

INTRODUCTION

I- Objectifs des travaux pratiques

- Initiations aux gestes de base en Chimie.
- Faire acquérir aux étudiants des connaissances pratiques, un savoir faire expérimental et **des habitudes manuelles** permettant de manipuler de façon efficace et précise.
- Connaître le fonctionnement du petit matériel courant utilisé dans un laboratoire de Chimie.
- Consolider les acquis techniques.
- Apprendre aux étudiants que la Chimie fait partie de leur environnement quotidien, participe au développement des sciences et débouche sur d'importantes réalisations industrielles et cela par l'introduction de nouvelles expériences.

Dans ce cadre, les expérimentations proposées sont simples, économiques et pratiques et permettent ainsi de compléter de concrétiser les notions théoriques de cours. La durée de 3 heures permet de recommencer, d'approfondir et de discuter les résultats avec un test de contrôle de connaissances de 10 à 15 minutes à chaque fin de séance.

II- Evaluation des travaux pratiques

- Les manipulations de travaux pratiques de l'unité d'enseignement METHODOLOGIE sont **obligatoires**. En conséquence, toute absence non justifiée à une manipulation, empêche l'attribution d'une note finale à l'étudiant.
- Chaque manipulation est installée dans le laboratoire pour une durée de 15 jours. En cas **d'absence prévisible et justifiée** (convocations,), l'étudiant **en accord avec l'enseignant** doit venir à une autre séance d'un autre groupe.
- Un travail préparatoire individuel sur l'aspect théorique et pratique de la manipulation programmée est obligatoire.
- Les résultats expérimentaux obtenus seront remis à l'enseignant à la fin de chaque séance.

L'évaluation des travaux pratiques se fait par semestre et elle est basée sur **un contrôle continu** (C.C.) et **un examen final** (E. F.) :

1- Le contrôle continu

Il comporte les parties suivantes :

a- Travail individuel :

- Le travail expliquant le protocole.
- La participation, la manière de manipuler pendant les séances de TP et la précision des résultats.

b- Comptes rendus.

c- Test de contrôle effectué pour chaque séance d'une durée de 15 à 20 minutes.

2- Examen final

Il a lieu en fin de semestre d'une durée de 1 heure à 1heure 30 minutes.

III- Présentation des comptes rendus

La rédaction du compte rendu doit être aérée, avec des paragraphes et des subdivisions dont le titre et les sous titres sont numérotés. Laisser une marge suffisante pour que les remarques puissent être inscrites. Adopter un style clair, précis et concis, sans mots ou expressions vagues ou inutiles.

L'étudiant doit respecter le plan de rédaction suivant :

- Noms et prénom(s) de l'étudiant, domaine, section, groupe et sous-groupe.
- Date de la manipulation.
- Titre de la manipulation : « TP N° : ».
- Le but ou l'objectif de la manipulation.
- Les notions théoriques.
- Matériel, verrerie et produits chimiques utilisés.
- Le mode opératoire utilisé.
- Résultats, calculs d'erreurs et interprétation.
- Conclusion.
- Réponses aux questions (éventuellement).

SÉCURITÉ AU LABORATOIRE

I- Introduction

L'exécution des travaux pratiques de Chimie dans un laboratoire entraîne la manipulation de produits toxiques, inflammables, corrosifs et explosifs. L'accomplissement de ces travaux peut être à l'origine d'accidents ou d'intoxications graves dont les effets sont immédiats ou insidieux. Tout étudiant au laboratoire de Chimie devrait être au courant des implications et des risques associés à la manipulation en cours. Par conséquent, il est impératif de connaître et d'appliquer rigoureusement les règles de sécurité.

II- Règles de sécurité

Le plus grand danger dans un laboratoire c'est **Vous !**





Vous êtes en danger chaque fois que vous êtes ignorant ou négligeant, soit les deux à la fois.




