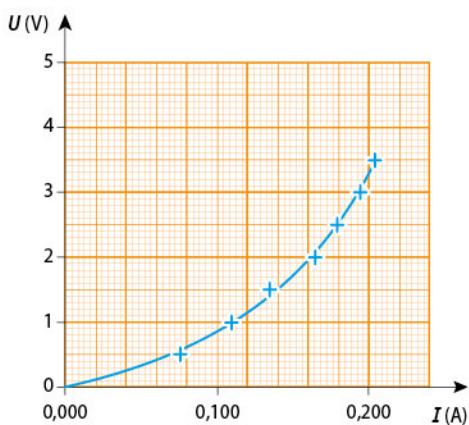
EXEMPLE

La tension aux bornes d'une résistance est proportionnelle à l'intensité qui la traverse.



CONTRE-EXEMPLE

La tension aux bornes d'une lampe n'est pas proportionnelle à l'intensité qui la traverse.



Utiliser les concentrations en masse et en quantité de matière

Le chimiste utilise la concentration pour exprimer la masse ou la quantité de matière d'une entité (atome, molécule ou ion) dissoute dans un litre de solution.

1 Concentration en quantité de matière

La concentration en quantité de matière c d'un soluté se calcule en divisant la quantité de matière n de soluté dissous dans une solution par le volume V_{solution} de cette solution :

$$c = \frac{n}{V_{\text{solution}}}$$

- n en mole (mol) ;
- V_{solution} en litre (L) ;
- c en mole par litre ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) .

• À partir d'une masse

Si on dissout une espèce chimique solide de masse m , sa quantité de matière est $n = m/M$ où M est la masse molaire de cette espèce, et :

$$c = \frac{m}{M \cdot V_{\text{solution}}}$$

avec :

- m en gramme (g) ;
- M en gramme par mole ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) ;
- V_{solution} en litre (L) ;
- c en mole par litre ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) .

• À partir d'un volume

Si la solution est préparée à partir d'une espèce chimique liquide de volume $V_{\text{soluté}}$, sa quantité de matière est $n = \rho \cdot V_{\text{soluté}}/M$ où ρ est la masse volumique de cette espèce et M sa masse molaire. Dans ce cas :

$$c = \frac{\rho \cdot V_{\text{soluté}}}{M \cdot V_{\text{solution}}}$$

avec :

- ρ en gramme par litre ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) ;
- $V_{\text{soluté}}$ et V_{solution} en litre (L) ;
- M en gramme par mole ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) ;
- c en mole par litre ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) .

2 Concentration en masse

La concentration en masse c_m de soluté se calcule en divisant la masse m de soluté dissous dans une solution par le volume V_{solution} de cette solution :

$$c_m = \frac{m}{V_{\text{solution}}}$$

- m en gramme (g) ;
- V_{solution} en litre (L) ;
- c_m en gramme par litre ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) .

3 Relation entre les concentrations

La concentration en masse de soluté c_m et la concentration en quantité de matière c sont liées par :

$$c = \frac{c_m}{M}$$

- c_m en gramme par litre ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) ;
- M en gramme par mole ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) ;
- c en mole par litre ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) .

Ajuster une équation chimique

L'écriture de l'équation chimique d'une réaction doit respecter à la fois les lois de conservation des éléments et de conservation de la charge électrique.

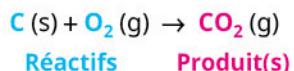
1 Qu'est-ce qu'une équation chimique ?

Une équation chimique est l'écriture symbolique de la réaction chimique.

Pour l'établir :

- on place les **réactifs** à gauche et les **produits** à droite d'une **flèche** qui indique le sens d'évolution du système lors de la réaction ;
- les réactifs et les produits sont représentés par leurs **formules brutes**, qui ne peuvent être modifiées ;
- on précise l'**état physique** de chaque espèce chimique : solide (s), liquide (l), gazeux (g) ou en solution aqueuse (aq).

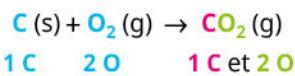
EXEMPLE



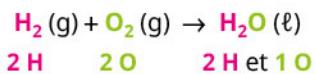
2 Conservation des éléments

- Pour chaque type d'atome, on doit retrouver le même nombre d'atomes dans les réactifs et les produits. On dit alors que l'**équation est ajustée**.
- Sinon, il faut placer, devant les formules des réactifs et/ou des produits, des **nombres stœchiométriques** afin d'ajuster l'équation. Ces nombres doivent être entiers.

