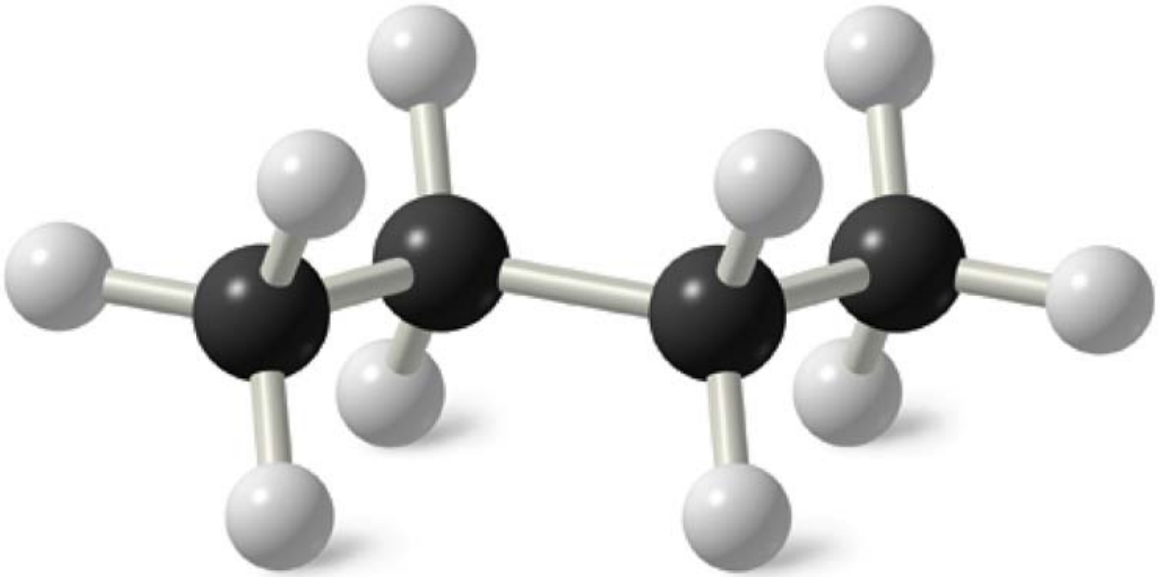
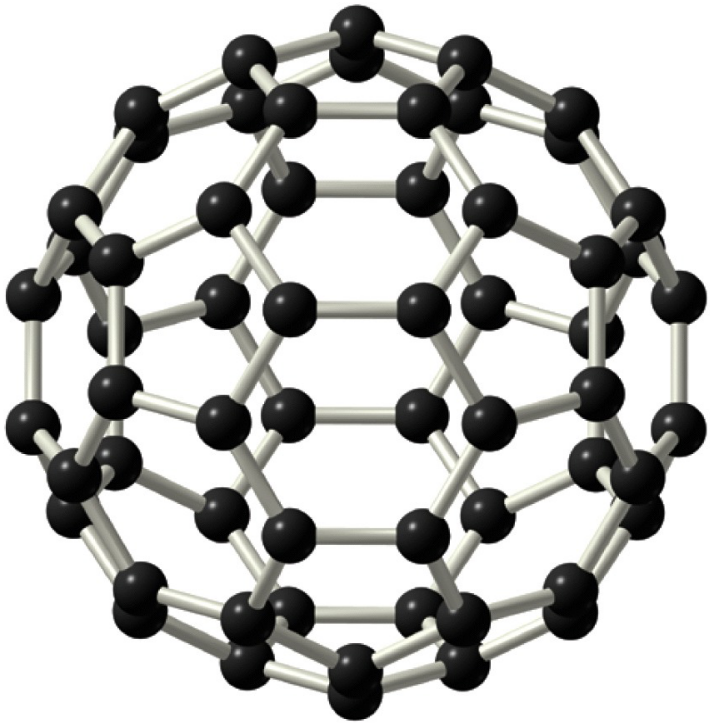


Guide méthodologique

CHIMIE ORGANIQUE I 202-225-GA

INTÉGRATION & CHIMIE ORGANIQUE 202-295-GA

2020 – 2021



GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

CHIMIE ORGANIQUE I 202-225-GA
&
INTÉGRATION + CHIMIE ORGANIQUE 202-295-GA

Cégep de la Gaspésie et des Îles
CAMPUS DE GASPÉ

© **2020** Petra Turkewitsch, Ph. D.
Cégep de la Gaspésie et des Îles

TABLE DES MATIÈRES

SECTION	PAGE
INFORMATION ET SÉCURITÉ	**3**
EXPÉRIENCES DE LABORATOIRE PROPOSÉES	**5**
CAHIER DE LABORATOIRE & PRÉLAB	**7**
Information générale	7
Exemples de protocole expérimental & de prélab	**8 - 9**
RAPPORT DE LABORATOIRE	**11**
Information générale	11
Présentation d'un rapport de laboratoire	11
Sections d'un rapport de laboratoire	13
Exemple de rapport de laboratoire	**17 - 19**
LOGIGRAMME	**21**
Information générale	21
Exemple de logigramme	**22**
PRÉSENTATION DES RÉFÉRENCES	**23**
Information générale	23
Vérification de la crédibilité des sources	23
Style de la National Library of Medicine (NLM)	24
Chiffres au sein du document	24
Liste des références	25
zoterobib – logiciel de gestion de références	**26**
Configurer zoterobib	26
Livres – imprimés et en ligne	27
Partie d'un livre – imprimé et en ligne	28
Périodiques	29
Pages web	30
Vidéos	31
Annexe 1 : Mesures de laboratoire et incertitude	**33**
Annexe 2 : Plagiat	**37**

INFORMATION ET SÉCURITÉ

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

1. Un espace de travail vous sera attribué au cours de la première période de laboratoire. Cet espace contient la majorité de l'équipement dont vous aurez besoin pour ce cours. Le département de chimie n'a pas pour politique de demander un dépôt pour l'utilisation de cet équipement ou de demander aux étudiants de payer pour l'équipement brisé ou perdu. Cependant, il est avantageux pour vous de travailler de façon à réduire les pertes et les bris. Le remplacement de l'équipement brisé est coûteux. Les fonds utilisés pour remplacer cet équipement ne pourront être utilisés pour acheter d'autres équipements ou d'autres fournitures vous permettant de connaître d'autres aspects de la chimie. De plus, si vous brisez de l'équipement, vous devrez tout nettoyer. Si, par mégarde, vous brisez quelque chose, nettoyez le dégât et jetez les débris dans le contenant pour le verre, puis demandez au technicien ou à l'instructeur pour obtenir un nouvel article.
2. L'espace de travail vous est attribué pour tout le semestre. S'assurer de laver votre équipement et de le rincer à l'eau distillée avant de quitter le laboratoire. Il aura ainsi le temps de sécher avant la prochaine période de laboratoire. **Ne pas attendre à la semaine suivante pour nettoyer vos articles!**
3. Pour que le laboratoire de chimie fonctionne bien, il faut obtenir la collaboration de toutes les personnes présentes dans le laboratoire.
4. Ne pas gaspiller de produits chimiques. Prendre ce dont vous avez besoin, en vidant le produit directement dans votre contenant. Ne pas oublier de poser une étiquette sur tous les contenants de produits chimiques et de REPLACER LE BOUCHON SUR LA BOUTEILLE DE RÉACTIF! Ne pas utiliser un instrument pour transférer le réactif parce que VOUS risquez moins de contaminer la bouteille au complet. Ne pas remettre les produits en surplus dans la bouteille, mais jetez-les de la façon appropriée.
5. Nettoyer immédiatement tout liquide renversé. Il pourrait être très dangereux et très coûteux de ne pas le faire immédiatement.
6. Faire toutes les manipulations avec des produits malodorants ou provoquant des réactions malodorantes sous la hotte.
7. Prendre soin des balances. Elles sont très coûteuses à réparer et à acheter. Ne pas peser des objets chauds –laissez-les **REFROIDIR**. Si l'objet est trop chaud pour que vous le teniez dans vos mains, il est **TROP CHAUD POUR ÊTRE PESÉ**.
8. Ne JAMAIS jeter les composés insolubles ou organiques dans l'évier. Utiliser les contenants prévus à cette fin.

SÉCURITÉ

Les risques de blessures et d'accidents sont très élevés dans le laboratoire de chimie. Pourtant, chaque année, des milliers de personnes travaillent dans des laboratoires de chimie sans incident. Pourquoi? Elles réalisent qu'il est beaucoup plus facile de prévenir un accident que de réparer les dégâts causés par un accident.

Pour prévenir un accident, vous devez apprendre les bonnes procédures, réfléchir à ce que vous faites et porter une attention soutenue à votre travail.

Les règles mentionnées ci-dessous ont évolué au fil des ans et sont devenues des lignes directrices pour réduire les risques d'accident grave. Vous devez toujours les respecter! Insistez pour que tout le monde les respecte! Vous pourriez être l'innocente victime d'un accident causé par l'insouciance d'un collègue!

SUGGESTIONS EN MATIÈRE DE SÉCURITÉ

Les suggestions suivantes ont pour but d'éliminer les coupures, brûlures et blessures mineures que subissent souvent les étudiants débutants.

1. **Laver vos mains** en entrant dans le laboratoire et avant d'en sortir (utiliser **une lotion désinfectante** fréquemment si vous avez des symptômes du rhume comme le nez qui coule, un mal de gorge ou de la toux).
2. L'insertion d'éprouvettes en verre ou de thermomètres dans des bouchons en caoutchouc cause bon nombre de coupures dont certaines sont graves. Si le verre est poli à la flamme et qu'il est de la bonne taille pour le trou dans le bouchon, procédez de la façon suivante : utilisez un lubrifiant, soit de l'eau ou, idéalement, de la glycérine et tenir l'éprouvette à 3 cm du bouchon. Ensuite, insérez-la en un mouvement rotatif. Ne pas pousser le bouchon de force dans l'éprouvette. Si vous le faites correctement, vous n'aurez pas besoin de forcer.
3. Se rappeler que les objets chauds ne sont pas différents des objets froids! Réfléchissez avant de toucher! Si l'objet est chaud, utilisez les pinces prévues à cette fin dans votre casier.
4. Garder votre espace de travail propre. Si vous n'avez plus besoin d'une pièce d'équipement, lavez-la et rangez-la dans votre casier.
5. Si un article tombe, laissez-le tomber. Ne pas essayer de l'attraper. Vous risquez d'empirer la situation.
6. Soyez prudent lorsque vous faites chauffer des liquides. S'ils sont dans une éprouvette, ne pas pointer l'ouverture vers autrui. Si le liquide est inflammable, ne pas utiliser de brûleur à gaz.
7. Les acides concentrés sont dilués dans l'eau.
8. Soyez particulièrement prudents lorsque vous travaillez avec des bases comme le NaOH. Ils peuvent cause des dommages irréversibles aux yeux, même lorsqu'ils sont dilués.
9. Si vous avez des doutes, poser des questions à votre professeure. Cela ne coûte rien en comparaison du prix à payer pour un accident.

RÈGLES DE SÉCURITÉ EN LABORATOIRE

1. Il faut porter des lunettes de sécurité en tout temps dans le laboratoire.
   a. Les lunettes ordinaires n'offrent pas une protection suffisante. Il faut porter des lunettes de sécurité ou des lunettes étanches par-dessus les lunettes de vision.
   b. Ne pas porter de verres de contact dans le laboratoire même si vous portez des lunettes étanches. Des vapeurs peuvent s'infiltrer sous la lentille et causer des dommages irréversibles aux yeux.
2. Vous devez porter un sarrau de laboratoire et des chaussures fermées en tout temps dans le laboratoire. Vous serez protégés ainsi que vos vêtements de la contamination chimique, du feu et des éclaboussures.
3. Il est STRICTEMENT INTERDIT de manger ou de boire dans le laboratoire. Vous devez également laisser vos bouteilles d'eau à l'extérieur du laboratoire. En plus du risque d'incendie, les risques de contamination sont trop grands. Ne pas goûter, ni sentir, ni toucher les produits chimiques sauf si l'on vous le demande expressément. Il est aussi recommandé de ne pas apporter de nourriture dans le laboratoire (même si c'est pour la consommer ailleurs), puisque les aliments peuvent absorber des vapeurs toxiques.
4. Toutes les blessures, les brûlures, etc. doivent être signalées immédiatement.

