

Élodie **Martinand-Lurin**
Raymond **Grüber**

40 expériences illustrées de chimie générale et organique

La chimie, une science expérimentale

**EXPÉRIENCES
ET FICHES TECHNIQUES**

LMD

Licence de chimie, Master,
concours de l'enseignement
supérieur et agrégation



de boeck

Élodie **Martinand-Lurin**
Raymond **Grüber**

40 expériences illustrées de chimie générale et organique

La chimie, une science expérimentale

Cet ouvrage regroupe quarante nouvelles manipulations de chimie organique, inorganique et générale. Initialement destiné aux candidats aux concours de l'Éducation Nationale (CAPES, agrégation de Sciences Physiques option physique ou chimie), ce livre s'adresse également aux étudiants de BTS, IUT, CPGE, Licence et Master ainsi qu'aux enseignants du secondaire et du supérieur. Ils y trouveront des manipulations courtes (< 4 h), variées et couvrant de nombreux domaines de la chimie (synthèse organique, caractérisations physico-chimiques, chimie analytique, électrochimie...).

Clés-en-main, ces expériences pourront faire l'objet de séances de travaux pratiques. Ces nouvelles manipulations entièrement exploitées et commentées permettront aussi bien l'illustration de thèmes de montages que de leçons de chimie.

Bien plus qu'un simple recueil de protocoles, cet ouvrage accorde une large part à l'exploitation, à l'interprétation des résultats expérimentaux et à la confrontation entre approches expérimentale et théorique. Chaque manipulation s'accompagne de l'intégralité des résultats expérimentaux obtenus par les auteurs (manipulations réalisées à plusieurs reprises) et de compléments culturels permettant d'approfondir certains points (historique, théorique, pratique...). Pour chaque expérience, les étudiants trouveront des fiches synthétiques regroupant les points clés des techniques expérimentales mises en jeu.



Les «plus»

- Fiches techniques précises et concises, nombreuses illustrations en couleur
- Analyses et exploitations minutieuses des nouvelles manipulations présentées
- Nombreux compléments théoriques, pratiques et culturels
- Informations très accessibles : index par mots-clés, noms des produits.

Élodie Martinand-Lurin, ingénieur chimiste (ENSIACET, Toulouse) spécialité chimie organique fine (ENSCM, Montpellier), titulaire d'un Master Recherche Ingénierie biomoléculaire de l'université Montpellier II, agrégée de Sciences Physiques option chimie, ancienne élève de l'ENS de Cachan, elle prépare une thèse de doctorat en chimie organique à l'Institut de Chimie des Substances Naturelles (Gif-sur-Yvette, Essonne).

Raymond Grüber, titulaire d'un Master Recherche de chimie analytique, physique et théorique de l'université Pierre et Marie Curie (Paris), agrégé de Sciences Physiques option chimie, ancien étudiant de l'ENS de Lyon, il prépare une thèse de doctorat en chimie théorique au laboratoire de chimie de l'ENS de Lyon.

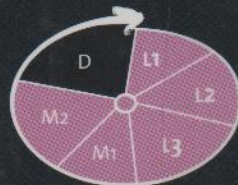
EXPECHI

ISBN : 978-2-8041-7154-4



9 782804 171544

Dans le cadre du nouveau Système Européen de Transfert de Crédits (E.C.T.S.), ce manuel couvre en France les niveaux : Licence 1 - 2 - 3, Master 1-2.
En Belgique : Baccalauréat 1 - 2 - 3, Master 1-2.
En Suisse : Baccalauréat 1 - 2 - 3, Master 1-2.
Au Canada : Baccalauréat 1 - 2 - 3, Master 1-2.



www.deboeck.com

chimie

Table des matières

Préface	V
Avant-propos	VII
Fiches techniques.....	15
Fiche 1. - Potentiométrie.....	16
Fiche 2. - pH-métrie	18
Fiche 3. - Voltampérométrie cyclique.....	20
Fiche 4. - Polarographie sur goutte de mercure.....	22
Fiche 5. - Spectrophotométrie UV-visible.....	24
Fiche 6. - Spectroscopie infrarouge (IR)	26
Fiche 7. - Spectroscopie de fluorescence	28
Fiche 8. - Spectroscopie RMN	30
Fiche 9. - Susceptibilité magnétique	32
Fiche 10. - Température de fusion	34
Fiche 11. - Réfractométrie	36
Fiche 12. - Chromatographie en phase vapeur (CPV).....	38
Fiche 13. - Spectrométrie de masse couplée à la chromatographie en phase vapeur (CPV-SM).....	40
Fiche 14. - Reflux.....	42
Fiche 15. - Chromatographie sur couche mince (CCM).....	44
Fiche 16. - Extraction liquide-liquide.....	46
Fiche 17. - Filtration / Essorage.....	48
Fiche 18. - Recristallisation	50
Fiche 19. - Sublimation	52

Fiche 20. – Colonne de chromatographie	54
Fiche 21. – Distillation simple à pression atmosphérique	56
Fiche 22. – Distillation fractionnée à P_{atm} ou sous pression réduite.....	58
Fiche 23. – Montage de Dean-Stark.....	60
Fiche 24. – Atmosphère inerte.....	62
Fiche 25. – Théorie de Hückel simple	64