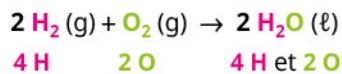
EXEMPLE



EXEMPLES



équation non ajustée



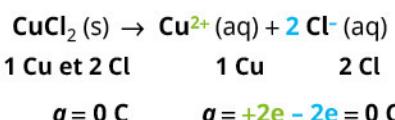
équation ajustée

Remarque : les nombres stœchiométriques égaux à 1 ne sont pas écrits.

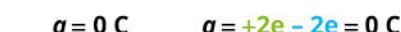
3 Conservation de la charge électrique

Si des ions sont mis en jeu, comme lors de la dissolution d'un solide ionique dans l'eau, la conservation de la charge électrique est aussi vérifiée.

EXEMPLE



conservation des atomes



conservation de la charge

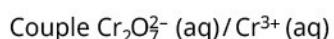
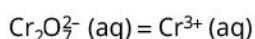
Écrire l'équation d'une réaction d'oxydoréduction

Une réaction d'oxydoréduction met en jeu un transfert d'électrons entre les réactifs, qui appartiennent à deux couples oxydant/réducteur Ox_1/Red_1 et Ox_2/Red_2 .

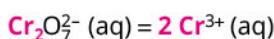
1 Demi-équations électroniques

Comme pour l'écriture d'une équation de réaction, il est nécessaire d'ajuster les demi-équations électroniques de façon à respecter la conservation des éléments et de la charge électrique.

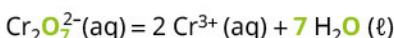
- Placer les 2 espèces chimiques du couple à gauche et à droite d'un signe égal :



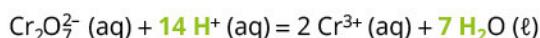
- A l'aide des nombres stœchiométriques, assurer la conservation des éléments autres que H et O :



- L'élément oxygène O se conserve par ajout de molécules d'eau H_2O (l) :



- L'élément hydrogène H se conserve par ajout d'ions H^+ (aq) :



- La conservation de la charge est effectuée par ajout d'électrons e^- :

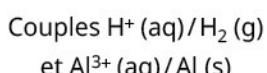
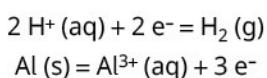


ajustée

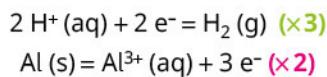
2 Équation-bilan

Pour obtenir l'équation de la réaction d'oxydoréduction :

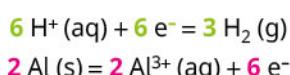
- Placer les 2 demi-équations l'une en dessous de l'autre en mettant l'oxydant et le réducteur de la réaction à gauche :



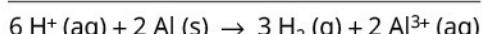
- Multiplier les demi-équations par un coefficient afin d'avoir le même nombre d'électrons de chaque côté :



- Additionner les 2 demi-équations électroniques et simplifier :



ajustée



Suivre l'évolution d'une transformation chimique

Le tableau d'avancement constitue un outil pratique pour suivre le déroulement d'une réaction chimique.

1 Avancement chimique

Au cours de la réaction, des réactifs disparaissent et des produits apparaissent.

L'évolution du système chimique est caractérisée par l'**avancement** de la réaction, noté x , et exprimé en mole. C'est une grandeur qui décrit l'état du système chimique au cours de la transformation. L'avancement passe de la valeur 0 à l'instant initial à x_f sa valeur **finale**.

2 Composition du système chimique

Pour connaître la composition du système chimique à différents moments au cours de la transformation, on peut établir un **tableau d'avancement** dans lequel figurent les **quantités de matière** des réactifs et des produits.

		$\text{CH}_4(\text{g})$	+	$2 \text{ O}_2(\text{g})$	\rightarrow	$\text{CO}_2(\text{g})$	+	$2 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$
État	Avancement	Quantités de matière (mol)						
initial	$x = 0$	n_1		n_2		n_3		n_4
en cours de transformation	x	$n_1 - x$		$n_2 - 2x$		$n_3 + x$		$n_4 + 2x$
final	x_f	$n_1 - xf$		$n_2 - 2x_f$		$n_3 + x_f$		$n_4 + 2x_f$

On atteint l'état final du système chimique lorsque les quantités de matière des réactifs et des produits de la réaction n'évoluent plus : on a alors $x = x_f$.

3 Transformation totale

Lors d'une transformation chimique totale, l'état final est atteint lorsqu'un des réactifs, le **réactif limitant**, est épuisé. Dans ce cas, $x_f = x_{\max}$, où x_{\max} est l'avancement **maximal**.