EXPÉRIENCES DE LABORATOIRE PROPOSÉES

- **Manuel de laboratoire** : *Chimie organique - Structures, nomenclature, réactions. Expériences de laboratoires,* 2e éd. par Flamand et Bilodeau

- Pour les instructions et les protocoles de chaque expérience ci-dessous, veuillez consulter les documents fournis par la professeure et/ou le site Web : http://gaspe.cgaspesie.qc.ca/pturkewitsch.

- Les éléments dans les deux tableaux suivants (*Chimie organique I 202-225-GA* et *Intégration et chimie organique 202-295-GA*) seront modifiés si nécessaire.

Chimie organique I 202-225-GA		
EXPÉRIENCE	**Page**	**# semaines**
Introduction et sécurité en laboratoire et élimination des déchets	---	---
Synthèse de l'acide acétylsalicylique (aspirine) ou de l'acétaminophène	79	2
Recristallisation, tests de solubilité et décoloration	5	1 à 2
Points de fusion et d'ébullition	34	1
Chromatographie sur couche mince	48	1 à 2
Spectroscopie infrarouge et indices de réfraction	57 et 37	1
Extraction	19	3
Distillation	10	1 à 2

Intégration et chimie organique 202-295-GA			
Projet	**EXPÉRIENCE**	**Page**	**# semaines**
Projet I	Synthèse de l'acide *para*-aminobenzoïque		8
Projet II	Synthèse du biodiésel – Épreuve Synthèse de programme		5
Examen pratique			3

CAHIER DE LABORATOIRE & PRÉLAB

IL VOUS FAUT

✓ Un **cahier à reliure spirale** (dont vous ne pouvez pas enlever les pages). Ce cahier sera votre cahier de laboratoire.

À FAIRE AVANT CHAQUE LABORATOIRE

Pour tirer au maximum le temps que vous passerez dans le laboratoire, vous devez savoir ce que vous avez à faire et ce que vous devriez observer. Il est virtuellement impossible d'effectuer toutes les manipulations mécaniques requises dans le temps alloué et d'observer les résultats si vous devez constamment regarder votre manuel de laboratoire. Vous devez donc lire le protocole du laboratoire, le comprendre et préparer votre cahier de laboratoire avant le début de chaque période de laboratoire. Si vous ne comprenez pas certaines procédures ou certains calculs, consultez votre instructeur avant le laboratoire.

Ce travail de préparation, aussi appelé un prélab, sera évalué avant le début de chaque période de laboratoire. Veuillez remettre ce prélab à Stéphane entre 8 h et 9 h le LUNDI avant notre séance de laboratoire qui se tiendra les mercredis.

Travail de préparation de laboratoire (PRÉLAB)

Les prélabs comptera pour 7% de votre note globale pour ce cours.

✓ Vous trouverez le protocole sur mon site Web : http://web.cgaspesie.qc.ca/pturkewitsch/. En arrivant au laboratoire, un protocole imprimé vous sera fourni que vous suivrez. Afin de préparer votre prélab dans votre cahier de laboratoire, vous devez :

- Écrire à l'encre (l'encre effaçable est interdite).
- Préparer des tableaux de données suffisamment grands pour y inscrire tous les renseignements recueillis durant l'expérience pour le nombre d'essais requis et toutes les valeurs calculées et théoriques.
- Fournir tous les calculs.
- Répondre à toutes les questions du protocole.

- Lorsque demandé par la professeure OU pour le cours d'*Intégration & chimie organique* (cours de projets donné pendant la session d'hiver) : présenter un **Tableau des propriétés physiques** de tous les composés organiques et/ou les réactifs utilisés pendant l'expérience. Trouver les données requises dans le *Handbook of Chemistry and Physics* ou dans un autre document de référence, ex. le *Merck Index*. Un exemple est fourni à la page suivante dans l'exemple de travail de préparation du laboratoire (prélab).

À FAIRE DURANT L'EXPÉRIENCE

✓ Dans votre cahier de laboratoire, vous devez inscrire, **à l'encre** :

- Tout changement au protocole.
- Toutes les données recueillies durant l'expérience. Si vous faites une erreur, biffer la donnée erronée et rédiger la bonne valeur. Rappelez-vous que votre cahier de laboratoire n'est pas une œuvre d'art. Les notes inscrites sur les petits bouts de papier risquent fort de disparaître!

Vous trouverez à la page suivante un exemple de protocole et un exemple de travail de préparation de laboratoire (prélab).

EXEMPLE DE PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL
&
EXEMPLE DE PRÉLAB

Exemple d'un protocole expérimental

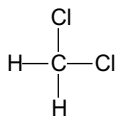
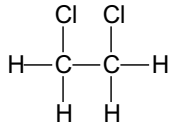
Détermination de la densité d'un liquide inconnu

Prendre un flacon Erlenmeyer de 100 mL et un bouchon de caoutchouc de la taille appropriée. Laver et assécher soigneusement cet erlenmeyer. Peser le flacon et le bouchon de caoutchouc avec une précision de 0,01 g. À l'aide d'une pipette de 10 mL, transférer 10 mL du liquide inconnu dans le flacon. Placer le bouchon et peser le flacon, le liquide et le bouchon, avec la même précision. À l'aide de la pipette de 10 mL, ajouter un autre 10 mL de liquide inconnu aux 10 mL déjà contenus dans le flacon. Replacer le bouchon et peser de nouveau le flacon. Continuer ainsi jusqu'à ce que le flacon contienne un total de 50 mL de liquide. Noter la température de la solution inconnue. Ne pas oublier d'utiliser la pince à thermomètre et un support universel afin de bien tenir le thermomètre lors de la mesure. Nettoyer et assécher le flacon Erlenmeyer et recommencer à ajouter 10 mL à la fois de liquide inconnu et peser le flacon après chaque ajout jusqu'à ce que vous ayez ajouté 50 mL de liquide. Répéter cette procédure pour obtenir un troisième ensemble de données. Calculer les densités, la densité moyenne, l'écart-type et l'écart-type relatif, ainsi que le pourcentage d'écart.

Exemple d'un travail de préparation de laboratoire (PRÉLAB)

Détermination de la densité d'un liquide inconnu *1er septembre 2020*

Tableau 1. *Propriétés physiques des inconnus liquides possibles*

Composé organique	***Masse molaire (g/mol)***	***Densité (g/mL)****	***Pf (°C)***	***Pé (°C)***	***Solubilité***
Dichlorométhane 	*84.933*	*1.32662^{20}*	*-97.2*	*40*	*sl H_2O* *msc EtOH, eth* *s ctc*
1,2-dichloroéthane 	*98.959*	*1.2454^{25}*	*-35.7*	*83.5*	*sl H_2O* *vs EtOH* *msc eth* *s ace, bz, chl*

** les valeurs en exposant représentent la température à laquelle la densité a été mesurée*

Références : fournir les références en respectant le format précisé à la section ***Présentation des références***

Protocole

Numéro de l'inconnu (l'identité) : (à noter la journée de l'expérience)

Tableaux des données

Tableau 2. *Observations prises lors de la détermination de la densité d'un liquide inconnu*

Tableau 3.

	Essai 1			***Essai 2***			***Essai 3***		
Description	***Masse flacon (g)***	***Masse liquide inconnu (g)***	***Densité (g/mL)***	***Masse flacon (g)***	***Masse liquide inconnu (g)***	***Densité (g/mL)***	***Masse flacon (g)***	***Masse liquide inconnu (g)***	***Densité (g/mL)***
Vide									
+ 10,00 mL									
+ 20,00 mL									
+ 30,00 mL									
+ 40,00 mL									
+ 50,00 mL									
Température du liquide inconnu (°C)									
Densité moyenne de chaque essai (g/mL)									
Densité moyenne des 3 essais (g/mL)									
Écart-type (écart-type relatif)									
Densité théorique du dichloromethane (g/mL)				***1,32662^{20}***					
% d'écart									

RAPPORT DE LABORATOIRE

INFORMATION GÉNÉRALE

Dans ce guide, l'expression « **rapport de laboratoire** » possède une définition large et signifie un document complété après une séance de laboratoire et évalué par la professeure. Le rapport de laboratoire peut inclure n'importe lequel des documents suivants :

- Le **rapport de laboratoire formel** – un rapport de laboratoire incluant toutes, ou presque toutes les sections du laboratoire présentées ci-dessous (voir *Sections d'un rapport de laboratoire*, **page 11**). Un rapport de laboratoire formel est écrit par les étudiants.
- Une **feuille de rapport** – une version courte du rapport de laboratoire. C'est un type de document sous la forme d'un formulaire préparé par la professeure dont les cases vides sont à compléter par les étudiants.

Le **rapport de laboratoire** formel doit être remis une semaine après la fin de l'expérience de laboratoire, sauf avis contraire. Si une **feuille de rapport** est exigée, elle peut être remise après la séance de laboratoire ou une semaine après la fin de l'expérience de laboratoire selon les indications de la professeure.

L'expérience au complet sera notée sur un total de 100 points : le rapport de laboratoire ou la feuille de rapport vaut 65% de la note et le prélab 35%.

Il est essentiel que vous compreniez le format et le contenu du rapport, que ce soit un rapport de laboratoire complet ou une feuille de rapport. Vous trouverez ci-après une brève description des différentes sections du rapport, accompagnée de commentaires, ainsi qu'un **exemple de rapport de laboratoire aux** **pages 17-19**.

Garder toujours à l'esprit que votre rapport doit démontrer à l'évaluateur que vous avez compris le contenu de l'expérience. **Ce n'est pas le nombre de pages qui importe, mais votre compréhension du sujet.**

PRÉSENTATION D'UN RAPPORT DE LABORATOIRE

- Votre rapport de laboratoire sera noté. S'assurer qu'il est propre, organisé, clair et concis.
- **Veuillez utiliser un langage professionnel**. Éviter d'utiliser des termes de l'argot et ne pas abuser des contractions.
- S'assurer de lire les commentaires notés sur les rapports de laboratoire qui vous sont remis afin d'éviter de faire la même erreur deux fois. Les erreurs répétitives auront des répercussions négatives sur votre note.
- **Relire** toujours votre travail!!

Papier

Le papier utilisé doit être blanc, de bonne qualité et de dimensions standards (**8,5 po sur 11 po** ou 22 sur 28 cm). Ne pas utiliser le recto des feuilles, SVP.

Style

Préparer votre rapport **à l'ordinateur** et l'imprimer sur seulement un côté de la feuille (**recto**). La feuille de rapport peut être écrite à l'encre (l'encre effaçable est interdite).

Marges

Toutes les marges doivent être fixées à une valeur **entre 2.0 et 2.54 cm**.

Caractère typographique

Utiliser la police de caractères **Times New Roman 12-points**, sauf indication contraire. D'autres caractères typographiques et d'autres tailles peuvent être utilisés pour les tableaux, les graphiques, les images, les figures, etc.

Interligne

Le texte doit être écrit à un **interligne et demi**, mais à simple interligne dans les cas suivants :

- Titres de plus d'une ligne
- Table des matières
- Titres des tableaux, graphiques, figures, etc.
- Tableaux, graphiques, figures, etc.

Interligne (*suite*)

- Titres énumérés dans la liste des références (voir la section *Présentation des références*, ci-dessous). Cependant un double interligne ou un interligne et demi sépare les notices les unes des autres.
- Notes en bas de page
- Annexes et index

Ne jamais terminer une page par un titre ou le début d'un paragraphe. Reporter à la page suivante le titre ou le commencement d'un nouveau paragraphe.

Ne pas commencer un tableau ou figure au bas d'une page. Placer le tableau, la figure, l'image ou le graphique sur une page. Lorsqu'ils ne sont pas assez petits pour être placés sur une page, répéter le titre des colonnes du tableau ou le titre de la figure, l'image ou le graphique à chaque page.

