

sciences
méthodes

JOCELYNE PAGÉ
GILLES BOISCLAIR
RICHARD MATHIEU

Guide des sciences expérimentales

Méthodes et démarches

2^e édition

 De Boeck
Université

sciences
& méthodes

JOCELYNE PAGÉ
GILLES BOISCLAIR
RICHARD MATHIEU

M 499/3



33050

③

Guide des sciences expérimentales

Méthodes et démarches

2^e édition



De Boeck
Université

sciences
& méthodes

JOCELYNE PAGÉ
GILLES BOISCLAIR
RICHARD MATHIEU

Guide des sciences expérimentales

Méthodes et démarches

2^e édition



De Boeck
Université

sciences
& méthodes

JOCELYNE PAGÉ
GILLES BOISCLAIR
RICHARD MATHIEU

M 499/3



33050

③

Guide des sciences expérimentales

Méthodes et démarches

2^e édition



De Boeck
Université

T A B L E D E S M A T I È R E S

Préface de la deuxième édition	VII
Préface de la première édition	IX
Avant-propos	XI

C H A P I T R E 1

OBSERVER, PLUS QUE REGARDER

1.1	Spécificité de la science	3
1.2	Données qualitatives	5
1.2.1	Comment recueillir des données qualitatives	5
1.2.2	Le rôle du témoin	6
1.3	Données semi-quantitatives	8
1.4	Données quantitatives: mesure	11
1.5	Incertitude absolue	12
1.6	Incertitude relative et précision d'une mesure	13
1.7	Chiffres significatifs et écriture d'une mesure	15
1.7.1	Convention simple d'écriture d'une mesure avec l'incertitude absolue	16
1.7.2	Écriture d'une mesure avec l'incertitude relative	18
1.8	Précision des instruments	19
1.8.1	Cas d'un affichage numérique	20
1.8.2	Cas d'une simple échelle graduée	21
1.8.3	Cas du vernier	21
1.8.4	Cas particulier de la vis micrométrique	23
1.9	Évaluation de l'incertitude sur une mesure	24
1.9.1	Effet de parallaxe	25
1.9.2	Temps de réflexe	27
1.9.3	Ménisque	28
1.9.4	Mesure donnée par deux lectures et incertitude sur le zéro	29
1.9.5	Cas particulier du microscope	31
1.10	Évaluation de l'incertitude sur une mesure répétée plusieurs fois	33
1.10.1	Mesures non reproductibles	34
1.10.2	Mesures reproductibles	35

1.11	Précision et incertitude, exactitude et erreur.	36
1.11.1	Précision et incertitude	36
1.11.2	Exactitude et erreur	38
1.12	Incertitudes sur les valeurs tirées des ouvrages de référence	39
1.13	Exercices.	39

C H A P I T R E **2**

**CALCUL
D'INCERTITUDE**

2.1	Détermination des incertitudes par la méthode des extrêmes.	45
2.1.1	Fonctions utilisant une opération de base ou fonctions simples à une variable	46
2.1.2	Fonctions quelconques	50
2.2	Démonstration de règles simples.	52
2.3	Détermination des incertitudes par le calcul différentiel	54
2.4	Application directe de règles simples.	57
2.4.1	Résultat obtenu à la suite d'une seule opération mathématique	58
2.4.2	Résultat obtenu à la suite de plusieurs opérations mathématiques	59
2.5	Méthodes de calcul d'incertitude et chiffres significatifs.	62
2.6	Résumé sur le calcul d'incertitude.	65
2.7	Exercices.	66

C H A P I T R E **3**

**PRÉSENTATION
DES
OBSERVATIONS**

3.1	Tableau de mesures	72
3.2	Représentation graphique	79
3.2.1	Graphiques obtenus à l'aide d'un appareil enregistreur	79
3.2.2	Présentation d'un graphique cartésien	82
3.2.3	Échelles logarithmiques	89
3.3	Schémas	91
3.3.1	L'observation d'un milieu.	92
3.3.2	Observation au microscope.	93
3.4	Points à retenir pour la présentation des observations.	97
3.5	Exercices.	99