Les quantités de matière des réactifs diminuent jusqu'à ce que l'une d'elles s'annule, ce qui permet de déterminer x_{\max} et le réactif limitant.

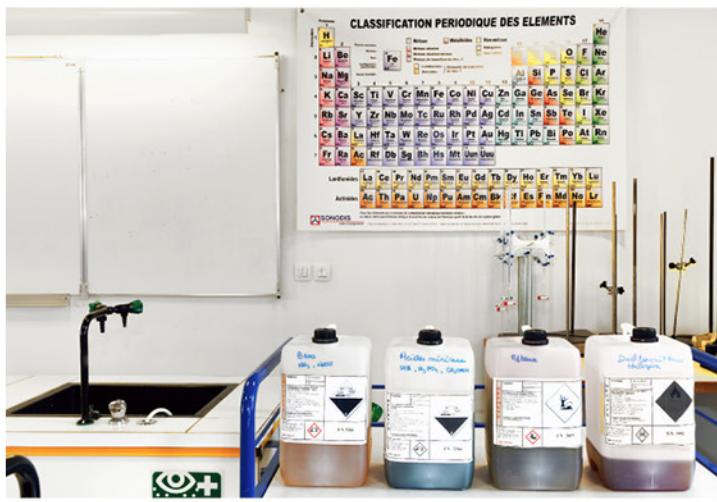
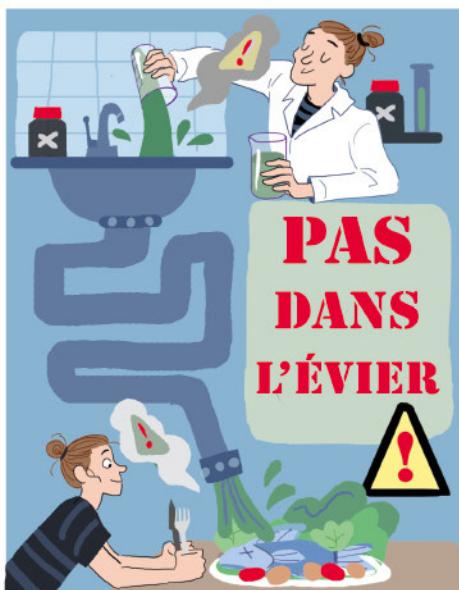
		$\text{CH}_4(\text{g})$	+	$2 \text{ O}_2(\text{g})$	\rightarrow	$\text{CO}_2(\text{g})$	+	$2 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$
État	Avancement	Quantités de matière (mol)						
initial	$x = 0$	2		3		0		0
en cours de transformation	x	$2 - x$		$3 - 2x$		x		$2x$
final	x_{\max}	$2 - x_{\max}$		$3 - 2x_{\max}$		x_{\max}		$2x_{\max}$

Remarque : Il existe un état final particulier pour lequel tous les réactifs initialement introduits sont consommés. Il correspond à un mélange des réactifs dans les proportions qui sont celles des nombres stœchiométriques.

Éliminer une espèce chimique pour respecter l'environnement

1 Recycler les déchets

- Il faut éviter de jeter dans l'évier les produits que l'on utilise au laboratoire, même en faible quantité. En effet, ces produits sont parfois dangereux pour l'environnement ou la santé. Et tout ce que l'on déverse dans les égouts se retrouve un jour ou l'autre dans notre alimentation.
- Les produits chimiques liquides doivent être déposés dans les bacs de récupération présents dans la salle de TP et réservés à cet effet. Les bidons en polyéthylène sont résistants et facilement identifiables.



- Chaque grande famille de déchets (acides, bases, solvants organiques, oxydants, ions métalliques en solution) est stockée dans un bidon différent.
- Après chaque rejet, les contenants de stockage doivent être soigneusement refermés.
- Pour la récupération et le traitement des déchets chimiques, le lycée fait appel à une société spécialisée.

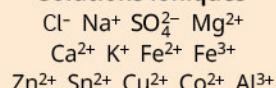
2 Rejeter à l'évier seulement dans certaines conditions

Les rejets sont autorisés dans certains cas

Solutions acides et basiques diluées

en faisant couler de l'eau pour diluer

Solutions ioniques



pour de faibles concentrations et après dilution

3 Limiter les quantités utilisées

- En général, les produits chimiques coûtent chers et sont polluants, il ne faut donc utiliser que les quantités nécessaires aux expériences.

Ainsi, lorsque l'on doit prélever un volume de solution à l'aide d'une pipette (jaugée ou graduée), il faut préalablement en verser dans un bêcher.

- Il faut bien réfléchir au volume nécessaire : il doit être suffisant pour le prélèvement, mais pas trop grand pour éviter les gaspillages.