Souvenez vous de cela car la personne la plus à souffrir c'est **Vous !**

1. Ne jamais entrer dans un laboratoire sans autorisation.
2. Le port de la blouse est obligatoire. Cette dernière doit être en coton assez longue pour protéger les jambes.
3. L'étudiant doit être attentif et éviter tout comportement irréfléchi ou précipité.
4. Il avoir connaissance du travail personnel et du travail réalisé par ses voisins et être conscient des dangers qu'ils peuvent présenter.
5. Ne jamais courir ou se précipiter dans un laboratoire.
6. Ne rien mettre à la bouche dans un laboratoire.
7. Ne pas toucher sans raison au matériel dans un laboratoire.
8. Ne jamais prendre quoi que ce soit dans un laboratoire sans permission.
9. Ne rien lancer dans un laboratoire.
10. Toujours porter des lunettes lorsque votre enseignant vous le demande.
11. Les cheveux longs doivent être noués derrière la tête. Les foulards, cravates, gilets et autres vêtements ne doivent jamais prendre librement.
12. Ne jamais diriger un tube à essai vers vous ou vers quelqu'un d'autre. Ne jamais regarder dans l'axe d'un tube à essai.
13. Tout accident, toute casse ou détérioration, même mineur, doivent être signalés immédiatement à votre enseignant.

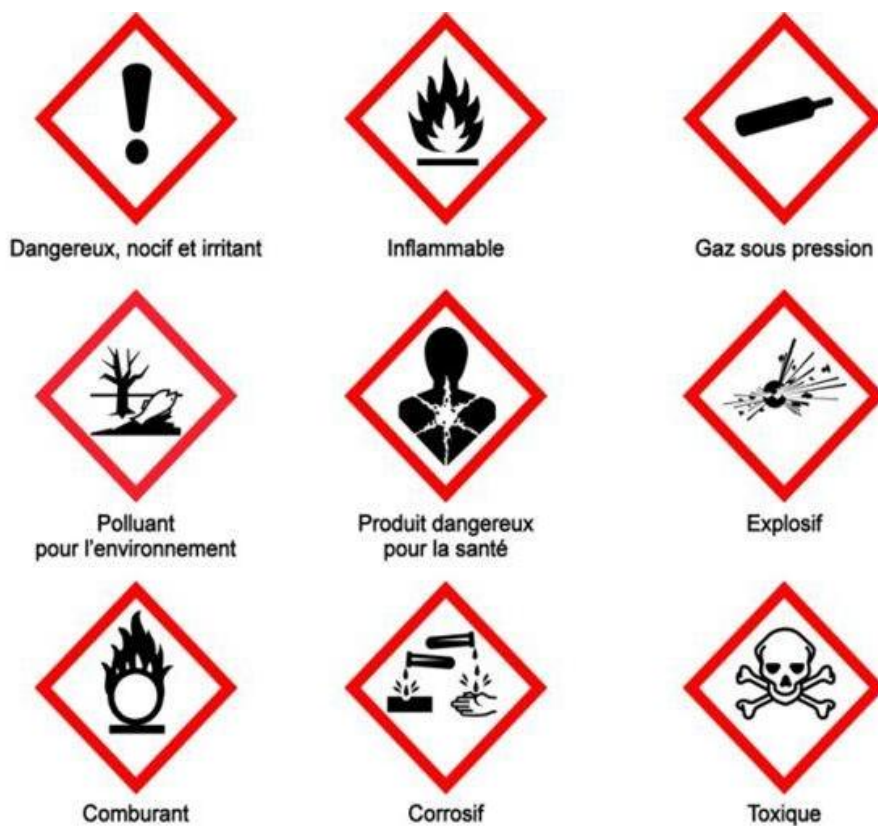
Si vous vous brûlez ou si un produit est projeté sur votre peau, lavez-vous immédiatement la partie atteinte avec beaucoup d'eau.