Pagination

Toutes les pages du document sont numérotées sauf la page titre. La première page d'un document n'est jamais numérotée, mais doit compter dans le total des pages.

Numéros

- Utiliser le système métrique, sauf indication contraire. Ne pas oublier que les abréviations des unités ne sont jamais suivies d'un point, sauf en fin de ligne.
- Inscrire les nombres en chiffres lorsqu'ils sont plus grands que dix ou lorsqu'ils sont associés à une unité. Vous devez par exemple inscrire 6 mm ou 2 g, mais *deux (2)* explications de *six* (*6*) facteurs.
- Ne jamais inscrire une fraction seule. Par exemple, inscrire 0,258 et non ,258.
- Ne jamais commencer une phrase par un chiffre. Inscrire en toutes lettres les nombres en début de phrase.

Chiffres significatifs et unités

Inscrire toujours les unités et le **nombre correct de chiffres significatifs**!

Formules chimiques

S'assurer que les fonctions exposant et indice sont correctement utilisées.

Parenthèses ( ), crochets [ ] et accolades { }

Il n'y a pas d'espace entre ces signes et leur contenu.

Forme grammaticale

- Éviter d'utiliser la première personne du singulier ou du pluriel, *je* ou *nous*. Utiliser la forme impersonnelle à la troisième personne du singulier ou du pluriel.
- Plutôt que d'écrire « Nous avons pesé les grenouilles et les avons placées dans un bocal de verre », écrire « Les grenouilles ont été pesées et placées dans un bocal de verre ».

Verbes

- Porter une attention particulière à la concordance des temps dans un même paragraphe. Ne pas sauter du passé au présent.
- Il est préférable d'utiliser un temps marquant le passé pour parler de l'expérience, puisque celle-ci est terminée. Par exemple :
    - « L'objectif de l'expérience **était** de … »
- Cependant, le rapport, la théorie et l'équipement permanent existent toujours. Il faut donc utiliser un temps présent. Voici quelques exemples :
    - « Le but du rapport **est**... »
    - « La théorie atomique de Dalton **est**... »
    - « Le microscope électronique à balayage **produit** des micrographies... »

SECTIONS D'UN RAPPORT DE LABORATOIRE

Dans votre rapport, fournir les sections d'un rapport demandé par la professeure dans l'ordre présenté ci-dessous.

Un **exemple de rapport de laboratoire est fourni aux pages 17-19**.

Usage des mots comme « preuve » et « vrai »

En tant que scientifiques, nous ne faisons que tester des hypothèses pour les appuyer, les contredire ou les réfuter. C'est pourquoi il faut s'abstenir d'utiliser le terme « ***prouver*** » et éviter de déclarer qu'une théorie ou une hypothèse est ***vraie***, ***fausse***, ***correcte*** ou ***incorrecte***. Ces expressions reflètent un degré de certitude que nous, en tant que scientifiques, ne possédons pas. Il faut se rappeler que lors de nos séances de laboratoire, nous n'avons seulement que testé une hypothèse ou une théorie par une procédure qui n'a été réalisée qu'en quelques heures et que ces procédures n'incluent seulement que quelques essais. De plus, ces essais n'impliquent qu'un petit nombre de techniques d'analyse. Ceci ne constitue pas une preuve suffisante, scientifiquement, pour affirmer détenir la vérité ou l'existence d'un phénomène. ***Il est préférable, lorsque l'on évalue une théorie ou une hypothèse, d'utiliser des termes comme : appuie, indique et suggère*** pour l'analyse des résultats obtenus. Ainsi, ces résultats « ***soutiennent*** », « ***vérifient*** » ou « ***confirment*** » une théorie ou une hypothèse, ou bien ils l'« ***infirment*** », la « ***réfutent*** » ou la « ***contredisent*** ».

Par la suite, il faut défendre ce que nous avançons en démontrant aux lecteurs que la déclaration faite est basée sur des faits, des données vérifiables. La relation entre les données recueillies et les conclusions qui en sont tirées doit être expliquée clairement afin de soutenir, d'appuyer et de rendre ces conclusions crédibles.

Titre, date et nom

Une page titre n'est pas nécessaire pour les rapports de chaque semaine. Cependant, une page titre doit être présentée pour les documents de l'épreuve synthèse de programme ainsi que pour les documents d'un projet.

Résumé

Le but du résumé est de donner au lecteur une vision globale de l'œuvre. Il s'agit d'une version abrégée de l'ouvrage, écrite pour les personnes qui ne liront peut-être jamais la version complète, et en tant que telle, devrait être écrite de manière autonome. Il doit contenir suffisamment d'informations pour permettre au lecteur de déterminer la nature et l'étendue des informations fournies sans avoir à lire l'intégralité de l'œuvre (rapport de laboratoire dans cette situation).

Le résumé est un énoncé concis des objectifs de l'expérience, des méthodes utilisées pour obtenir les résultats, des résultats obtenus et des conclusions tirées de l'expérience. Le résumé est rédigé en dernier pour s'assurer qu'il reflète fidèlement le contenu du rapport de laboratoire. La professeure en précisera la longueur.

Les résumés sont rédigés de manière à NE PAS exiger de figures, de tableaux ou d'images. Ainsi, les figures, les tableaux et les images ne sont pas cités. Les références sont rarement citées. Si cela est absolument nécessaire, les équations et les structures qui apparaissent dans le rapport du laboratoire peuvent être citées.

Dans le résumé, vous devez :

- Énoncer l'objectif de façon brève et concise.
- Nommer ou décrire brièvement la méthodologie de base utilisée sans entrer dans les détails excessifs, mais s'assurer d'indiquer les techniques clés utilisées. Essayer d'être bref, mais informatif.
- Fournir les résultats les plus importants obtenus. Énoncer et comparer les valeurs calculées et théoriques, identifier votre inconnue, etc. Commenter la précision et l'exactitude de l'expérience à la lumière de l'écart-type, de l'écart-type relatif, ainsi que du pourcentage d'écart.
- Indiquer comment l'expérience pourrait être améliorée en tenant compte d'une erreur expérimentale.
- Énoncer les principales conclusions.

Objectifs

Décrire sous forme de points ce que vous tentez de démontrer, de faire ou de trouver. Des objectifs généraux et spécifiques devraient être fournis.

Introduction

La longueur maximale de cette section est de deux (2) pages

Cette section comprend une courte discussion (sommaire), en vos propres mots, du but de l'expérience et de la théorie générale qui la sous-tend. Lire les références appropriées, noter les points importants, puis démontrer une compréhension de la théorie en la présentant dans un français clair, concis et grammaticalement correct. Porter une attention particulière aux techniques et aux instruments que VOUS avez utilisés durant l'expérience. Présenter les concepts clés, les principales définitions, les équations importantes et les présomptions. Vous devez montrer que VOUS comprenez réellement les concepts. Vous ne devez pas copier textuellement à partir du manuel de laboratoire ou du volume de cours. Vous devez formuler vos phrases à partir de vos propres mots.

Il est toujours utile de consulter d'autres références.

Résultats

En général, la section des résultats décrit ce qu'il s'est passé pendant le déroulement l'expérience et ce que vous avez observé, les techniques que vous avez utilisées et les valeurs obtenues.

Les données, les résultats et les observations des analyses des propriétés physiques, chromatographiques et spectroscopiques ainsi que d'autres méthodes analytiques seront organisées dans les tableaux, les figures et les graphiques selon information présentée ci-dessous.

1. **Organiser vos données, résultats et observations dans les tableaux, les figures et les graphiques**

   a. Présenter les **données brutes**, les **valeurs intermédiaires calculées** et les **résultats finaux** dans un tableau. Inclure la **valeur moyenne**, **l'écart-type** et le **pourcentage d'écart**, si pertinent. Les observations et les données qualitatives peuvent être présentées dans des tableaux ou sous forme d'un logigramme. Présenter un **graphique** des données si pertinent.

      Tableaux : **incluent un numéro de tableau et un titre descriptif qui se trouve en haut du tableau.** Pour un exemple, voir le Tableau 2 ci-dessous. S'assurer d'inscrire les bonnes unités.

      Figures : comportent les graphiques, les images, les dessins, les logigrammes, les schémas, etc. **Ils n'incluent qu'une légende et non pas un titre!** La légende est située en bas de la figure et comprend un numéro de figure ainsi qu'un titre décrivant les éléments que vous essayez de communiquer au lecteur. Voir la figure 1 à la **page 22** à titre d'exemple.

      Graphiques : sont considérés comme étant des figures, **ils sont légendés et non pas intitulés!** Indiquer les titres et les unités appropriés sur vos axes. Le graphique devrait alors apparaitre dans la feuille de calcul ou sur une page différente.
      Faire les graphiques avec Microsoft Excel en suivant la méthode ci-dessous :

      1. Entrer les données de l'abscisse (axe des x) dans la colonne A
      2. Entrer les données de l'ordonnée (axe des y) dans la colonne B
      3. Surligner les données des colonnes A et B
      4. Dans l'onglet **Insertion**, sélectionner **Nuage de points** sous le menu **Graphique**
      5. Sélectionner le type de graphique : **Nuage de points** en (XY) **avec marqueurs uniquement**
      6. Nommer les axes et ajuster les autres caractéristiques du graphique en fonction des instructions fournies.

Résultats (*suite*)

b. Présenter **UN exemple de calcul** (avec les opérations arithmétiques) permettant d'obtenir la réponse finale à partir des données brutes en dessous du tableau. Inscrire les bonnes unités avec les valeurs. Porter une attention particulière aux chiffres significatifs dans vos calculs! Les résultats doivent être inscrits avec le nombre adéquat de chiffres significatifs. Ne pas oublier d'inclure un plus grand nombre de chiffres dans vos calculs et d'arrondir en fonction du nombre de chiffres significatifs à la fin des calculs (si vous arrondissez trop tôt, votre réponse finale pourrait être erronée). Voir *L'annexe 1 : Mesures de laboratoire et incertitude* à la fin de ce guide.

c. Estimer la précision et l'exactitude de vos résultats en calculant :
- L'écart-type (voir **exemple de rapport de laboratoire à la page 18**) ET
- le pourcentage d'écart (voir **exemple de rapport de laboratoire à la page 19**).

d. Présenter le numéro et l'identité de l'échantillon inconnu, le cas échéant.

2. **Traitement des données :**

a. **Données obtenues des analyses des propriétés physiques et d'autres techniques qui NE SONT PAS chromatographiques ou spectroscopiques (ex. titrage, chaleur de combustion, analyse chimique qualitative) :**

- Présenter les données, les résultats et les observations de trois (3) essais, sauf indication contraire.

b. **Données chromatographiques :**

- Présenter une représentation de la plaque développée (avec une légende).
- Présenter un tableau des masses, des volumes et des concentrations, ainsi qu'un tableau des distances migrées et des valeurs de rapport frontal (R_f).

c. **Données spectroscopiques et autres méthodes analytiques :**

- Fournir les conditions expérimentales : marque et modèle de l'appareil, technique, cellule à échantillon, etc., au besoin.
- Écrire un protocole bref – sous forme de points.
- Présenter un tableau de données comme celui présenté ci-dessous.

Tableau 2. Bandes d'absorption infrarouge du dichlorométhane (inconnu # 8). Pour chaque groupe fonctionnel, les fréquences prévues (cm^{-1})* et les fréquences expérimentales (standard et échantillon) obtenues par la technique de réflectance totale atténuée sont indiquées.

Liaison ou groupe fonctionnel	N^{bre} d'onde répertorié* (cm^{-1})	N^{bre} d'onde observé CH_2Cl_2 STANDARD (cm^{-1})	N^{bre} d'onde observé ÉCHANTILLON CH_2Cl_2 (cm^{-1})
Alcane C–H (élongation/stretch)	~ 2850-3000	2900	2930
Etc.	Ajouter des lignes au besoin		

* Références : valeurs tirées de *Chimie organique* par Solomons et Fryhle. Fournir les références.