- Il faut aussi être attentif si l'on doit prélever un produit solide.

Représenter des molécules

Quelles représentations peuvent être utilisées pour rendre compte de la structure des molécules ?

1 Différentes formules

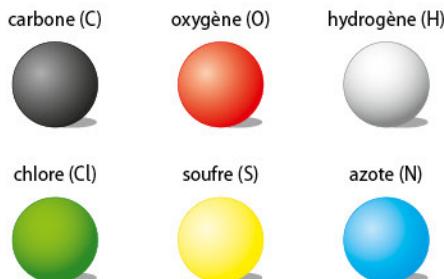
Elles ont l'avantage de permettre une représentation très simple des molécules, mais ne donnent pas toutes les informations sur leur géométrie.

Type de formule	Représentation des liaisons entre atomes	Exemple
Brute	Non	$\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$
Semi-développée	Oui, sauf celles de l'hydrogène	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{OH}$
Développée	Oui	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & & \text{O} \\ & & & // \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & \backslash \\ & & & \text{H} \\ \text{H} & \text{H} & & \end{array}$
Schéma de Lewis	Oui, et représentation des doublets non liants	$\text{H}-\bar{\text{N}}-\text{H}$

2 Modèles moléculaires

Les modèles moléculaires permettent de représenter les molécules afin de visualiser l'arrangement à trois dimensions des atomes qui les constituent.

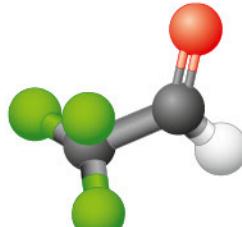
Ce sont des représentations fondées sur un code de couleurs et de formes. Les atomes sont représentés par des sphères colorées.



Les modèles éclatés permettent de bien visualiser la structure de la molécule, les liaisons chimiques et surtout l'orientation dans l'espace de ces liaisons.



Dans les modèles compacts, les sphères colorées représentent le volume total du cortège électronique des atomes. Ils sont donc plus proches de la réalité et rendent compte correctement de l'encombrement des atomes dans l'espace.



3 Logiciels de représentation moléculaire

Des logiciels de représentation permettent également de modéliser les molécules et de les faire tourner. On peut ainsi visualiser les molécules sous différents angles.

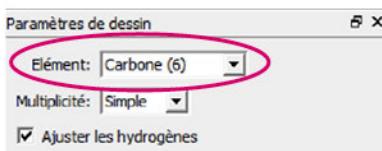
Avogadro est un de ces logiciels.

a. Construire une molécule

- Cliquer sur le crayon de la barre d'outils :



- Sélectionner l'élément à représenter dans les «Paramètres de dessin» :

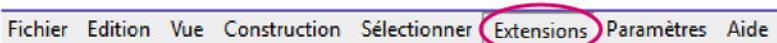


Remarque : pour représenter des ions polyatomiques, il faut décocher la case «Ajuster les hydrogènes» dans les «Paramètres de dessin».

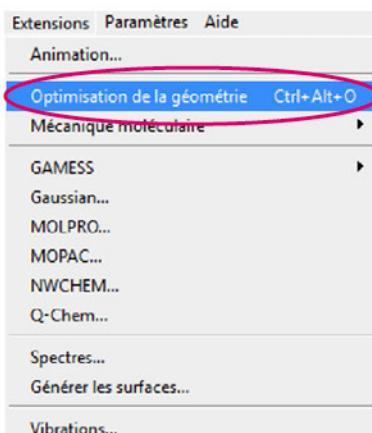
- Cliquer sur la zone de dessin.
- Pour représenter un deuxième élément de la molécule, le sélectionner dans les «Paramètres de dessin», puis cliquer-déplacer sur la zone de dessin à partir du premier élément représenté.
- On peut modifier la multiplicité de la liaison formée en cliquant dessus : elle devient double, puis triple, puis à nouveau simple.
- Et ainsi de suite jusqu'à représenter tous les atomes et toutes les liaisons de la molécule.

b. Optimiser la géométrie

- Cliquer sur «Extensions» dans la barre d'outils :



- Puis cliquer sur «Optimisation de la géométrie» :



- La molécule apparaît alors sous sa géométrie réelle.

c. Visualiser la molécule

- Cliquer sur l'étoile de la barre d'outils :



- Un clic gauche maintenu permet de faire tourner la molécule en déplaçant la souris.
- Un clic droit maintenu permet de faire translater la molécule en déplaçant la souris.
- Le bouton central de la souris permet de zoomer/dézoomer sur la molécule en faisant tourner la molette.