III- Symboles utilisés sur les étiquettes

Signification	Symbole	Description des risques	Exemples
Toxique T Très Toxique T+		Produits qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, entraînent la mort ou des effets aigus ou chroniques.	Méthanol, benzène, phénol, naphthaline, phosphore blanc, sulfure d'hydrogène, cyanure à plus de 7 %,....
Nocif Xn Irritant Xi		<ul style="list-style-type: none"> - Produits qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, entraînent la mort ou des effets aigus ou chroniques. - Produits non corrosifs qui en cas de contact ou d'inhalation peuvent provoquer une irritation de la peau et des voies respiratoires ou une inflammation des yeux. 	Dichlorométhane, trichloréthylène, térébenthine, Bichromate de potassium, eau de Javel diluée, ammoniacque entre 5 et 10 %,.....
Facilement inflammable F Extrêmement inflammable F+		<ul style="list-style-type: none"> - Produits pouvant s'enflammer facilement en présence d'une source d'inflammation à température ambiante (< 21°C) - Produits pouvant s'enflammer très facilement en présence d'une source d'inflammation même en dessous de 0 °C. 	Acétone, éthanol, eau écarlate Acétylène, éther diéthylique, insecticides en bombe,....
Comburant O		Produits pouvant favoriser ou activer la combustion d'une substance combustible. Au contact de matériaux d'emballage (papier, carton, bois) ou d'autres substances combustibles, ils peuvent provoquer un incendie.	Acide nitrique à 70 % et plus, peroxydes de chrome VI, désherbants (chlorate de soude),.....

Corrosif C		Produits pouvant exercer une action destructive sur les tissus vivants.	Acide chlorhydrique à 25 % et plus, acide phosphorique à plus de 25 %, eau de javel concentrée, ammoniacque à plus de 10 %,.....
Explosif E		Ce sont des liquides ou des solides capables d'exploser sous l'action d'un choc, d'un frottement, d'une flamme ou de chaleur.	Nitroglycérine, butane, propane dans un certain pourcentage de mélange avec l'air, TNT (trinitrotoluène) ;....
Dangereux pour l'environnement N		Produits qui peuvent présenter un risque immédiat ou différé pour une ou plusieurs composantes de l'environnement (capables de causer, par exemple, des dommages à la faune, à la flore ou de provoquer une pollution des eaux naturelles et de l'air).	Lindance (pesticide), tétrachlorure de carbone,....

Les **nouveaux pictogrammes de danger**, conformes au règlement européen CLP (en anglais: Classification, Labelling, Packaging), sont représentés ci-contre :



MÉTHODOLOGIE DE CALCUL D'ERREURS

I- Introduction

La mesure de grandeurs physiques est une activité fondamentale en sciences expérimentales. Toutefois, une mesure, aussi précise soit elle, est entachée d'erreurs. L'**erreur** est définie comme étant la différence entre la valeur mesurée et la valeur vraie (exacte). Cependant, pour les mesures effectuées généralement au laboratoire, nous ne pouvons pas connaître la valeur exacte de la grandeur mesurée. Le résultat sera donc incertain et nous parlerons d'**incertitude** de mesure. Mesurer une grandeur n'est pas simplement rechercher la valeur de cette grandeur, mais aussi lui associer une incertitude, afin d'évaluer la qualité de la mesure.

Nous distinguons deux **types d'erreurs** :

1- Les erreurs systématiques : elles affectent le résultat constamment et dans le même sens (effet des grandeurs d'influences (température, pression, ...), instrument défectueux ou mal étalonné, ...). Il est important de détecter et de corriger une erreur systématique (utiliser des instruments différents, ...). Les erreurs systématiques influencent l'exactitude (ou justesse) de la mesure.

2- Les erreurs aléatoires : elles sont non reproductibles et mal définies (manipulateur, ...). Pour réduire les erreurs aléatoires, il faut augmenter le nombre de manipulations. Les erreurs aléatoires affectent la précision (ou fidélité) de la mesure.

II- Généralités

II-1 Incertitude absolue et intervalle de confiance

La valeur X d'une grandeur, résultant d'une mesure, peut être présentée comme une valeur estimée $X_{\text{mesurée}}$ associée à son incertitude absolue ΔX (nombre positif) : $X = X_{\text{mesurée}} \pm \Delta X$. L'incertitude absolue permet donc de définir un intervalle dans lequel la valeur vraie a un certain pourcentage de chances de se trouver. Cet intervalle est appelé **intervalle de confiance**. La valeur la plus probable de X est en général le centre de cet intervalle et l'incertitude absolue est l'erreur maximale que l'on est susceptible de commettre dans l'évaluation de X .