Discussion

La longueur maximale de cette section est de deux (2) pages

Analyse des résultats : Indiquer ce que vous avez obtenu et comment vous l'avez obtenu. Commenter la précision de vos résultats. Commenter l'exactitude de vos résultats en les comparant aux valeurs mentionnées dans la documentation ou aux valeurs « acceptées » (on peut toujours les trouver; cherchez bien!). Vos valeurs sont-elles conformes à la théorie? Pourquoi? D'un point de vue scientifique, un résultat différent de ce à quoi vous vous attendiez

est très intéressant si vous tentez de déterminer les causes de ce résultat.

Si vous calculez une valeur à l'aide de deux méthodes différentes, assurez-vous de comparer les deux réponses et les deux méthodes. Quelle tendance observez-vous dans les données? Rappelez-vous qu'il y a une bonne raison chaque fois qu'on vous demande de faire ou d'observer quelque chose. Demandez-vous POURQUOI.

Analyser les spectres spectroscopiques ou chromatographiques s'ils sont compris dans l'expérience.

Répondre aux questions mentionnées dans le protocole ou aux questions posées par la professeure.

Analyse et conclusion

Faire un sommaire de vos résultats et les lier au but de l'expérience.

- Indiquer ce que vous tentiez de faire ou de trouver (objectifs).
- Synthèse des idées, réitération des résultats obtenus en reliant les résultats aux objectifs de l'expérience.
- Comparer avec les valeurs théoriques et/ou répertoriées.
- Discuter de la précision et de l'exactitude des résultats.
- Commenter la pureté et la structure de la substance synthétisée ou extraite.
- Commenter l'efficacité de l'expérience. La technique utilisée était-elle adéquate? Que pourriez-vous améliorer? Pourriez-vous utiliser une autre technique qui donnerait de meilleurs résultats?
- Fournir des erreurs expérimentales et suggestions des possibilités d'améliorations de celles-ci.
- Fournir des recommandations à l'égard de l'expérience, des suggestions pour la poursuite des travaux, des suggestions pour des modifications et/ou des améliorations de l'expérience. Invitation à élargir le débat vers l'avenir.

Erreurs expérimentales

Une brève description des principales sources d'erreurs expérimentales (erreurs aléatoires) est fournie. Ce sont des erreurs liées à l'expérience et NON des erreurs que VOUS, l'expérimentateur, avez commises. Autrement dit, ce ne sont pas des erreurs causées par l'étalonnage (erreurs systématiques, p. ex., balance calibrée incorrectement) ou par VOS manipulations (erreur humaine, p. ex. vous avez mal lu un instrument ou fait une erreur de calcul), mais des erreurs causées par l'équipement ou la procédure. Ce sont des erreurs aléatoires ou inhérentes causées surtout par les limites de précision de l'équipement de mesure. Tentez de déterminer comment ces erreurs ont pu affecter vos résultats. Vos résultats sont-ils surestimés ou sous-estimés?

Références

Citer toute la documentation que vous avez utilisée pour acquérir des connaissances et de l'information sur l'expérience. Cela comprend les documents imprimés et électroniques ainsi que les noms de toutes personnes professionnelles consultées.

Référer à la section intitulée *Présentation des références* (**page 23**) pour plus d'information quant aux références.

EXEMPLE DE RAPPORT DE LABORATOIRE

Détermination de la densité d'un liquide inconnu

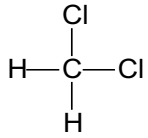
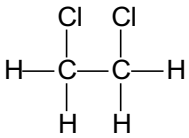
Petra Turkewitsch *1er septembre 2020*

OBJECTIFS

- *Déterminer la densité et, par la suite, l'identité d'un liquide inconnu en pesant un flacon erlenmeyer avant et après l'ajout d'un certain volume d'une substance inconnue avec une pipette volumétrique*

RÉSULTATS

Inconnu # 8 : dicholorométhane

Tableau 1. *Structures[1] et observations des liquides inconnus*	
Dichlorométhane (inconnu # 8) 	*Liquide incolore, non visqueux et transparent avec une odeur légèrement sucrée*
1,2-dichloroéthane 	*Liquide incolore, non visqueux et transparent avec une odeur agréable*
Noter : fournir les références en respectant le style précisé à la section ***Présentation des références***.	

Détermination de la densité

Conditions expérimentales : ***Dans cette espace, faire une liste des conditions expérimentales si pertinente. Voir la section Résultats du rapport de laboratoire aux pages 14-16.***

Tableau 2. *Observations prises lors de la détermination de la densité d'un liquide inconnu*
Dans cette espace, noter (sous forme de points) les observations prises au cours de l'expérience.

***Tableau 3**. Masse (g) d'un flacon erlenmeyer de 100 mL après l'ajout de différentes quantités d'un liquide inconnu (# 8 : dichlorométhane) et la comparaison de la densité calculée (g/mL) de cet inconnu avec la valeur théorique*[1]

	Essai 1			Essai 2			Essai 3		
Description	**Masse flacon (g)**	**Masse liquide inconnu (g)**	**Densité (g/mL)**	**Masse flacon (g)**	**Masse liquide inconnu (g)**	**Densité (g/mL)**	**Masse flacon (g)**	**Masse liquide inconnu (g)**	**Densité (g/mL)**
Vide	*52,25*			*51,58*			*51,19*		
+ 10,00 mL	*65,30*	*13,05*	*1,305*	*64,28*	*12,70*	*1,270*	*66,01*	*14,82*	*1,482*
+ 20,00 mL	*78,54*	*13,24*	*1,324*	*79,02*	*14,74*	*1,474*	*78,19*	*12,18*	*1,218*
+ 30,00 mL	*90,56*	*12,02*	*1,202*	*91,02*	*12,00*	*1,200*	*90,10*	*11,91*	*1,191*
+ 40,00 mL	*106,75*	*16,19*	*1,619*	*106,39*	*15,37*	*1,537*	*107,20*	*17,10*	*1,710*
+ 50,00 mL	*118,03*	*11,28*	*1,128*	*118,21*	*11,82*	*1,182*	*117,68*	*10.48*	*1,048*
Température du liquide inconnu (°C)			***23,0***			***23,0***			***23,0***
Densité moyenne de chaque essai (g/mL)*			***1,316*^{23}**			***1,333*^{23}**			***1,330*^{23}**
Densité moyenne des 3 essais (g/mL)*				***1,326*^{23}**					
Écart-type (écart-type relatif)				***0,0091 (0,687 %)***					
Densité théorique du dichloromethane (g/mL)*				***1,32662*^{20}**					
% d'écart				***-0.047 %***					

**Les valeurs en indice représentent la température à laquelle la densité a été mesurée*

Calculs :

Densité

Densité = masse / volume = (65,30 g – 52,25 g) / 10,00 mL = 1,305 g/mL

Écart-type et écart-type relatif

$$moyenne = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

$$moyenne = \bar{x} = \frac{1{,}3156 + 1{,}3326 + 1{,}3298}{3} = 1{,}3260\,\frac{g}{mL} = 1{,}326\,\frac{g}{mL}\,(4\ significant\ figures)$$

$$écart - type = \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}|x_i - \bar{x}|^2}{n-1}}$$

Écart de la moyenne	***Carré de l'écart de la moyenne***	***Somme des carrés de l'écart de la moyenne***	***Écart-type (σ_x)***	***Écart-type relatif (%)***
$\|x_i - \bar{x}\|$	$\|x_i - \bar{x}\|^2$	$\sum_{i=1}^{n}\|x_i - \bar{x}\|^2$	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\|x_i - \bar{x}\|^2}{n-1}}$	$\frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$
|1,3156 – 1,3260| =	*0,0104 ² = 0,00010816*	*0,00016616*	*0,009114823 = 0,0091 (4 places après la virgule = 2 chiffres significatifs)*	*0,68739239 = 0,687%*
|1,3326 – 1,3260| =	*0,0066 ² = 0,00004356*			
|1,3298 – 1,3260| =	*0,0038 ² = 0,00001444*			
			Le nombre de chiffres significatifs pour l'écart-type est écrit à une décimale de plus après la virgule que pour la valeur moyenne	***Un pourcentage peut être écrit avec 2 ou 3 chiffres significatifs***

Pourcentage d'écart

$$\%\ d'écart = \left(\frac{valeur\ expérimentale - valeur\ théorique}{valeur\ théorique}\right) \times 100$$

$$\%\ d'écart = \left(\frac{1{,}3260 - 1{,}32662}{1{,}32662}\right) \times 100$$

$$\%\ d'écart = -0{,}04673531\ \% = -0{,}047\ \%$$

N. B. Un pourcentage d'écart négatif indique que la valeur expérimentale est inférieure à celle de la valeur théorique. Tandis qu'une valeur positive indique que la valeur expérimentale est supérieure à celle de la valeur théorique.

DISCUSSION

Les propriétés de la matière peuvent être classées en propriétés intensives et en propriétés extensives.[2] Les propriétés intensives sont les propriétés indépendantes de la taille de l'échantillon et les propriétés extensives dépendent de la taille de l'échantillon. La densité, la pression et la température sont des exemples de propriétés intensives, tandis que le volume et la masse sont des propriétés extensives. On peut obtenir la densité à partir des mesures des propriétés extensives, masse et volume, puisque la densité est la masse par unité de volume. La densité, qui est indépendante de la taille de l'échantillon, n'est toutefois pas indépendante des autres propriétés intensives, soit la température et la pression. Si la pression sur l'échantillon augmente, la densité augmentera également. Si la température augmente, dans la plupart des cas, la densité diminuera. Alors, la densité augmente lorsque la plupart des substances passent de l'état gazeux à l'état liquide et de l'état liquide à l'état solide. Il existe toutefois une exception notable, soit le cas de l'eau sous une température de 4°C.[2] L'eau liquide a une densité maximale de 1,000 g/mL à 4°C.[1] Cependant, lorsque la température de l'eau diminue, la densité diminue. C'est également l'une des rares substances où le solide a une densité plus faible (0,9167 g/mL[1]) que le liquide (1,000 g/mL à 4°C).

Dans cette expérience, la densité du liquide inconnu # 8 (dichlorométhane) a été déterminée en pesant un flacon erlenmeyer avant et après l'ajout d'un certain volume de dichlorométhane avec une pipette volumétrique. Trois essais ont été effectués et ont permis d'obtenir des valeurs de densité allant de 1,048 g/mL à 1,710 g/mL à 23,0°C et à 757,4 mmHg. Les valeurs moyennes de la densité de chaque essai ont été calculées : essai 1, 1,316; essai 2, 1,333; et essai 3, 1,330 g/mL. La densité moyenne résultante des trois essais du dichlorométhane est donc de 1,326 ± 0,0091 (0,687 %) g/mL.

L'écart-type est une mesure de la précision des résultats.[2] Ainsi, comme la valeur de l'écart-type est faible (0,0091 ou 0,687 % g/mL), les résultats sont précis. Comme les résultats sont reproductibles pour différentes tailles de l'échantillon, la densité semble être une propriété intensive. La densité moyenne calculée pour le dichlorométhane correspond extrêmement bien à celle mentionnée dans la littérature (1,32262 g/mL[1]). L'exactitude des résultats obtenus était donc très bonne (% d'écart = - 0,047 %). L'excellente concordance des résultats expérimentaux et des données théoriques de la densité du dichlorométhane révèle également que la substance inconnue était bien du dichlorométhane. Le fait que la substance était liquide à la température de la pièce, qu'elle semblait très volatile et qu'elle avait une densité supérieure à 1,00 g/mL suggère qu'il s'agissait bien d'un composé organique contenant du chlore ou du brome.

CONCLUSION

La densité de la substance inconnue # 8 (dichlorométhane) a été déterminée par des ajouts successifs du liquide inconnu dans un flacon erlenmeyer et par des pesées subséquentes. Après trois essais, la densité moyenne du dichlorométhane a été calculée et est de 1,326 ± 0,0091 (0,687 %) g/mL à 23,0°C et à 757,4 mmHg. L'écart-type très faible (0,0091 ou 0,687 % g/mL) révèle que les résultats étaient précis. L'excellente exactitude (% d'écart = -0,047 %) des résultats expérimentaux en comparaison avec les données théoriques (1,32262 g/mL) révèle que le liquide inconnu est le dichlorométhane. Dichlorométhane est un liquide incolore et transparent à 23,0°C et à 757,4 mmHg avec un arôme légèrement sucré. Étant donné la précision et l'exactitude des résultats, le dichlorométhane semble être relativement pur. Cette technique est donc excellente pour déterminer la densité d'un liquide. Cependant, l'utilisation d'un pycnomètre[3] permettra de déterminer la densité avec encore plus de précision, c'est à dire, à cinq chiffres significatifs.