Nommer les molécules organiques

On estime à plus de 15 millions le nombre de composés organiques connus.
Aussi l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) a-t-elle adopté des règles précises de nomenclature.

1 Les alcanes

Formule des alcanes non cycliques C_nH_{2n+2}

Alcanes linéaires

Préfixe + terminaison
nombre d'atomes de carbone ***ane***

Formule	Nom
C_1H_4	méthane
C_2H_6	éthane
C_3H_8	propane
C_4H_{10}	butane
C_5H_{12}	pentane

Exemples d' alcanes linéaires

Alcanes ramifiés

1. Rechercher la chaîne principale.

C'est la chaîne carbonée la plus longue dans la molécule. Cette chaîne sera nommée de la même façon que l'alcane linéaire ayant le même nombre d'atomes de carbone.

2. Repérer les ramifications.

Ce sont des groupes alkyles (groupes hydrocarbonés dérivés des alcanes).

3. Numéroter la chaîne principale.

Les atomes de carbone portant des ramifications doivent avoir les numéros les plus petits possibles.

4. Le nom est composé du nom de la chaîne principale, précédé du nom des groupes alkyles.

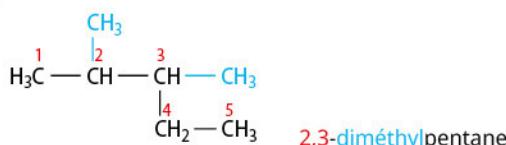
Lorsque le même groupe apparaît plusieurs fois, on lui ajoute un préfixe multiplicatif (di-, tri-, tétra-).

Les noms des groupes alkyles sont classés par ordre alphabétique, sans tenir compte du préfixe multiplicatif. Ils sont précédés du numéro de leur place sur la chaîne principale et le -e final de leur nom est supprimé.

Formule	Nom
$-CH_3$	méthyle
$-C_2H_5$	éthyle
$-C_3H_7$	propyle
$-C_4H_9$	butyle
$-C_5H_{11}$	pentyle

Exemples de groupes alkyles

EXEMPLE

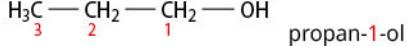


2 Les alcools

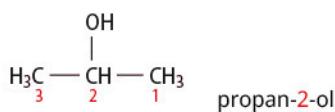
Formule $C_nH_{2n+1}-OH$ ou $R-OH$

1. Rechercher le nom de l'alcane de même chaîne principale.
2. Remplacer le -e final par la terminaison **ol**.
3. Faire précéder cette terminaison de l'indice de position de l'atome de carbone fonctionnel, qui porte le groupe d'atomes caractéristique —OH. L'indice de position doit être le plus petit possible.

EXEMPLE



propan-1-ol



propan-2-ol

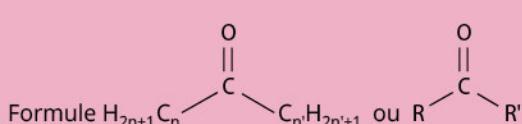
3 Les composés carbonylés

Aldéhydes

Formule $C_nH_{2n+1}-CH=O$
ou $R-CH=O$

1. Rechercher le nom de l'alcane de même chaîne principale.
2. Remplacer le -e final par la terminaison **al**.
S'il est nécessaire d'indiquer la place de substituants, la chaîne carbonée est numérotée à partir de l'atome de carbone fonctionnel (celui du groupe $C=O$).

Cétones



Formule $H_{2n+1}C_n-C=C-C_nH_{2n+1}$ ou $R-C=C-R'$

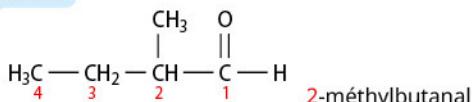
1. Rechercher le nom de l'alcane de même chaîne principale.

2. Remplacer le -e final par la terminaison **one**.

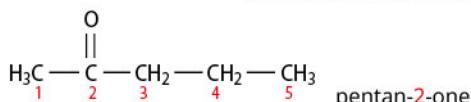
3. Faire précéder cette terminaison de l'indice de position de l'atome de carbone fonctionnel.

Cet indice doit être le plus petit possible.

EXEMPLE

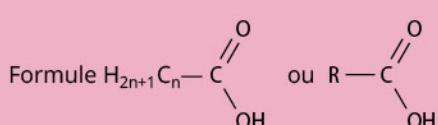


2-méthylbutanal



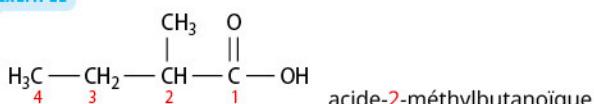
pentan-2-one

4 Les acides carboxyliques



1. Rechercher le nom de l'alcane de même **chaîne principale**.
2. Faire précéder le nom du mot **acide** et remplacer le -e final par la terminaison **oïque**.