Chapitre 1 – Chimie analytique.....67

Manipulation 1. Titration d'une solution contenant des ions Fe^{2+} et Co^{2+}	71
Manipulation 2. Dosage des ions Zn^{2+} dans l'eau.....	80
Manipulation 3. Dosage de la caféine par spectroscopie UV-visible.....	86

Chapitre 2 – Phénomènes d'oxydo-réduction en chimie générale93

Manipulation 4. Électrodeposition du cobalt	97
Manipulation 5. Electrochimie en régime stationnaire : étude du couple $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	103
Manipulation 6. Electrochimie en régime non stationnaire : étude du complexe $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$	118

Chapitre 3 – Méthodes spectroscopiques.....127

Manipulation 7. Suivi cinétique de la décoloration de l'érythrosine B	131
Manipulation 8. Principe et application de la spectroscopie IR en phase condensée.....	141
Manipulation 9. Dosage de l'Aspirine du Rhône® par fluorescence	151
Manipulation 10. Luminescence d'un complexe de terbium.....	157

Chapitre 4 – Réactions acido-basiques en solution aqueuse 163

Manipulation 11. Détermination du $\text{p}K_a$ à l'état excité du 2-naphtol.....	167
Manipulation 12. Diagramme E-pH de l'élément argent.....	175
Manipulation 13. Pouvoir tampon d'un tampon primaire : acide éthanoïque/acétate	182

Chapitre 5 – Chimie des complexes des métaux de transition 189

Manipulation 14. Étude du complexe $[\text{Fe}(\text{SCN})_n]^{(3-n)+}$	193
---	-----

Manipulation 15. Étude des propriétés optiques de quelques complexes	201
Manipulation 16. Propriétés magnétiques de quelques complexes	209
Chapitre 6 – Autour de quelques composés de l'élément azote	215
Manipulation 17. Titration des nitrates d'un engrais	219
Manipulation 18. Titration de l'acétone contenue dans un dissolvant	226
Manipulation 19. Autour de quelques ligands azotés	232
Chapitre 7 – Composés carbonylés	243
Manipulation 20. Addition nucléophile sur une cétone	247
Manipulation 21. Condensation aldolique	254
Manipulation 22. Réaction de Verley-Doebner-Knoevenagel	260
Manipulation 23. Réaction de Wittig, influence du contre-ion	267
Manipulation 24. Réaction d'Horner-Wadsworth-Emmons	276
Chapitre 8 – Composés aromatiques	283
Manipulation 25. Synthèse d'un composé aromatique	287
Manipulation 26. Substitution électrophile aromatique	297
Manipulation 27. Substitution nucléophile aromatique	305
Manipulation 28. Réaction de Sandmeyer	315
Chapitre 9 – Formation de cycles	325
Manipulation 29. Epoxydation	329
Manipulation 30. Synthèse de la tétraphénylcyclopentadiènone	338
Manipulation 31. Réaction de Diels-Alder	347
Chapitre 10 – Catalyse en chimie organique	353
Manipulation 32. Transposition de Beckmann	357
Manipulation 33. Éthérisation catalysée par une zéolithe	365
Manipulation 34. Couplage enzymatique	370
Chapitre 11 – Organométalliques	375
Manipulation 35. Synthèse et titration d'un organomagnésien	379
Manipulation 36. Oxydation par le cuivre de la benzoïne en benzile	385
Manipulation 37. Couplage de Suzuki	392

Chapitre 12 – Composés odorants	399
Manipulation 38. Synthèse de l'acétate de benzyle	403
Manipulation 39. Synthèse du camphre	412
Manipulation 40. Synthèse de l'oct-1-èn-3-ol	419
ANNEXES	427
Annexe 1. Constantes fondamentales et unités usuelles	429
Annexe 2. Énergies de quelques liaisons.....	430
Annexe 3. Constantes d'acidité de quelques acides en solution aqueuse	431
Annexe 4. Quelques indicateurs acido-basiques usuels	432
Annexe 5. Constantes de stabilité des complexes en solution aqueuse	433
Annexe 6. Potentiels standard de quelques couples d'oxydoréduction.....	434
Annexe 7. Diagrammes potentiel-pH.....	435
Annexe 8. Diagrammes de Frost.....	437
Annexe 9. Diagramme de Tanabe-Sugano d ⁶	440
Annexe 10. Tables de caractères	442
Annexe 11. Propriétés physico-chimiques de quelques solvants usuels.....	443
Annexe 12. Table de Spectroscopie Infrarouge (IR)	444
Annexe 13. Table de Spectrométrie RMN ¹ H	445
Annexe 14. Table de Spectrométrie RMN ¹³ C.....	447
Annexe 15. Quelques révélateurs chimiques.....	448
Annexe 16. Nomographe Pression-Température.....	449
Annexe 17. Protection des mains – Compatibilité gants/solvants	450
Annexe 18. Principaux groupes de produits chimiques incompatibles	451
Annexe 19. Mentions de danger et conseils de prudence	452
Annexe 20. Liste des produits utilisés dans les manipulations.....	459
Classification périodique des éléments.....	474