

Sommaire

- Règles de sécurité
- Présentation des résultats
- Évaluation des erreurs et calculs d'incertitudes
- Présentation de la verrerie
- **Manipulation 1 (en distanciel): Préparation d'une solution titrée servant au dosage d'un déboucheur liquide : le Destop®**

Règles de sécurité

Mesures individuelles de protection :

1. Protection des yeux : il faut **impérativement porter des lunettes de protection** (y compris pour les porteurs de lunettes de vue). Les lentilles de contact sont interdites.
2. Protection générale du corps : il faut **impérativement porter une blouse en coton propre** et respecter une hygiène stricte : se laver les mains et éviter tout contact entre les produits manipulés et la peau et plus particulièrement les muqueuses : possibilité d'avoir des gants lorsque c'est nécessaire (produits corrosifs, produits pénétrant à travers la peau...). Éviter de porter des chaussures ouvertes, de porter des vêtements flottants ou inflammables, d'avoir les jambes nues.
3. Protection du cuir chevelu : il faut **impérativement porter les cheveux longs attachés**.
4. Protection de la bouche : aspiration à la bouche interdite : utiliser du matériel adéquat. Interdiction de manger ou boire en TP (y compris les chewing-gums).
5. Interdiction d'avoir les portables en vibreur dans les poches qui peuvent surprendre lors de la manipulation et engendrer des accidents

Mesures collectives de protection :

1. De votre comportement dépend votre sécurité et également celle de votre entourage. Calme, ordre, méthode et propreté doivent être des règles de conduite.
2. Informez-vous des dangers potentiels auprès des personnes qui vous encadrent. Renseignez-vous sur les produits utilisés en TP et sur les risques inhérents à leur utilisation (pictogrammes de sécurité -cf ci-dessous- sur les flacons et fiches de sécurité disponibles sur les sites internet des fournisseurs). Ayez une attitude réfléchie, consciente des risques potentiels et des mesures adéquates à prendre.
3. Signalez tout dysfonctionnement ou incident.
4. N'encombrez pas les voies de dégagement ; ne laissez pas traîner vos tabourets ; rangez-les le long des paillasses.
5. Évitez de vous déplacer avec les mains chargées pour ne pas vous blesser ni blesser les autres.
6. Ne conservez que le minimum de produits nécessaires sur les lieux de travail.
7. N'abandonnez jamais une réaction en cours sans en confier la surveillance à quelqu'un.
8. Ne laissez pas traîner des récipients contenant des substances qui ne seraient pas clairement identifiées.
9. Collectez séparément les déchets halogénés et non halogénés ; ils seront enlevés par une entreprise spécialisée.
10. Ne jetez à la poubelle que les déchets sans danger ; faites en particulier attention au feu qui pourrait naître de la présence d'une substance inflammable et d'une réaction exothermique.

Les pictogrammes de sécurité:



F - Facilement inflammable

- **Brûle facilement ou très facilement !**
Tenir éloigné de toute étincelle ou source de chaleur et des produits comburants.



E - Explosif

- **Peut exploser !**
Tenir éloigné de toute étincelle ou source de chaleur. Attention aux chocs.



O - Comburant

- **Fait brûler les autres substances !**
Tenir éloigné de toute étincelle ou source de chaleur et des produits combustibles.



C - Corrosif

- **Ronge les objets ou la peau !**
Manipuler avec précautions, toujours porter des lunettes de sécurité.



T - Toxique

- **Poison mortel !**
Ne pas toucher sauf nécessité. Manipuler avec précautions, toujours porter des gants.



Xn - Nocif

- **Dangereux en cas de contact !**
Manipuler avec précautions, bien se laver les mains par la suite.



N - Dangereux pour l'environnement

- **Tue les animaux et les plantes !**
Ne pas jeter dans les égouts, récupérer dans un récipient spécial après utilisation.



- **Récipient contenant un gaz sous pression !**
Manipuler avec précautions.



- **Dangereux pour la santé !**
Manipuler avec précautions, bien se laver les mains par la suite.

Présentation des résultats

Tous les calculs doivent être détaillés en particulier les calculs d'incertitudes (forme littérale et application numérique) et les résultats toujours accompagnés des **unités**.

- Les résultats seront donnés en notation scientifique : un chiffre avant la virgule (compris entre 1 et 9 inclus), le reste après la virgule et une puissance de 10.
- Vous devez garder le maximum de chiffres significatifs jusqu'à la détermination finale des grandeurs calculées (par exemple les concentrations molaires et massiques). Par contre, lorsque vous présenterez le résultat final, **3 chiffres significatifs** sont en général bien suffisants !
- L'incertitude absolue vous est demandée ici avec **1 chiffre significatif**, la précision (incertitude relative*100) avec deux chiffres significatifs.
- Après avoir déterminé l'incertitude absolue, vous utiliserez la règle d'arrondi détaillée ci-dessous :
 - 1) si le premier chiffre non significatif est supérieur à 5, on arrondit le chiffre significatif à l'unité supérieure,
 - 2) si le premier chiffre non significatif est inférieur à 5, on arrondit le chiffre significatif à l'unité inférieure,
 - 3) si le premier chiffre non significatif est égal à 5, on arrondit le chiffre significatif à l'unité paire.
- Toujours présenter un résultat avec son incertitude absolue, avec **le même nombre de chiffres après la virgule pour le résultat et son incertitude**.

Evaluation des erreurs & Calculs d'incertitudes

Ce paragraphe est fondamental à connaître et à comprendre pour la présentation de tous vos résultats expérimentaux. En effet, un résultat ne représente rien si on ne connaît pas l'incertitude qui lui est associée : par exemple, si la concentration d'une substance i dans une solution est égale à $C_i = (0,5 \pm 0,5) \text{ mol.L}^{-1}$, sa concentration peut très bien être nulle !