EXEMPLE



acide-2-méthylbutanoïque

Représenter un vecteur vitesse

Pour décrire le mouvement d'un objet, il faut connaître sa trajectoire ainsi que l'évolution de sa vitesse.

1 Vecteur déplacement et vecteur vitesse moyenne

Soient M et M' , deux positions successives d'un point modélisant un système d'étude à des instants voisins séparés d'une durée Δt .

- Le **vecteur déplacement** est le vecteur :



- Le **vecteur vitesse moyenne** de ce point s'écrit à partir du vecteur déplacement :

$$\vec{v} = \frac{\overrightarrow{MM'}}{\Delta t}$$



2 Vecteur vitesse en un point

Deux méthodes permettent de représenter le vecteur vitesse en un point modélisant un système d'étude.

M_i et M_{i+1} sont deux positions successives d'un point à des instants voisins séparés d'une durée Δt .	M_{i-1} , M_i , et M_{i+1} sont des positions successives d'un point à des instants voisins séparés d'une durée Δt . M_{i-1} et M_{i+1} encadrent la position M_i et sont séparés d'une durée $2\Delta t$.
$\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{M_i M_{i+1}}}{\Delta t}$	$\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{M_{i-1} M_{i+1}}}{2\Delta t}$

3 Représentation à l'échelle

Quelle que soit la méthode utilisée, le vecteur vitesse a une longueur proportionnelle à la valeur de la vitesse. Il est donc représenté à l'aide d'une échelle de longueur qui lui est propre, et qu'il convient de choisir afin qu'elle soit adaptée.



échelle : 1 cm \longleftrightarrow 2 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $v = 4 \times 2 = 8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Représenter un vecteur variation de vitesse

1 Vecteur variation de vitesse

M_{i-1} , M_i et M_{i+1} étant les positions successives occupées par le système représenté par un point M respectivement aux instants $t - \Delta t$, t et $t + \Delta t$, pour un intervalle de temps Δt petit, le point M_i peut être encadré par les points M_{i-1} et M_{i+1} .

Le vecteur variation de vitesse en M_i s'écrit alors :

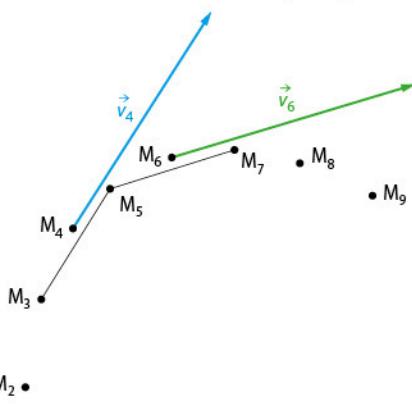
$$\text{vecteur vitesse à l'instant } t + \Delta t \quad \Delta \vec{v}_i = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_{i-1} \quad \text{vecteur vitesse à l'instant } t - \Delta t$$

2 Construction du vecteur variation de vitesse

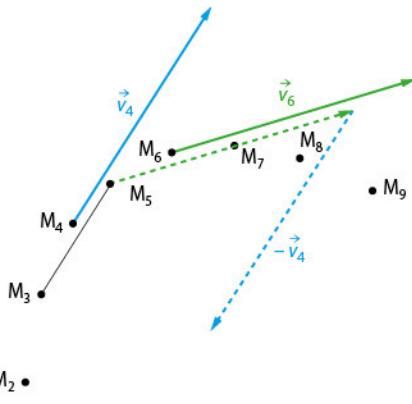
EXEMPLE

Construction du vecteur variation de vitesse

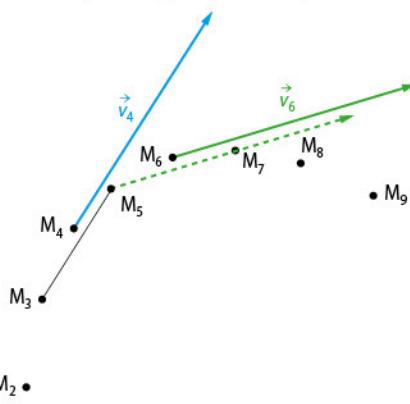
- On donne le tracé des vecteurs \vec{v}_4 et \vec{v}_6 .