II-2 Incertitude relative

L'incertitude relative est le rapport entre l'incertitude absolue ΔX et la valeur mesurée $X_{\text{mesurée}}$:

$$\text{Incertitude relative} = \left| \frac{\text{Incertitude absolue}}{\text{Valeur mesurée}} \right| = \left| \frac{\Delta X}{X_{\text{mesurée}}} \right|$$

L'incertitude relative est un nombre sans dimension et s'exprime souvent en pourcentage (on la multiplie par 100). Plus l'incertitude relative est petite, plus la valeur mesurée est précise.

III- Méthodes de calcul d'erreurs

Deux méthodes sont utilisées pour évaluer les erreurs aléatoires : **la méthode statistique** et **la méthode classique**.

III-1 Calcul d'erreurs par la méthode statistique

La **dispersion statistique** apparaît lorsqu'on fait des **mesures répétées** de la même grandeur. Si l'on mesure plusieurs fois la même grandeur X , on obtiendra à chaque fois un résultat différent X_i .

Lorsque le nombre des mesures indépendantes augmente, on peut généralement postuler que la distribution des valeurs obtenues suit une **distribution de Gauss** (en cloche).

Pour mesurer une grandeur X , on réalise une série de n mesures indépendantes qui donnent les résultats $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n$, presque reproductibles. On considère que la meilleure estimation de la valeur vraie de la grandeur X est **la moyenne** des valeurs mesurées :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \text{ avec } n : \text{nombre d'essais (nombre de mesures).}$$

Pour trouver l'incertitude sur cette moyenne, on calcule d'abord l'**écart type**, noté σ , de la distribution des n mesures : $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$. Puis on calcule l'**écart type moyen** (l'écart type sur la moyenne), noté σ_m , tel que : $\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$.

La dispersion statistique affecte la précision de la mesure. Le but de répéter la mesure de la même grandeur plusieurs fois (n mesures) est d'obtenir une estimation aussi précise que possible de la vraie valeur cherchée.

Pour une distribution gaussienne, l'aire comprise sous la courbe et délimitée par l'intervalle $[\bar{X} - \sigma; \bar{X} + \sigma]$ représente 68,26 % de l'aire totale. Cela signifie que la probabilité que la variable X appartienne à l'intervalle $[\bar{X} - \sigma; \bar{X} + \sigma]$ est de 68,26 %.

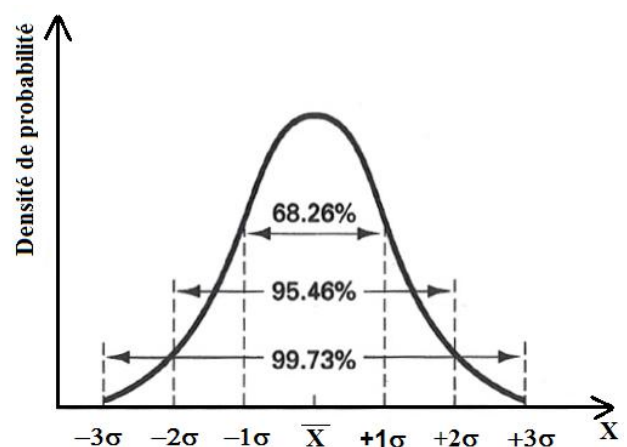


Figure 1: Distribution gaussienne

La probabilité que la variable X appartienne à l'intervalle $[\bar{X} - 2\sigma ; \bar{X} + 2\sigma]$ est de 95,46 % et elle vaut 99,73 % pour l'intervalle $[\bar{X} - 3\sigma ; \bar{X} + 3\sigma]$.