C H A P I T R E 4

UTILISATIONS
D'UN
GRAPHIQUE

4.1	Illustration de la relation entre deux variables et points singuliers.	105
4.1.1	Points singuliers	105
4.1.2	Graphique d'illustration	108
4.2	Lecture d'une valeur et de son incertitude sur un graphique	110
4.2.1	Graphiques obtenus à partir d'appareils enregistreurs	110
4.2.2	Graphiques tracés à partir de mesures, interpolation et extrapolation	111
4.3	Étude de l'équation qui relie deux variables	116
4.3.1	Changement de variable	117
4.3.2	Changement d'échelle	121
4.3.3	Simulations avec l'ordinateur	124
4.4	Détermination graphique des paramètres d'une équation représentée par une droite	128
4.4.1	La pente et son incertitude	128
4.4.2	L'ordonnée à l'origine et le facteur multiplicatif – leur incertitude	132
4.5	Détermination par calculs des paramètres d'une équation représentée par une droite	134
4.5.1	La pente et son incertitude	134
4.5.2	L'ordonnée à l'origine et le facteur multiplicatif – leur incertitude	138
4.6	Exercices	140

C H A P I T R E 5

STRATÉGIE
EXPÉRIMENTALE
ET ANALYSE
DES RÉSULTATS

5.1	Élaboration d'une stratégie expérimentale	145
5.2	Analyse des résultats	148
5.2.1	Les différents types de comparaison	150
5.2.2	Comparaison entre deux mesures égales	150
5.2.3	Comparaison entre deux mesures inégales	151
5.2.4	Exemple d'une comparaison entre trois valeurs	151
5.3	Interprétation de la comparaison	153
5.3.1	Les causes d'erreur	153
5.3.2	Les causes d'incertitude	154

5.4	Diminution de l'incertitude sur une mesure.	154
5.4.1	Déterminer les paramètres pertinents.	155
5.4.2	Comment diminuer l'incertitude?	156
5.4.3	Une leçon d'histoire: mesurer la vitesse du son	157
5.5	Tests statistiques de vérification d'hypothèses . . .	158
5.5.1	Le test du khi-deux	160
5.5.2	Les tests d'hypothèse sur deux moyennes	163
5.5.3	Le test d'hypothèse permettant de vérifier si on peut associer une valeur à un échantillon de grande taille	166
5.6	Exercices.	166

C H A P I T R E **6**

RÉDACTION D'UN RAPPORT DE LABORATOIRE	6.1	Éléments d'un rapport de laboratoire	171
	6.2	Parties prélaboratoires	172
	6.2.1	Introduction	172
	6.2.2	Cadre théorique et méthodologie.	172
	6.2.3	Instrumentation et manipulations	173
	6.3	Observations, calculs et résultats.	174
	6.4	Discussion et conclusion	176
	6.5	Médiagraphie	179
	6.6	Exemple de rapport de laboratoire	180
RÉPONSES AUX EXERCICES			189
INDEX			195

Guide des sciences expérimentales

Quelle stratégie expérimentale choisir en fonction d'un but déterminé ? Comment fait-on l'analyse des résultats d'une expérience ? Quelles sont les règles de la présentation des données en tableaux et en graphiques ? Comment rédige-t-on un bon rapport de laboratoire ?

Cet ouvrage répond clairement à ces questions. Conçu à la fois comme un **outil d'apprentissage** et comme un **ouvrage de référence**, il traite de façon rigoureuse et accessible, avec exemples à l'appui, des **règles** et des **conventions usuelles** relatives à l'**expérimentation scientifique** : observation, calcul d'incertitude, présentations des observations, utilisations d'un graphique, stratégie expérimentale et analyse des résultats, rédaction d'un rapport de laboratoire, exercices et réponses. Il tient compte aussi de l'usage croissant de l'ordinateur chez les étudiants.

JOCELYNE PAGÉ

Professeur de chimie au Collège François-Xavier-Garneau (Québec)

GILLES BOISCLAIR

Professeur de physique au Centre d'études collégiales de Montmagny (Québec)

Avec la collaboration de Richard Mathieu, professeur de biologie au Cégep de Drummondville (Québec)