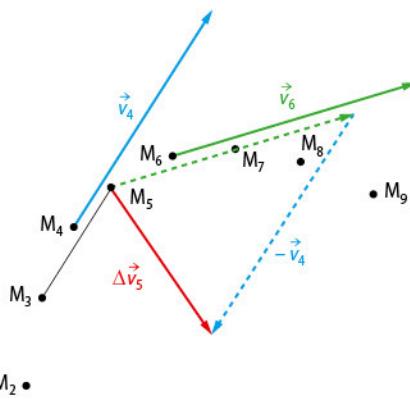
- On reporte à l'extrémité du vecteur \vec{v}_6 et vecteur $-\vec{v}_4$.



- On donne au point M_5 le vecteur \vec{v}_6 .



- Le vecteur $\Delta \vec{v}_6$ relie M_5 à l'extrémité du vecteur $-\vec{v}_4$.

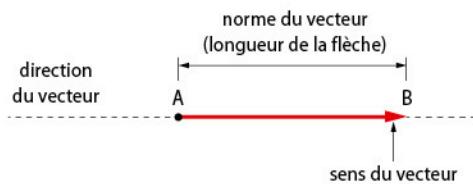


Additionner des vecteurs/des forces

Une force, qui modélise une action mécanique, est représentée par un vecteur.

1 Caractéristiques et notations

Un **vecteur** est un segment orienté (une flèche), ayant pour extrémités un point de départ et un point d'arrivée. Il est caractérisé par une **direction**, un **sens** et une **norme**.



2 Vecteurs opposés

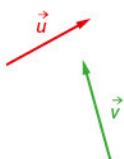
Deux vecteurs sont **opposés** s'ils ont la même direction, la même norme, et un sens opposé.

$$\vec{u} = -\vec{v} \quad \text{ou} \quad \vec{u} + \vec{v} = \vec{0}$$



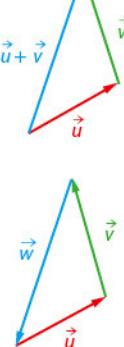
3 Addition de deux vecteurs

On doit additionner \vec{u} et \vec{v} .



a. Méthode des triangles

Placer l'origine de \vec{v} au niveau de la flèche de \vec{u} puis relier l'origine de \vec{u} à la flèche de \vec{v} pour obtenir la somme.



b. Conséquences

Si trois vecteurs mis bout à bout forment une boucle, on peut dire que :

$$\vec{u} + \vec{v} + \vec{w} = \vec{0}$$

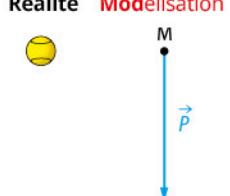
4 Cas des vecteurs forces

a. Un exemple de force

Une balle de masse m qui chute est soumise à l'action de la Terre modélisée par son **poids** \vec{P} caractérisé par :

- sa direction : la verticale ;
- son sens : vers le bas ;
- sa norme : $P = m \cdot g$,

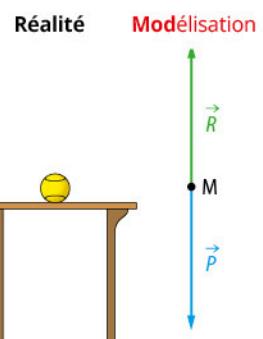
avec g l'intensité de pesanteur.



b. Équilibre

Une balle posée sur une table est à l'**équilibre** : le poids \vec{P} qui modélise l'action de la Terre sur la balle et la force \vec{R} qui modélise l'action de la table sur la balle sont représentés par des **vecteurs opposés**.

On dit que les forces se **compensent** : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$.



c. Forces qui se compensent

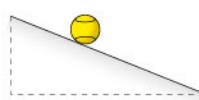
Une balle à l'équilibre sur un plan incliné est soumise à trois actions mécaniques :

- l'action de la Terre, modélisée par le poids \vec{P} ;
- l'action de la table, modélisée par la force \vec{R} ;
- les frottements, modélisés par la force \vec{F} .

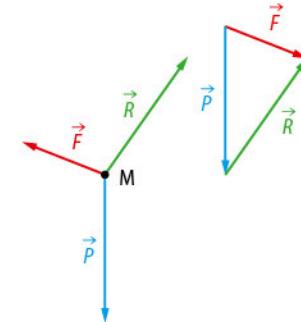
La balle est à l'équilibre, donc $\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0}$, et $\vec{P} + \vec{R} = -\vec{F}$.

Pour déterminer \vec{F} , on utilise la **méthode des triangles** :

Réalité



Modélisation



Réaliser un diagramme objets-interactions

Afin d'expliquer le mouvement d'un système, il est important de connaître toutes les actions mécaniques qui agissent sur lui.