ERREURS

La principale source d'erreur pourrait être la mesure du volume de la substance inconnue à l'aide de la pipette volumétrique. Comme les pipettes volumétriques sont calibrées pour l'eau, il serait présomptueux de prétendre qu'elles permettront de mesurer le volume précis dans cette expérience. Il faudrait plutôt utiliser un pycnomètre ou un flacon volumétrique calibré pour obtenir un volume précis.

RÉFÉRENCES (utiliser le style bibliographique du **National Library of Medicine** sur le site Web zoterobib https://zbib.org)

1. *Haynes WM, Lide DR, editors. Physical constants of organic compounds. 94e éd., 2013–2014. Boca Raton, Fla.: CRC Press; 2013.*
2. *Brown TL, LeMay HE Jr, Bursten BE, Murphy CJ, Woodward PM, Stoltzfus MW. Chemistry: The central science. 13e éd. Boston: Pearson; 2015.*
3. *Pratten NA. The precise measurement of the density of small samples. Journal of Materials Science. 1981;17(7):1737.*

LOGIGRAMME

INFORMATION GÉNÉRALE

Un logigramme est une représentation très visuelle d'un protocole, car il démontre l'ordre des différentes étapes et/ou manipulations et les relations qui les unissent entre elles. Son objectif est donc de vous aider à comprendre pourquoi et comment chaque étape d'un protocole est effectuée.

Les logigrammes sont souvent utilisés dans les situations suivantes :

- **Synthèse** : afin de démontrer la synthèse, étape par étape, d'une substance. Lors d'une expérience de synthèse, le logigramme inclut toutes les réactions importantes et indique comment les produits secondaires et l'excès du réactif de départ sont séparés du produit désiré.

- **Purification** : afin de démontrer comment un produit est purifié. Parmi les techniques utilisées afin d'isoler et purifier un produit, on retrouve : l'extraction, la recristallisation, la filtration par gravité, la filtration à chaud par gravité, la filtration sous vide, la distillation et la distillation par entraînement à la vapeur. Deux types d'extraction sont souvent utilisés en chimie organique : l'extraction solide-liquide et l'extraction liquide-liquide. Lors d'une **extraction solide-liquide**, le solvant (liquide) en contact avec le solide dissout les substances qui sont y solubles. Dans cette situation, le logigramme indique les composés qui sont solubles dans le solvant, ainsi que les composés qui restent dans le solide (si connus). La préparation du café et du thé avec de l'eau chaude sont des exemples de ce type d'extraction. Dans une **extraction liquide-liquide**, les composants d'un mélange sont séparés selon la solubilité préférentielle de chaque composant dans des solvants aqueux et organiques. Dans tous cas d'extraction, le logigramme fournit toutes les réactions importantes, incluant les réactions acide-base.

- **Techniques d'analyses** : pour démontrer les étapes lors d'une analyse chimique qualitative ou lors de la détermination de la solubilité d'une substance dans des solvants différents (voir le **logigramme 1** à la page suivante).

CONSTRUCTION D'UN LOGIGRAMME

Lors de la construction du logigramme, il faut se questionner sur la réalisation de chaque étape et sur l'utilité de chaque technique. Il faut connaître la structure et les propriétés physiques des réactifs ou des composés présents, ainsi que ceux des produits et/ou produits secondaires de toutes les réactions.

Pendant les extractions, afin de vous aider à déterminer la place de chaque composant, il faut se poser la question suivante : **y a-t-il présence d'une conversion de substance non ionique en substance ionique ou vice versa?** Selon le cas, les substances ioniques sont présentes dans la phase aqueuse et les substances neutres (non ioniques) sont présentes dans la phase organique.

<u>Points importants d'un logigramme</u>

- ✓ Dans les boîtes, indiquer :
  - Toutes les substances, les solutions, les phases (aqueuse et organique) ou les mélanges importants ET leurs contenus (p. ex. *solution saturée de la caféine brute contient : caféine et impuretés solubles, etc.*)
  - Tous les résultats importants et/ou conclusions importantes (p. ex. *soluble, mauvais solvant de recristallisation, etc.*)
- ✓ Sur les flèches – placer les manipulations ET les techniques importantes
- ✓ Indiquer :
  - Substances, solutions, phases, mélanges à jeter
  - Séparation des solides et liquides
  - Séparation des phases aqueuses et organiques
- ✓ Inclure toutes les réactions importantes

EXEMPLE D'UN LOGIGRAMME

Comme exemple, on construira un logigramme pour la détermination de la solubilité d'un soluté dans un solvant, une expérience qu'on effectuera en chimie organique I.
Le protocole est le suivant :

> « Déterminer la solubilité de deux solutés dans trois solvants. Les solutés sont anthracène et acétaminophène. Les solvants sont les suivants : hexane, acétone et eau.
>
> S'assurer que la spatule et le compte-gouttes sont propres entre chaque échantillon afin d'éviter la contamination des échantillons. Obtenir six (6) petites éprouvettes et les identifier. Déterminer la solubilité de chaque solide en plaçant une petite quantité, environ 10 mg, dans l'éprouvette. Estimer cette quantité avec le bout de la spatule, c.-à-d. prendre la quantité qui donne une forme symétrique de diamètre d'environ 4 à 5 mm sur le bout de la spatule. Ajouter environ 500 µL de solvant à la température ambiante avec un compte-gouttes gradué. Bien mélanger le contenu avec un agitateur (vortex) ou en tapotant le fond de l'éprouvette avec le bout de votre doigt. S'il reste des cristaux de solides après avoir bien mélangé le contenu, utiliser la tige de verre afin de les pulvériser. Observer. Noter le degré de solubilité dans le solvant à la température ambiante (p. ex. **soluble**, **insoluble** ou **peu soluble**).
>
> Si la substance est soluble dans le solvant à la température ambiante, ce solvant est un mauvais solvant de recristallisation. Pourquoi? Si la substance ne se dissout pas complètement dans le solvant à la température ambiante, ajouter 250 µL de solvant de plus. Vous pouvez ajouter plus de solvant jusqu'à un volume maximum de 1500 µL. Il est vraiment important de ne pas ajouter trop de solvant à cette étape, car, si trop de solvant est ajouté, la cristallisation du solide ne se produira pas lors du refroidissement. Noter le degré de solubilité dans le solvant à la température ambiante (p. ex. soluble, insoluble ou peu soluble). Si la substance est maintenant soluble dans le solvant à la température ambiante, ce solvant est un mauvais solvant de recristallisation. D'un autre côté, si la substance est peu soluble ou insoluble malgré l'addition de plus de solvant à la température ambiante, sa solubilité doit être déterminée dans un solvant chaud. »

En se reportant à ce protocole, le logigramme ci-dessous peut être construit (**Figure 1**).

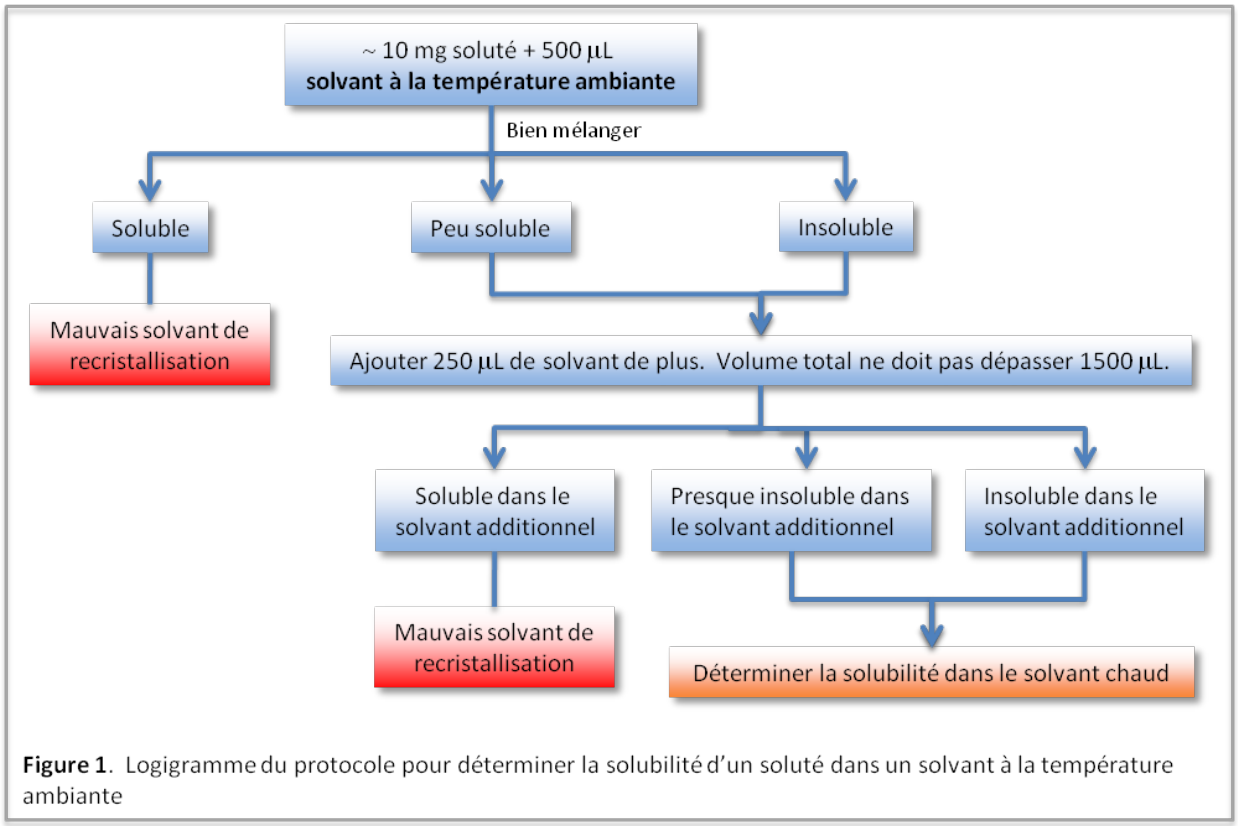


Figure 1. Logigramme du protocole pour déterminer la solubilité d'un soluté dans un solvant à la température ambiante

PRÉSENTATION DES RÉFÉRENCES

INTRODUCTION

Lors d'une rédaction scientifique, il se peut que l'on veuille emprunter des mots et des idées d'un autre auteur. On doit toujours indiquer la source de cet emprunt, c'est-à-dire qu'il faut présenter des références dans nos ouvrages. La présentation des références est donc la méthode utilisée afin de reconnaître les sources des informations ou des idées présentées par quelqu'un d'autre dans des documents scientifiques tels que : un rapport de laboratoire, un travail de recherche écrit, un projet d'honneur, une thèse ou des articles périodiques.

Un format très spécifique est utilisé afin de présenter les références et ce style dépend de la discipline (ex. sciences humaines, sciences biomédicales, art et lettres). Il est très important de suivre un style spécifique et d'être cohérent lorsque vous présentez les références (voir *Style des références*). De plus, il faut vérifier la crédibilité des sources de l'information (voir *Vérification de la crédibilité des sources*).

POURQUOI CITER SES SOURCES?

On doit fournir ses références afin de :

- Reconnaître que l'information ou les idées utilisées ont déjà été présentées par une autre personne.
- Identifier la source d'information afin que le lecteur puisse facilement la retrouver au besoin pour vérification, clarification ou pour plus d'information.
- Identifier d'où viennent nos idées.
- Éviter le plagiat (voir *L'annexe 2 : le plagiat*, **p. 37**).
- Respecter la propriété intellectuelle (droit d'auteur, brevet, marque déposée, etc.).

QUAND DOIT-ON CITER SES SOURCES?