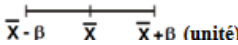
Le résultat de mesure sera présenté sous la forme : $X = \bar{X} \pm \beta$ avec β l'**incertitude absolue** de mesure, donnée par la relation : $\beta = t \cdot \sigma_m$. Le facteur t est appelé **coefficient de Student**. Il dépend du nombre de mesures et de **la confiance** que nous voulons donner au résultat. Par exemple, si le **taux de confiance** est égal à 95 %, cela signifie que l'on a 95 % de chances que la valeur vraie soit comprise entre $\bar{X} - \beta$ et $\bar{X} + \beta$. Dans tous les TP de Chimie, on considérera, le plus souvent, un taux de confiance de 95 %. L'intervalle $[\bar{X} - \beta ; \bar{X} + \beta]$ s'appelle **intervalle de confiance** de la mesure.

Les différentes valeurs de t sont rassemblées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Valeurs de t en fonction du nombre d'essai et du taux de confiance.

Nombre d'essais	Taux de confiance (probabilité)					
	50 %	80 %	90 %	95 %	99 %	99,99 %
2	1,00	3,08	6,31	12,7	63,7	637,0
3	0,81	1,89	2,92	4,3	9,92	31,60
4	0,76	1,64	2,35	3,18	5,85	12,90
5	0,74	1,53	2,13	2,78	4,60	8,61
6	0,71	1,44	1,94	2,45	3,71	5,96
10	0,70	1,37	1,81	2,23	3,17	4,59
100	0,67	1,28	1,64	1,94	2,58	3,29

Le résultat de mesure s'écrit donc sous la forme : $X = (\bar{X} \pm \beta)_{\text{unité}} \text{ (95 \%)}.$

☞ **Intervalle de confiance :**  (95 %)

L'incertitude relative (%) est donnée par la relation : **Incertitude relative** = $\left| \frac{\beta}{\bar{X}} \right| \times 100.$

III-2 Calcul d'erreurs par la méthode classique

Lorsque la grandeur évaluée est le résultat d'un calcul où interviennent plusieurs mesures, on peut estimer l'incertitude absolue en utilisant la méthode classique.

Ce calcul n'est possible que si cette grandeur est liée, par une loi connue (formule), à d'autres grandeurs dont nous avons déjà une estimation sur leurs incertitudes.

Soit X la grandeur que l'on veut déterminer à partir de la mesure des grandeurs A , B et C .

➤ Cas d'une somme ou d'une différence

Si $X = A \pm B$, alors $\Delta X = \Delta A + \Delta B$. Dans une somme ou une différence, les incertitudes absolues s'ajoutent.

➤ Cas d'un produit ou d'un quotient

Si $X = A \cdot B$ ou $X = \frac{A}{B}$, on prend le logarithme de l'expression, on dérive puis on assimile dA et dB à ΔA et ΔB . On obtient ainsi : $\ln X = \ln A \pm \ln B$.

En dérivant : $\frac{dX}{X} = \frac{dA}{A} \pm \frac{dB}{B}$ d'où $\frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$. On prend également le cas le plus défavorable où toutes les erreurs s'ajoutent.

➤ Cas d'un produit de puissances

Si $X = A^\alpha \cdot B^\beta \cdot C^\gamma$, alors $\frac{\Delta X}{X} = |\alpha| \frac{\Delta A}{A} + |\beta| \frac{\Delta B}{B} + |\gamma| \frac{\Delta C}{C}$, avec α , β et γ des nombres algébriques.

Remarque

Si la grandeur A (B ou C) est **mesurée plusieurs fois à l'aide d'une verrerie**, on écrira alors :

$$\Delta A = \Delta A_{\text{verrerie}} + \Delta A_{\text{accidentelle}}$$

$\Delta A_{\text{verrerie}}$ est lue sur la verrerie utilisée et $\Delta A_{\text{accidentelle}} = \max|\bar{A} - A_i|$.

☞ **Présentation du résultat :** $(X = \bar{X} \pm \Delta X)_{\text{unité}}$

☞ **Intervalle de confiance :** 

☞ **Incertitude relative (%) :** Incertitude relative = $\left| \frac{\Delta X}{\bar{X}} \right| \times 100$.