Pour identifier les actions mécaniques qui s'appliquent sur un système d'étude, il peut être utile de réaliser un diagramme objets-interactions.

EXEMPLE

Situation d'étude : une automobile en panne poussée par une personne.



1 Inventaire des objets

- Noter tous les **objets** qui interviennent dans la situation : ce sont le **système d'étude** et tous les objets qui interagissent avec lui.
- Ne pas oublier les **appuis** (le sol, par exemple), avec lesquels l'objet est en interaction. Ils exercent aussi une action mécanique, sinon l'objet s'enfoncerait. Inversement, l'objet s'appuie sur eux.
- Faire également intervenir la **Terre**. Il existe une interaction gravitationnelle à distance entre la Terre et l'objet.

EXEMPLE

On réalise l'inventaire des forces qui agissent sur une automobile en panne qui est poussée (on néglige les frottements).

Le système est l'automobile.

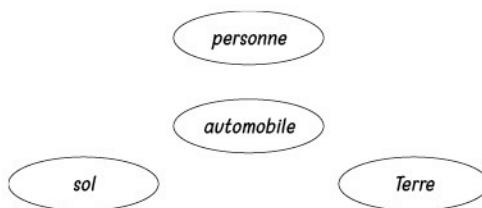
Les objets qui interagissent avec elle sont :

- la personne qui pousse ;
- le sol ;
- la Terre.

2 Représentation des objets

- Préparer le diagramme en plaçant chaque objet dans un ovale.
- Placer le **système** au centre.

EXEMPLE

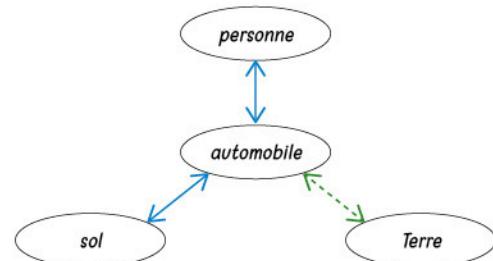


3 Représentation des interactions

Lorsqu'il y a une interaction entre un objet et le **système**, représenter cette interaction par une **double flèche** :

- en trait plein pour une interaction de contact ;
- en pointillés pour une interaction à distance.

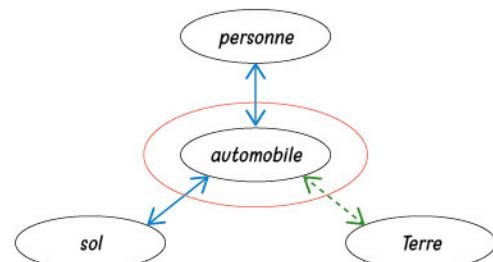
EXEMPLE



4 Identification des actions sur le système

- Entourer l'objet d'étude en utilisant une autre couleur.
- Les actions mécaniques qui s'exercent sur lui sont ainsi identifiées.

EXEMPLE



Schématiser les principaux dipôles électriques

1 Connaître les symboles normalisés

Catégorie de dipôle	Nom	Symbolé normalisé
Générateurs	générateur	
	pile	
Récepteurs	lampe	
	moteur	
	diode	
	diode électronoluminescente (DEL)	
	résistance	
Connexions	interrupteur fermé	
	interrupteur ouvert	
	fil de connexion	
Multimètre		

2 Dessiner un schéma électrique

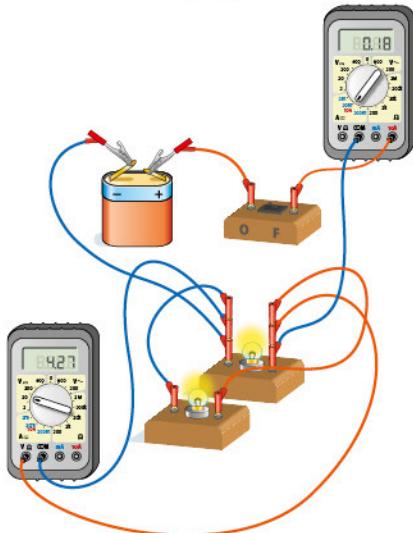
Dessiner le schéma du circuit électrique en respectant les conventions de tracé :

- représenter chaque maille du circuit par un rectangle ;
- dessiner chaque dipôle de la maille sur le rectangle, en assurant une répartition équilibrée ;
- faire apparaître les nœuds du circuit sur le schéma.

Remarque : plusieurs schémas peuvent correspondre à un même montage, car les positions des dipôles sur une maille peuvent varier.

EXEMPLE

Réalité



Schéma