Toute information ou idée d'un auteur doivent être citées, particulièrement :

- Un ouvrage consulté afin d'obtenir de l'inspiration pour un travail en particulier ou pour en apprendre (davantage) sur un sujet en particulier.
- Idées, théories, concepts d'un auteur en citant directement les mots de l'auteur ou dans nos propres mots.
- Tableaux, graphiques, images, figures, etc.

STYLES DE RÉFÉRENCES

La méthode choisie pour citer et présenter les sources consultées lors de la rédaction d'un texte varie selon les différentes disciplines. Par exemple, les styles *American Psychological Association* (APA) ainsi que *Modern Language Association* (MLA) sont souvent utilisés en arts et lettres, et en sciences humaines. En sciences, presque chaque domaine a son propre style de référence.

Les **cours de chimie organique** utiliseront le style de la ***National Library of Medicine (NLM)*** des États-Unis (*Citing Medicine: The NLM Style Guide for Authors, Editors, and Publishers*) qui est populaire en médecine et sciences biomédicales. Ce style utilise un numéro en exposant dans le texte du document pour indiquer la source de la citation, et ces numéros font référence à une liste des références (la médiagraphie) présentée à la fin du document sous forme de la *National Library of Medicine* (voir *Style de la National Library of Medicine*).

VÉRIFICATION DE LA CRÉDIBILITÉ DES SOURCES

- Chaque source doit être évaluée afin de déterminer sa crédibilité.
- Vérifier la crédibilité des sources en posant les questions suivantes :
    1. Qui est l'auteur du document ou de l'information? Qui publie cette information?
    2. Qu'est-ce qui établit la crédibilité de l'auteur (sa formation ou son expérience pertinente)?
    3. Qu'est-ce qui établit la crédibilité et l'objectivité de l'organisation ainsi que la crédibilité de l'information ci-incluse?
    4. Quelle est l'année de production? Est-ce que l'information a été mise à jour?
    5. Est-ce que l'auteur cite ses sources?
    6. L'information pourrait-elle être biaisée? Est-ce que la source considère tous les points de vue? Par exemple, une compagnie vendant de la marchandise/des services peut fournir de l'information biaisée afin de vendre leurs produits.

Style de la National Library of Medicine (NLM)

Ce style de citer et de présenter des sources utilise des chiffres en exposant au sein du document ainsi qu'une liste de références à la fin du document.

- **Chiffres au sein du document :**
  - Placer un chiffre arabe en exposant au sein du document afin d'indiquer la source de l'emprunt.
  - Numéroter les sources en commençant par le numéro un (1) et augmente au fur et à mesure que les nouvelles sources sont citées. Chaque **chiffre au sein du document** réfère à son numéro dans une liste des références présentée à la fin du document. La liste des références fournit les détails bibliographiques de chaque source de l'emprunt.

- **Liste des références :**
  - Utiliser le logiciel de gestion de références en ligne qui s'appelle ***zoterobib*** (voir ***zoterobib*** ci-dessous) afin de générer une liste numérique de références qui suivent la forme de la ***National Library of Medicine***.
  - Présenter cette liste bibliographique à la toute fin du document dans une section intitulée *Références* et inclut toutes les sources citées dans le document pour sa réalisation. Les références sont triées par ordre d'apparition dans le texte, précédées du numéro qui leur aura été attribué. Noter que les références bibliographiques n'apparaissent pas en note de bas de page, mais à la fin du document.

Chiffres au sein du document

Information générale

- Les chiffres au sein du document (texte, tableaux, figures, etc.) reconnaissent que cette information a été déjà présentée par quelqu'un d'autre.
- **Les chiffres prennent la forme des numéros arabes en exposant et ils réfèrent à une source ayant le même chiffre dans la liste des références**.
- Les chiffres au sein du document sont numérotés dans l'ordre qu'ils apparaissent dans le document en commençant par le numéro un (1), peu importe que cela soit dans le texte, les tableaux, les figures, les diagrammes, les photos, etc. La numérotation augmente au fur et à mesure que les nouvelles sources sont citées.
- Le chiffre assigné à une telle référence est maintenant toujours utilisé lorsque cette source est citée dans le document, peu importe la place originale de ce chiffre. Autrement dit, une fois qu'un chiffre est assigné à une telle référence, ce chiffre s'appartient maintenant à cette référence. Chaque fois que cette référence doit être citée dans le document, son numéro est utilisé indépendamment de sa position dans le texte.

Format

- Les exemples suivants démontrent le format utilisé lorsqu'une source ou plusieurs sources sont citées au sein du document.

  - **Une source**. Exemple[1]

    Le manuel de référence, *The Handbook of Chemistry and Physics,*[1] *fournit les propriétés physiques du benzène.*

  - **Deux sources ou plus** sont citées au même endroit :

    - Utiliser une virgule, sans espace entre les chiffres, afin de séparer deux sources consécutives. Exemple[1,2]

      La recherche universitaire[5,6] a indiqué que...

- Utiliser un trait d'union afin de joindre le premier et le deuxième chiffre d'une série inclusive. Exemple[2-4]

> La recherche clinique de D[re] Marilyn Campbell[5-7] se concentre sur…

- Utiliser des virgules (sans espace) afin de séparer des chiffres non inclusifs. Exemple [2-5,7,10]

> La visualisation de la fluorescence de l'ion calcium (Ca^{2+}) intracellulaire a été décrit extensivement.[3,5-9,11]

- La place des chiffres au sein des documents doit être considérée prudemment parce qu'une référence en particulier peut correspondre avec seulement une partie d'une phrase. Le premier exemple[4] et le deuxième exemple[5]

> Les molécules de styrylpyridinium[2,3] et stilbene[5-7] fluorescentes…

Ponctuation

- Les signes de ponctuation sont très importants.
- Les exemples suivants démontrent les règles de ponctuation généralement suivies. Noter bien que le style utilisé peut varier selon le cours, le professeur, le département et la maison d'édition.
  - Le chiffre en exposant est placé après les points et les virgules.

> La chromatographie est une méthode physique de séparation fondée sur les différences d'affinité des substances à analyser à l'égard de deux phases, l'une stationnaire ou fixe, et l'autre mobile.[2]

  - Le chiffre en exposant est placé avant les deux points et les points-virgules.

> Le benzène a une pression de vapeur de 760 Torr à 80,1°C[4] lorsqu'il est mélangé avec de l'eau,[7-9] la pression de vapeur totale doit être égale à 760 Torr à une température au-dessous de 80,1°C.

  - Lorsque le chiffre en exposant est associé avec le nom de l'auteur ou le titre d'un volume/d'une base de données, il est placé directement après le nom ou le titre.

> En 1949, Frank Dickey[7] a été étudiant de Linus Pauling…

  - Lorsque le chiffre en exposant est associé à un autre numéro (ex. une année), pour que ce soit plus clair, il y a un espace entre le numéro et le chiffre en exposant. Exemple 4 [7]

> Le concept de l'empreinte moléculaire de polymères date des années 1930 [5]….

LISTE DES RÉFÉRENCES

- Utiliser le logiciel de gestion de références en ligne qui s'appelle ***zoterobib*** (voir ***zoterobib*** ci-dessous) afin de générer une liste numérique des références.
- La liste des références renferme les détails bibliographiques de toutes les sources (ex. un livre, un article dans un périodique, une page Web) citées dans le document.
- Cette liste est présentée à la toute fin du document dans une section intitulée *Références*, dans laquelle les entrées sont triées par ordre d'apparition dans le texte, précédées du numéro qui leur aura été attribué.

zoterobib – logiciel de gestion de références (https://zbib.org)

Introduction

- Utiliser le logiciel de gestion de références en ligne zoterobib (https://zbib.org) afin de générer une liste numérique des références.

- À noter : en général, sur zoterobib, j'ai remarqué que c'était difficile de trouver des sources selon l'auteur ou le titre du document. Dans les sections suivantes, vous trouverez des méthodes plus faciles afin de trouver des sources :

    - Livres – imprimé et en ligne
    - Partie d'un livre – imprimé et en ligne
    - Périodiques (revue spécialisée, magazine, journal) – imprimé et en ligne
    - Pages Web
    - Vidéos

Configurer zoterobib

1. Accéder le site de zoterobib (https://zbib.org).
2. Dans le champ **Cite**, entrer le numéro d'ISBN d'un livre, un lien URL d'un site Internet, le numéro de DOI (digital object identifier) d'un article ou le titre.

    Par exemple :

    - *Haynes, Handbook of Chemistry and Physics, 94th edition*
    - *Structures nomenclature réactions chimie organique*

3. Cliquer **Cite**.
4. Dans la liste qu'apparait, choisir la source (citation) que correspond au document que vous cherchez.
5. Cette source apparait maintenant sous la section intitulée *Bibliography*.
6. Dans la barre blue sous le titre *Bibliography*, cliquer la flèche vers le bas (∨) et sélectionner **9700+ other styles available**.
7. Dans le champ de recherche, entrer **National Library of Medicine** et sélectionner son nom de la liste.
8. Cliquer **Add**.
9. Votre source s'apparait maintenant dans la liste bibliographique dans le format de la *National Library of Medicine*.
10. Les pages suivantes présentent une description détaillée de comment utiliser zoterobib afin de citer :

    - Livres – imprimé et en ligne
    - Partie d'un livre – imprimé et en ligne
    - Périodiques (revue spécialisée, magazine, journal) – imprimé et en ligne
    - Pages web
    - Vidéos

11. Vous pouvez créer votre liste complète de références avec zoterobib.
12. Une fois terminer, aller en bas de la page. Sous **Export**, cliquer **Copy to clipboard** et coller votre liste dans votre document.

LIVRES – IMPRIMÉS ET EN LIGNE

1. Trouver le numéro d'ISBN à 13 chiffres du livre. Afin de trouver ce numéro, feuilleter les premières pages du livre ou trouver le livre sur Amazon ou la maison d'édition du livre. Le numéro sera affiché sur la page web.
2. Entrer l'ISBN dans le champ **Cite** de zoterobib.

   À noter : pour un livre en ligne, vous pouvez essayer de copier l'URL et le coller dans le champ **Cite**. Cependant, si cette opération ne vous donne pas le bon livre, il faudra utiliser l'ISBN du livre ou entrer à la main les détails bibliographiques.
3. Cliquer **Cite**.
4. Le livre apparait dans la zone bleue ombrée sous le champ **Cite**.
5. S'assurer que la référence contient l'information de la liste suivante. Sinon, il faut trouver cette information et la rentrer à la main. Il est important de noter qu'une source crédible doit avoir cette information (voir *Vérification de la crédibilité des sources*).
   - Titre (*title*)
   - Auteurs (*authors*)
   - Édition (*edition*), le cas échéant
   - Lieu de publication (*place of publication*)
   - Maison d'édition (*publisher*)
   - Date
   - URL (pour les livres en ligne)
   - Date d'accès (*accessed*) pour les livres en ligne
6. Cliquer **Edit** pour ajouter ou changer l'information. Une nouvelle fenêtre s'apparait dans laquelle quelques-uns des champs sont déjà remplis.
7. Une fois terminer, cliquer **Done**.
8. La page principale réapparait. Votre source se trouve maintenant plus bas sur la page dans la liste bibliographique dans le format de la *National Library of Medicine*.
9. Vous pouvez continuer de créer votre liste de références avec zoterobib.
10. Une fois terminer, sous **Export** (plus bas sur la page), cliquer **Copy to clipboard** et coller votre liste dans votre document.

Exemples

Livres imprimés

Solomons TWG, Fryhle CB. Chimie organique. Mont-Royal, Québec: Modulo; 2000.

Haynes WM, Lide DR, editors. CRC handbook of chemistry and physics: a ready-reference book of chemical and physical data. 94th ed., 2013–2014. Boca Raton, Fla.: CRC Press; 2013.