Attention ! L'incertitude est arrondie par excès et est exprimée au maximum avec deux chiffres significatifs. La valeur de la mesure et son incertitude doivent avoir le même nombre de décimales. Exemple : $C = (3,343 \pm 0,001) \text{ M}$.

III-3 Ecart relatif

Si le fabriquant donne une valeur théorique de la grandeur calculée ($X_{\text{Théorique}}$), on peut comparer la valeur expérimentale ($X_{\text{Expérimentale}}$) à celle donnée par le fabriquant en calculant l'écart relatif :

$$\frac{\Delta X}{X} = \left| \frac{X_{\text{Expérimentale}} - X_{\text{Théorique}}}{X_{\text{Théorique}}} \right| \times 100 \quad (\%)$$

La mesure est d'autant plus précise que cet écart est faible.

IV- Chiffres significatifs et arrondi**IV-1 Définition des chiffres significatifs**

Les chiffres significatifs d'une mesure sont les chiffres certains et le premier chiffre incertain. Les zéros à l'extrême gauche d'un nombre ne sont pas significatifs, ils ne sont là que pour

donner un ordre de grandeur. Par contre, les zéros à l'intérieur ou à droite d'un nombre sont tous significatifs.

Exemples : **0,002** \Rightarrow 1 chiffre significatif ; **32** \Rightarrow 2 chiffres significatifs ; **0,00345600** \Rightarrow 6 chiffres significatifs.....

IV-2 Arrondi

Un **arrondi** d'un nombre est une valeur approchée de ce nombre obtenue, à partir de son développement décimal, en réduisant le nombre de chiffres significatifs. Généralement on augmente le chiffre (à conserver) d'une unité si le chiffre suivant vaut au moins 5 et on conserve ce chiffre si le suivant est strictement inférieur à 5. Une autre règle est d'arrondir de sorte que si le chiffre qui précède le 5 est pair, sa valeur ne change pas, par contre si ce chiffre est impair, il prend la valeur du chiffre pair suivant.

V- Application

Un étudiant dose un acide (solution titrée) de concentration C_A inconnue par une base (titrant) de concentration C_B connue ($C_B = 2 \text{ M}$). Pour cela, il prélève 10,0 mL de la solution titrée à l'aide d'une pipette et il fait le dosage trois (03) fois. Il obtient les résultats suivants :

Essai	1	2	3
$V_{\text{eq}} \text{ (mL)}$	8,5	8,2	8,3
$\overline{V_{\text{eq}}} = 8,3 \text{ mL}$			

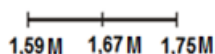
A l'équivalence : $N_A V_A = N_B V_B$. Pour un monoacide et une monobase, on peut écrire :

$C_A V_A = C_B V_B$ d'où : $C_A = \frac{C_B V_{\text{eq}}}{V_A}$ avec : $V_{\text{eq}} = V_B$ et V_A le volume pipeté.

V-1 Calcul d'erreur par la méthode statistique

$C_A \text{ (mol/L)}$	$\bar{C} = \frac{C_{A1} + C_{A2} + C_{A3}}{3}$	$\sigma = \sqrt{\frac{(C_{A1} - \bar{C})^2 + (C_{A2} - \bar{C})^2 + (C_{A3} - \bar{C})^2}{2}}$	$\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{3}}$	$\beta = t \cdot \sigma_m$
1,70	1,67	0,03082207	0,0177951304	0,07651906 \Rightarrow 0,08
1,64				
1,66				

$C_A = (1,67 \pm 0,08) \text{ mol/L (95 \%)}$



1,59 M 1,67 M 1,75 M

Incertitude relative = $\left(\frac{\beta}{\bar{C}}\right) \times 100 = 4,79 \text{ \%}$.