1. Résultats d'une mesure et nombre de chiffres significatifs d'une valeur numérique

Quel que soit le soin avec lequel vous effectuerez vos mesures, les résultats obtenus ne seront connus qu'avec une **précision limitée** par suite d'erreurs d'origine et de nature diverses.

Nous verrons dans ces TPs les incertitudes liées à l'emploi de la verrerie.

Exemple : si on exprime par $V = 10,00 \text{ mL}$ le volume délivré par une pipette de 10 mL, alors $\Delta V = 0,05 \text{ mL}$ signifie que le volume prélevé est compris entre 9,95 et 10,05 mL. On écrit alors $V \pm \Delta V = 10,00 \pm 0,05 \text{ mL}$.

2. Incertitude absolue Δx

L'incertitude absolue sur une valeur x représente la **limite supérieure** de l'erreur qui a pu être commise ; elle s'exprime avec **un seul chiffre significatif**.

Dans la présentation des résultats ou les données fournies, l'incertitude absolue portera sur le dernier chiffre significatif.

Exemple : Si on a une concentration C exprimée ainsi $C = 1,20 \text{ mol.L}^{-1}$, le dernier chiffre significatif correspond à deux chiffres après la virgule, donc $\Delta C = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$. On écrit : $C = 1,20 \pm 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$. Si la concentration avait été exprimée ainsi : $C = 1,2 \text{ mol.L}^{-1}$, cela signifierait que $\Delta C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, et $C \pm \Delta C = 1,2 \pm 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

Ainsi, on aura toujours le même nombre de chiffres après la virgule pour le résultat et son incertitude absolue.

Il est bien évident que le nombre de chiffres significatifs d'une valeur numérique est indépendant de l'écriture décimale ou exponentielle de la valeur numérique. Exemple : le volume $V = 18,0 \text{ mL}$ est donné avec 3 chiffres significatifs, il peut aussi s'écrire $1,80 \cdot 10^{-2} \text{ L}$.

3. Incertitude relative et précision

L'incertitude relative et la précision sont deux grandeurs mettant en relation une valeur et l'incertitude absolue qui lui est associée.

- L'**incertitude relative** $\Delta x/x$ sur une valeur x s'exprime avec 2 chiffres significatifs (mais pour les calculs ultérieurs, vous conserverez le maximum de chiffres significatifs jusqu'à la détermination finale de la valeur de x).
- La **précision** d'une valeur x est définie par $(\Delta x/x) \cdot 100$: elle s'exprime avec 2 chiffres significatifs si la précision est supérieure ou égale à 10%, et avec un seul chiffre significatif si la précision est inférieure à 10%.

Exemple : $V = 18,0 \pm 0,1 \text{ mL}$; $\Delta V/V = 0,0056$, soit une précision de 0,6%.

4. Calculs d'incertitude

Nous utiliserons pour calculer les incertitudes sur les résultats expérimentaux l'approche classique.

On doit poser le calcul d'incertitude à partir de l'expression littérale de la grandeur.

L'incertitude peut alors être calculée grâce aux deux règles suivantes :

- L'incertitude **absolue** sur une **somme** ou une **différence** est égale à la somme des incertitudes absolues sur chacun des termes :

$$\boxed{\text{Si } C = A + B \text{ alors } \Delta C = \Delta A + \Delta B}$$

$$\boxed{\text{Si } C = A - B \text{ alors } \Delta C = \Delta A + \Delta B}$$

- L'incertitude **relative** sur un **produit** ou un **quotient** est égale à la somme des incertitudes relatives sur chacun des termes :

$$\boxed{\text{Si } C = A \cdot B \text{ alors } \Delta C/C = \Delta A/A + \Delta B/B}$$

$$\boxed{\text{Si } C = A/B \text{ alors } \Delta C/C = \Delta A/A + \Delta B/B}$$

$$\boxed{\text{Si } C = A \cdot D/B \text{ alors } \Delta C/C = \Delta A/A + \Delta D/D + \Delta B/B}$$

Présentation et utilisation de la verrerie

I-Verrerie usuelle

a) Bécher

Le bécher est utilisé pour:

- stocker une solution (avant un prélèvement par exemple),
- faire quelques réactions chimiques,
- faire certains dosages (pH-métriques notamment).

Bien que gradué, le bécher ne peut pas servir pour mesurer précisément un volume de liquide (graduations indicatives). Il peut être chauffé à condition d'être en Pyrex.

b) Erlenmeyer

L'erenmeyer remplit à peu près les mêmes fonctions que le bécher à la différence que sa forme évite les projections. Il est donc préféré au bécher pour:

- conserver provisoirement des produits chimiques volatils,
- réaliser des réactions chimiques avec des composés volatils ou lorsque la réaction peut se révéler fortement exothermique,
- faire certains dosages (volumétriques notamment).

Bien que gradué, l'erenmeyer ne peut pas servir pour mesurer précisément un volume de liquide (graduations indicatives). Un erlenmeyer peut recevoir un bouchon et être chauffé à condition d'être en Pyrex.

c) Verre à pied

Le verre à pied n'a pas de fonction bien définie. Il peut être utilisé:

- pour récupérer des liquides,
- comme « poubelle » pour les eaux de rinçage d'une burette graduée, d'une pipette jaugée, d'une sonde pH-métrique ou conductimétrique.

Parfois gradué, le verre à pied ne peut pas absolument servir pour mesurer un volume de liquide (graduations très indicatives). Il ne peut pas être chauffé.