Livre en ligne

Sarin A. Biodiesel: Production and Properties [Internet]. Royal Society of Chemistry; 2012. 281 p. Available from: https://books.google.ca/books?id=72klFb2goSUC&pg=PA63&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false

PARTIE D'UN LIVRE – IMPRIMÉ ET EN LIGNE

1. Trouver le numéro d'ISBN à 13 chiffres du livre. Afin de trouver ce numéro, feuilleter les premières pages du livre ou trouver le livre sur Amazon ou la maison d'édition du livre. Le numéro sera affiché sur la page web.
2. Entrer l'ISBN dans le champ **Cite** de zotero**bib**.

   À noter : pour un livre en ligne, vous pouvez essayer de copier l'URL et le coller dans le champ **Cite**. Cependant, si cette opération ne vous donne pas le bon livre, il faudra utiliser l'ISBN du livre ou entrer à la main les détails bibliographiques.
3. Cliquer **Cite**.
4. Le livre apparait dans la zone bleue ombrée sous le champ **Cite**.
5. Cliquer **Edit.** Une nouvelle fenêtre s'apparait dans laquelle quelques-uns des champs sont déjà remplis.
6. Dans le champ **Item Type**, sélectionner **Book section.**
7. Copier le nom du livre du champ **Title** et le coller dans le champ **Book title** qui se trouve en dessous des auteurs.
8. Maintenant dans le champ **Title**, entrer la section du livre que vous voulez citer (ex. le numéro du chapitre et son titre : *Chapitre 23 Lipides*).
9. S'assurer que la référence contient l'information de la liste suivante. Sinon, il faut trouver cette information et la rentrer à la main. Il est important de noter qu'une source crédible doit avoir cette information (voir *Vérification de la crédibilité des sources*).
   - Titre (*title*)
   - Auteurs (*authors*)
   - Édition (*edition*), le cas échéant
   - Lieu de publication (*place of publication*)
   - Maison d'édition (*publisher*)
   - Date
   - URL (pour les livres en ligne)
   - Date d'accès (*accessed*) pour les livres en ligne
10. Une fois terminer, cliquer **Done**.
11. La page principale réapparait. Votre source se trouve maintenant plus bas sur la page dans la liste bibliographique dans le format de la ***National Library of Medicine***.
12. Vous pouvez continuer de créer votre liste de références avec zotero**bib**.
13. Une fois terminer, sous **Export** (plus bas sur la page), cliquer **Copy to clipboard** et coller votre liste dans votre document.

Exemples

Partie d'un livre imprimé

Solomons TWG, Fryhle CB. Chapitre 23 Lipides. In: Chimie organique. Mont-Royal, Québec: Modulo; 2000.

Haynes WM, Lide DR, editors. Physical constants of organic compounds. In: CRC handbook of chemistry and physics: a ready-reference book of chemical and physical data. 94. ed., 2013–2014. Boca Raton, Fla.: CRC Press; 2013.

Partie d'un livre en ligne

Sarin A. Chapter 3 Biodiesel properties and specifications. In: Biodiesel: Production and Properties [Internet]. Royal Society of Chemistry; 2012. Available from: https://books.google.ca/books?id=72klFb2goSUC&pg=PA63&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false

PÉRIODIQUES (REVUE SPÉCIALISÉE, MAGAZINE, JOURNAL)

Article dans une revue spécialisée (ex. Journal of Chemical Education)

1. Trouver le numéro de DOI (digital object identifier) de l'article dans :
   - Le périodique
   - Google scholar (https://scholar.google.com)
   - *Journal of Chemical Education* (http://www.cegepgim.ca/biblio/gaspe)
2. Entrer le DOI dans le champ **Cite** sur zoterobib.
3. Cliquer **Cite**.
4. Le périodique apparait dans la zone bleue ombrée sous le champ **Cite**.
5. Cliquer **Edit.** Une nouvelle fenêtre s'apparait dans laquelle quelques-uns des champs sont déjà remplis.
6. Dans le champ **Item Type**, sélectionner l'élément approprié selon le type du périodique :
   - Article dans une revue spécialisée, choisir **Journal article**
   - Article dans un journal, choisir **Newspaper article**
   - Article dans un magazine, choisir **Magazine article**
7. S'assurer que la référence contient l'information de la liste suivante. Sinon, il faut trouver cette information et la rentrer à la main. Il est important de noter qu'une source crédible doit avoir cette information (voir *Vérification de la crédibilité des sources*).

Article dans une revue spécialisée
- Titre (*title*)
- Auteurs (*authors*)
- Nom de la revue spécialisée (*publication*)
- Volume
- Pages
- Date
- À noter : une revue spécialisée en ligne n'a pas besoin d'URL

Article dans un journal
- Titre (*title*)
- Auteurs (*authors*)
- Nom du journal (*publication*)
- Date
- URL (pour une source en ligne)
- Date d'accès (*accessed*) pour une source en ligne

Article dans un magazine
- Titre (*title*)
- Auteurs (*authors*)
- Nom du magazine (*publication*)
- Lieu de publication (*place of publication*)
- Date
- URL (pour une source en ligne)

14. Une fois terminer, cliquer **Done**.
15. La page principale réapparait. Votre source se trouve maintenant plus bas sur la page dans la liste bibliographique dans le format de la ***National Library of Medicine***.
16. Vous pouvez continuer de créer votre liste de références avec zoterobib.
17. Une fois terminer, sous **Export** (plus bas sur la page), cliquer **Copy to clipboard** et coller votre liste dans votre document.

Article dans un journal ou un magazine

1. Copier l'URL de l'article.
2. Coller l'URL dans le champ **Cite** field sur zoterobib.

Exemples

Article dans une revue spécialisée

Clarke NR, Casey JP, Brown ED, Oneyma E, Donaghy KJ. Preparation and Viscosity of Biodiesel from New and Used Vegetable Oil. An Inquiry-Based Environmental Chemistry Laboratory. J Chem Educ. 2006 Feb;83(2):257.

Article dans un journal

Dion-Viens D. Un retour en classe qui pourrait être différent selon l'âge. Le Journal de Montréal [Internet]. 2020 avril [cited 2020 Apr 25]; Available from: https://www.journaldequebec.com/2020/04/24/un-retour-en-classe-qui-pourrait-etre-different-selon-lage

Article dans un magazine

Ricardo. 10 recettes pour célébrer le printemps. Ricardo cuisine [Internet]. 2020 Mar [cited 2020 Apr 25]; Available from: https://www.ricardocuisine.com/chroniques/recettes/937-10-recettes-pour-celebrer-le-printemps

PAGES WEB

1. Copier l'URL de la page web et le coller dans le champ **Cite** sur zoterobib.
2. Cliquer **Cite**.
3. La page web apparait dans la zone bleue ombrée sous le champ **Cite**.
4. Cliquer **Edit.** Une nouvelle fenêtre s'apparait dans laquelle quelques-uns des champs sont déjà remplis.
5. S'assurer que la référence contient l'information de la liste suivante. Sinon, il faut trouver cette information et la rentrer à la main. Il est important de noter qu'une source crédible doit avoir cette information (voir *Vérification de la crédibilité des sources*).
    - Titre de la page web (*title*)
    - Auteurs (*authors*)
    - Titre du site web (*website title*)
    - Maison d'édition (*publisher*)
    - Date
    - URL
    - Date d'accès (*accessed*)
6. Une fois terminer, cliquer **Done**.
7. La page principale réapparait. Votre source se trouve maintenant plus bas sur la page dans la liste bibliographique dans le format de la ***National Library of Medicine***.
8. Vous pouvez continuer de créer votre liste de références avec zoterobib.
9. Une fois terminer, sous **Export** (plus bas sur la page), cliquer **Copy to clipboard** et coller votre liste dans votre document.

Exemples

Site web : Une collection des pages web liées entre elles. Un site web peut avoir plusieurs pages web, ex. Santé Canada.

Corporation for Digital Scholarship. ZoteroBib [Internet]. ZoteroBib. Corporation for Digital Scholarship; 2020 [cited 2020 Apr 21]. Available from: https://zbib.org/

Page web : Une page spécifique d'un site web.

National Biodiesel Education Program. Triglyceride Molecular Weight Calculator [Internet]. Biodiesel Education Program. University of Idaho; 2019 [cited 2020 Apr 17]. Available from: http://biodieseleducation.org/index.html

VIDÉOS

1. Copjer l'URL de la vidéo et le coller dans le champ **Cite** sur zoterobib.
2. Clique **Cite**.
3. La page vidéo apparait dans la zone bleue ombrée sous le champ **Cite**.
4. Cliquer **Edit.** Une nouvelle fenêtre s'apparait dans laquelle quelques-uns des champs sont déjà remplis.
5. Dans le champ **Item Type**, sélectionner **Video Recording**.
6. S'assurer que la référence contient l'information de la liste suivante. Sinon, il faut trouver cette information et la rentrer à la main. Il est important de noter qu'une source crédible doit avoir cette information (voir *Vérification de la crédibilité des sources*).
    - Titre de la vidéo (*title*)
    - Réalisateurs (*authors*)
    - Studio (ex. YouTube ou autre)
    - Date
    - URL
    - Date d'accès (*accessed*)
7. Une fois terminer, cliquer **Done**.
8. La page principale réapparait. Votre source se trouve maintenant plus bas sur la page dans la liste bibliographique dans le format de la ***National Library of Medicine***.
9. Vous pouvez continuer de créer votre liste de références avec zoterobib.
10. Une fois terminer, sous **Export** (plus bas sur la page), cliquer **Copy to clipboard** et coller votre liste dans votre document.

Exemples

Cormier K. Filtration sous vide [Internet]. YouTube; 2014 [cited 2020 Apr 21]. Available from: https://www.youtube.com/watch?v=1cFcCIuCbL8

ChemSurvival. Introduction to Recrystallization [Internet]. YouTube. 2012 [cited 2020 Apr 21]. Available from: https://www.youtube.com/watch?v=htTvL4JhscM&list=PLAhRiX8pHhMLvkECEEmqF8jCbmoNYq7v_&index=2

ANNEXE 1 : MESURES DE LABORATOIRE ET INCERTITUDE

En raison de leur nature, les mesures ont des limites, limites qui doivent être connues par tous ceux qui les prennent ou qui les utilisent. Toute quantité existant de façon continue ne peut jamais être mesurée exactement.

Une certaine incertitude est associée à toutes les mesures. Pour être tout à fait précis, il faut évaluer le degré de précision d'une mesure. En général, l'incertitude d'une mesure est la moitié de sa plus petite division. Par exemple, si la longueur d'un objet se situe entre 25,5 cm et 25,6 cm, il faut indiquer 25,55 ± 0,05 cm. On peut normalement être assuré que la valeur réelle se situe à l'intérieur de cette plage.

Lorsque des quantités mesurées sont utilisées pour calculer une autre quantité, l'incertitude des mesures crée une incertitude dans les résultats calculés. Lorsque l'incertitude de chacune des quantités mesurées a été évaluée, l'incertitude du résultat peut être obtenue en respectant les règles suivantes. Il faut se rappeler que la réponse finale doit refléter l'incertitude des mesures.

1. L'incertitude d'une somme ou d'une différence est la somme des incertitudes des mesures individuelles. Par exemple :

Poids du flacon A	16,7321	± 0,0005 g
Poids du flacon B	16,84	± 0,05 g
Total	33,5721	± 0,0505 g

Comme l'incertitude est représentée par la deuxième décimale, arrondir le total à 33,57 ± 0,05 g. Noter que la donnée avec le **moins grand** nombre de chiffres après la virgule détermine l'incertitude. Normalement, à moins que vous ayez utilisé la mauvaise balance, le poids ne sera pas le facteur déterminant de l'incertitude d'une expérience.

2. Lorsque les mesures sont multipliées ou divisées pour obtenir la quantité désirée, il faut ajouter le pourcentage d'incertitude et non l'incertitude.

EXEMPLE

Poids d'un bloc = 5,324 ± 0,005g

% d'incertitude = (0,005 / 5,324)*100 = 0,09391 %

Volume du bloc = 7,1 ± 0,5 mL

% d'incertitude = (0,5 / 7,1)*100 = 7,0 %

Par conséquent, la densité = 5,324 / 7,1 = 0,7499 g/mL = 0,75 g/mL (2 chiffres significatifs)

% d'incertitude = 7,0 % + 0,09391 % = 7,1 %

Par conséquent, l'incertitude de la densité est (0,071) x 0,7499 g/mL = 0,053 g/mL. Encore une fois, il faut inscrire la valeur pour indiquer l'incertitude, soit densité = 0,75 ± 0,05 g/mL. Noter que c'est le volume qui détermine l'incertitude de la densité (c.-à-d. la valeur avec le plus gros % d'incertitude détermine le % d'incertitude de la valeur calculée).