V-2 Calcul d'erreur par la méthode classique

On a : $\overline{C_A} = \frac{C_B \overline{V_{eq}}}{V_A}$. On peut donc écrire : $\frac{\Delta C_A}{C_A} = \frac{\Delta C_B}{C_B} + \frac{\Delta V_{eq}}{\overline{V_{eq}}} + \frac{\Delta V_A}{V_A}$. Par ailleurs, $\Delta C_B = 0$

(solution non Préparée par l'étudiant) donc : $\frac{\Delta C_A}{C_A} = \frac{\Delta V_{eq}}{\overline{V_{eq}}} + \frac{\Delta V_A}{V_A}$. Ce qui donne :

$$\Delta C_A = \overline{C_A} \left(\frac{\Delta V_{eq}}{\overline{V_{eq}}} + \frac{\Delta V_A}{V_A} \right).$$

Or :

$$\begin{cases} \Delta V_{eq} = \Delta V_{eq\text{verrerie}} + \Delta V_{eq\text{accidentelle}} ; & \text{avec : } \begin{cases} \Delta V_{eq\text{verrerie}} = \Delta V_{\text{burette}} \\ \Delta V_{eq\text{accidentelle}} = \max |\overline{V_{eq}} - V_{eq_i}| \end{cases} \\ \Delta V_A = \Delta V_{\text{pipette}} \end{cases}$$

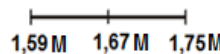
$$\Delta V_{\text{burette}} = \pm 0,1 \text{ mL et } \Delta V_{\text{pipette}} = \pm 0,1 \text{ mL}$$

$$\begin{cases} |\overline{V_{eq}} - V_{eq_1}| = 0,2 \text{ mL} \\ |\overline{V_{eq}} - V_{eq_2}| = 0,1 \text{ mL} \\ |\overline{V_{eq}} - V_{eq_3}| = 0 \text{ mL} \end{cases} \Rightarrow \max |\overline{V_{eq}} - V_{eq_i}| = 0,2 \text{ mL} \Rightarrow \Delta V_{\text{accidentelle}} = \pm 0,2 \text{ mL}$$

$$\text{On aura donc : } \Delta C_A = 1,67 \left(\frac{(0,2+0,1)}{8,3} + \frac{0,1}{10} \right) \Rightarrow \Delta C_A = \pm 0,0770614457 \text{ mol/L}$$

$$\Rightarrow \Delta C_A = \pm 0,08 \text{ mol/L.}$$

Le résultat sera représenté sous la forme : $C_A = (1,67 \pm 0,08) \text{ mol/L}$

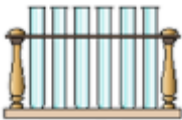


$$\text{Incertitude relative} = \left(\frac{\Delta C}{C} \right) \times 100 = 4,79 \text{ \%}.$$


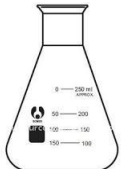
VERRERIE USUELLE UTILISEE EN TRAVAUX PRATIQUES DE CHIMIE

Sur la verrerie utilisée pour prélever un volume avec une bonne précision, on trouve un certain nombre d'indications importantes : la **contenance** de la verrerie, la **classe** (A, B, AS : indique le degré de précision de la verrerie), la **tolérance** (indique l'écart sur le volume prélevé compte tenu des imperfections inévitables du matériel), **L'indication Ex ou In** (une verrerie In contient exactement le volume indiqué, elle est donc juste au remplissage (ex : fiole jaugée). Une verrerie Ex en contient un tout petit peu plus car elle est utilisée pour laisser s'écouler le volume souhaité et le fabricant a donc dû tenir compte de la petite quantité de liquide qui reste inévitablement sur les parois à la fin de la vidange (ex : pipette)) et la **température d'étalonnage**.

1- Verrerie sans précision

	<p>Tubes à essai + support</p> <p>Le tube à essai est utilisé pour les réactions faisant intervenir de petites quantités de réactifs. Un tube à essai peut recevoir un bouchon. De plus, il peut être chauffé.</p>
---	---

2- Verrerie de mauvaise précision

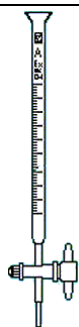
	<p>Bécher</p> <p>C'est un récipient classique en chimie, utilisé pour transvaser des solutions ou prélever une solution avec une pipette par exemple. Les graduations sur un bécher donnent uniquement un ordre de grandeur du volume contenu, elles sont très peu précises.</p>
	<p>Erlenmeyer</p> <p>L'erenmeyer est un récipient idéal si on veut éviter les projections de la solution contenue. Ainsi, si on mélange deux liquides très réactifs, son utilisation est préférable pour des raisons de sécurité. On l'utilise le plus souvent dans les dosages et les titrages. Les graduations ne sont pas précises.</p>

3- Verrerie de moyenne précision



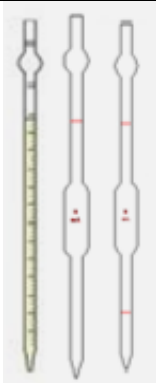
L'éprouvette graduée permet de mesurer le volume d'un liquide avec une précision moyenne. Il faut choisir une éprouvette dont le volume est le plus proche du volume à mesurer. La lecture d'un volume nécessite des précautions particulières.

4- Verrerie de bonne précision



La burette graduée sert à verser et à mesurer un volume précis de solution. Elle est principalement utilisée lors des dosages.

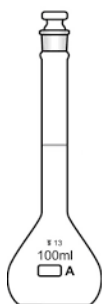
5- verrerie de très bonne précision



Les pipettes graduées et jaugées sont utilisées pour prélever un volume précis, généralement petit, d'un liquide. Elles doivent toujours être équipées d'une propipette.

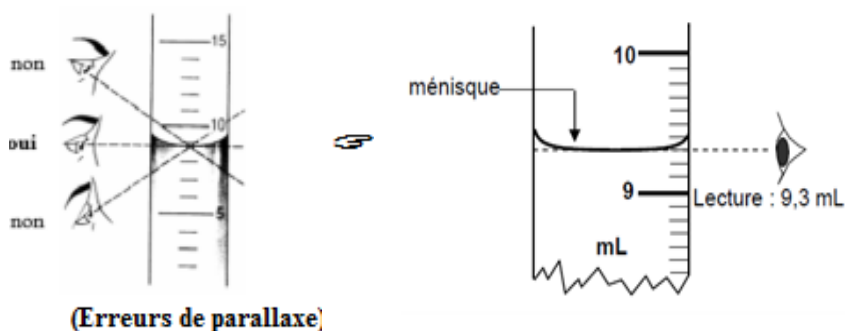
Attention !!!

ne jamais pipeter dans le flacon contenant la solution mère sous peine de la polluer ; utiliser systématiquement un bécher de prélèvement.



La fiolle jaugée permet de mesurer un volume avec une très bonne précision. Elle est utilisée pour la préparation de solutions de concentrations données par dissolution ou par dilution.

6- Lecture d'un volume




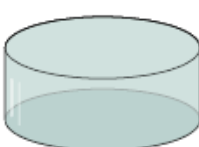
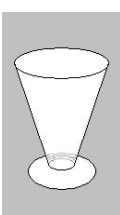







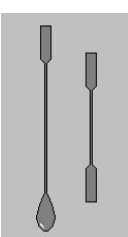



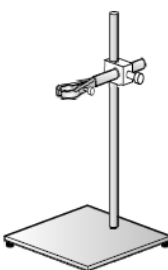
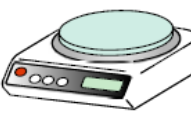


Le niveau d'un liquide remonte légèrement sur les bords de la verrerie utilisée en prenant la forme d'un ménisque.

1- Aligner l'oeil à la hauteur de la surface de séparation liquide-air afin d'éviter les erreurs de parallaxe.

2- Viser la base du ménisque (zone plane médiane inférieure).

3- Lire la graduation correspondante.

7- Autres matériels et verreries

					
Ampoule à décanter	Cristallisoir	Verre à pied	Entonnoir	Ballons à fond rond et à fond plat	Verre de montre ou coupelle
					
Pissette	Flacon	Flacon compte-gouttes	Propipette ou poire aspirante	Spatules	Pince en bois
					
Mortier et pilon	Noix de serrage	Potence + noix + pince	Balance électronique	Chauffe-ballon	Thermomètre électronique