CHIFFRES SIGNIFICATIFS

Plutôt que de calculer l'incertitude ou le pourcentage d'incertitude pour chaque quantité mesurée et d'en faire la somme, comme nous l'avons fait plus haut, on utilise souvent le concept des chiffres significatifs pour assurer qu'une valeur calculée est montrée avec le degré adéquat d'incertitude. Dans la plupart des cas, les chiffres significatifs représenteront le degré adéquat d'incertitude.

Le nombre de chiffres significatifs est défini comme le nombre de chiffres qui ne sont pas utilisés pour placer la virgule décimale et les chiffres certains. Par exemple :

Nombre	Chiffres significatifs
124,3	4
1,24	3
1,2	2
0,12	2
0,012	2
0,0120	3 (il est préférable d'écrire 1,20 x 10^{-2} afin qu'il n'y ait pas de confusion)

Plus le nombre de chiffres significatifs est élevé, plus le % d'incertitude diminue.

EXEMPLE

% d'incertitude de 124,3 = (0,5 / 124,3)*100 = 4×10^{-1} %

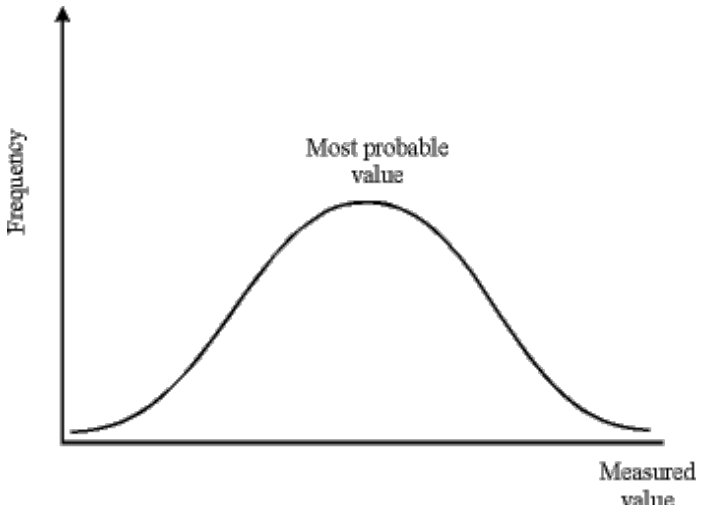
% d'incertitude de 1,24 = (0,05 / 1,24)*100 = 4 %

% d'incertitude de 31 = (5 / 31)*100 = $1,6 \times 10^{1}$ %

En première approximation, deux nombres avec le même nombre de chiffres significatifs ont la même incertitude. Comme nous l'avons montré précédemment, la donnée avec le plus haut pourcentage d'incertitude détermine l'incertitude de la quantité calculée. **Par conséquent, la règle veut que le nombre calculé ait le même nombre de chiffres significatifs que la donnée avec le plus petit nombre de chiffres significatifs.** Il faut toutefois être prudent avec des nombres comme 9,8 et 10,1. Ils ont un nombre différent de chiffres significatifs, mais le même % d'incertitude. Il faut donc utiliser la règle prudemment. En fait, à cette étape de votre vie de chimiste, il est utile de mentionner que trois (3) chiffres significatifs sont la norme pour la plupart des expériences de laboratoire et des problèmes, à l'exception des titrages, où le nombre de chiffres significatifs est de quatre (4). Savez-vous pourquoi?

TENDANCE CENTRALE

Vous constaterez qu'en général, toutes les mesures des travaux scientifiques sont répétées trois fois. La raison qui sous-tend cette répétition a été expliquée par la branche des mathématiques qui s'appelle la statistique. La plupart des séries de mesures auront une distribution normale ou gaussienne si les erreurs sont aléatoires. La moyenne arithmétique d'un ensemble fini de mesures est la meilleure approximation de la valeur la plus probable (le sommet de la courbe).



Frequency – Fréquence
Most probable value – Valeur la plus probable
Measured value – Valeur mesurée

La validité de l'approximation dépend de la précision des mesures (ou d'une concordance mutuelle). S'il y a une concordance étroite entre les mesures, vous pouvez être assuré que la moyenne est la meilleure valeur pouvant être obtenue à l'aide du protocole expérimental.

EXACTITUDE

L'exactitude est la concordance entre la mesure et la valeur « réelle » ou acceptée obtenue à l'aide des meilleures techniques expérimentales. Les gens présument souvent que les résultats précis sont également des résultats exacts. Si les résultats doivent être précis pour être exacts, il n'est pas garanti que des résultats précis soient exacts. Une erreur systématique peut donner des résultats très précis, mais inutiles. Il est donc important d'éliminer les erreurs systématiques des procédures expérimentales.

ANNEXE 2 : LE PLAGIAT

Cette annexe renferme un document publié par l'université d'Ottawa qui décrit le plagiat. Les étudiants doivent lire et se familiariser avec ce document. Le document commence à la page suivante.

Attention
au plagiat* !

c'est facile
c'est tentant

... mais ça peut coûter cher** !

L'an dernier, une centaine d'étudiants de l'Université d'Ottawa reconnus coupables de plagiat ont reçu des sanctions allant jusqu'à l'expulsion de l'Université.

uOttawa

L'Université canadienne
Canada's university

* *Plagier, c'est emprunter les mots ou les idées de quelqu'un d'autre sans en mentionner le nom et/ou sans mettre les mots empruntés entre guillemets («...»).*

** *** Consultez le site Web sur l'intégrité dans les études (web5.uOttawa.ca/mcs-smc/integritedanslesetudes/accueil.php)*

www.uOttawa.ca/plagiat.pdf

Août 2010

COMMENT ÉVITER LE PLAGIAT

PLAGIER, c'est voler les mots, les idées ou les statistiques d'une autre personne en les faisant passer pour les vôtres. La traduction partielle ou totale des textes d'autrui constitue une forme de plagiat si la source n'est pas indiquée.

Évidemment, on ne peut pas toujours être original. Il est donc tout à fait normal de s'inspirer des écrits et des pensées des autres. Cependant, il faut le faire de façon acceptable afin de ne pas se rendre coupable de plagiat.

PRINCIPES ET RÈGLES

- Tout emprunt cité textuellement doit être placé entre guillemets et accompagné d'une référence complète (nom de l'auteur, date, pages).
- Les textes consultés sur Internet font partie des sources qu'il faut citer.
- Tout emprunt d'idées doit être accompagné d'une référence complète.
- Il est inacceptable de paraphraser les mots d'un autre en les faisant passer pour les vôtres.

DEUX RÈGLES ÉLÉMENTAIRES

- Si vous utilisez les mots, les données, etc. de quelqu'un d'autre, mettez ce que vous citez entre guillemets et fournissez la référence complète.
- Si vous empruntez les idées de quelqu'un d'autre, donnez la référence complète.

EXEMPLES

Vous voulez vous servir du texte suivant :

Bien qu'elles représentent partout plus de la moitié de la population, les femmes comptent rarement plus qu'une poignée de représentantes dans la classe dirigeante politique. Il y a peu d'aspects de la vie en société où la domination des hommes se fait davantage sentir que dans le domaine électoral. Depuis quelques décennies, les femmes sont de plus en plus nombreuses à embrasser des professions traditionnellement réservées aux hommes; pourtant, l'accession à une charge législative demeure un objectif inaccessible pour la très grande majorité des Canadiennes.*

* Brodie, Janine avec le concours de Célia Chandler, « Les femmes et le processus électoral au Canada » in K. Megyery, *Les femmes et la politique canadienne*, Toronto, Dundern Press, 1991, 3-4.

CE QUI EST INACCEPTABLE

Vous avez écrit* :	Inacceptable parce que :
Même si les femmes **représentent partout plus de la moitié de la population, elles comptent rarement plus qu'une poignée de représentantes dans la classe dirigeante politique. Il y a peu d'aspects de la vie en société où la domination des hommes se fait davantage sentir que dans le domaine électoral. Depuis quelques décennies, les femmes sont de plus en plus nombreuses à embrasser des professions traditionnellement réservées aux hommes; pourtant, l'accession à une charge législative demeure un objectif inaccessible pour la très grande majorité des Canadiennes.**	• L'extrait a simplement été recopié, sans guillemets ni indication de source.
Même si les femmes constituent plus de 50 % de la population, il est rare qu'elles possèdent des postes élevés dans le domaine de la politique. En fait, la domination des hommes peut être plus facilement aperçue dans le domaine électoral. Cependant, même si, depuis quelques dizaines d'années, les femmes occupent de plus en plus de postes qui étaient dominés par les hommes, il demeure qu'il est très difficile pour les femmes canadiennes d'accéder à des postes législatifs.	• Les mots sont changés, mais les idées sont empruntées, et il n'y a aucune référence. (On ne peut pas simplement remplacer les mots d'un autre par des synonymes).
Même si les femmes représentent plus de 50 % de la population, elles **comptent rarement plus qu'une poignée de représentantes dans la classe dirigeante politique. En fait, c'est dans le domaine électoral que la domination des hommes se fait davantage sentir.** Cependant, même si depuis quelques dizaines d'années, les femmes occupent de plus en plus de postes traditionnellement réservés aux hommes, **l'accession à une charge législative demeure un objectif inaccessible** pour la plupart des Canadiennes (Brodie, 1991 : 3).	• Même si l'auteure, son œuvre et les pages sont indiquées, les mots en gras sont ceux de l'auteure et ils ne sont pas placés entre guillemets.

* Les mots en caractères gras sont ceux du texte-source.

CE QUI EST **ACCEPTABLE**

Vous avez écrit :	Acceptable parce que :
Selon Brodie, « [B]ien qu'elles représentent partout plus de la moitié de la population, les femmes comptent rarement plus qu'une poignée de représentantes dans la classe dirigeante politique. Il y a peu d'aspects de la vie en société où la domination des hommes se fait davantage sentir que dans le domaine électoral ». (1991 : 3)	• L'extrait est placé entre guillemets, et la source est citée.
Comme le rappelle Brodie (1991 : 3), de plus en plus de femmes occupent des postes dominés par les hommes et « l'accession à une charge législative demeure un objectif inaccessible pour la très grande majorité des Canadiennes ».	• Vous avez brièvement exprimé en vos propres termes l'essentiel de ce que l'auteure a dit en deux phrases. • Vous avez placé entre guillemets ce que vous avez emprunté textuellement à l'auteure. • La source est citée.
Selon Brodie (1991), même si les femmes accèdent de plus en plus à des postes jadis dominés par les hommes, elles demeurent très sous-représentées dans le domaine de la politique.	• L'idée est résumée en des termes autres que ceux de l'auteure (bonne paraphrase). • L'auteure et son œuvre sont citées.

Présentation des références

- *Guide de rédaction des travaux universitaires,*
  www.sciencessociales.uOttawa.ca/guide-fr.asp
- *Trousse de rédaction du CARTU, guide préparé par le SASS*
  www.sass.uOttawa.ca/redaction/trousse/
- *Styles de référence :*
  http://www.sass.uottawa.ca/redaction/premiercycle/documents-en-ligne.php
- *Comment éviter le plagiat*
  www.sciencessociales.uOttawa.ca/fra/documents/commentéviterleplagiat.pdf
- *Rédiger ses travaux au Département d'histoire. Normes et conventions. (En vente au Département)*
  http://www.histoire.uottawa.ca/pdf/Guide_de_redaction.pdf
- *Style Sheet.* Working with Sources. Introduction to Research in English Literature, préparé par le Département d'*English*. En vente à la librairie universitaire.
- *« Qui l'a dit ? » Intégrité dans la rédaction : éviter le plagiat*, préparé par le SASS
  www.sass.uOttawa.ca/redaction/trousse/plagiat.pdf