

*l'intègre*

Kévin Moris  
Philippe Hermann  
Yves Le Gall

# Chimie PCSI

## LE COMPAGNON

**Le livre qui vous aide toute l'année**

- L'essentiel du cours
- Les méthodes étape par étape
- Les erreurs à éviter
- Des QCM et des Vrai-Faux
- Des exercices à difficulté progressive
- Des extraits de sujets de concours
- Tous les corrigés détaillés

DUNOD

# Chimie

## PCSI

## LE COMPAGNON



**Kevin Moris**

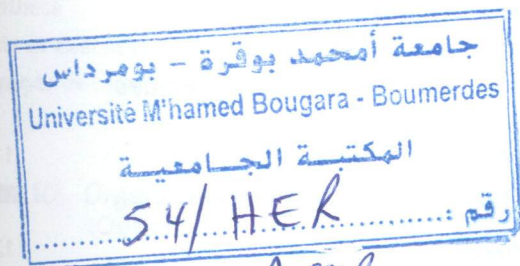
*Professeur de Chimie en PCSI  
au lycée Vaugelas (Chambéry)*

**Philippe Hermann**

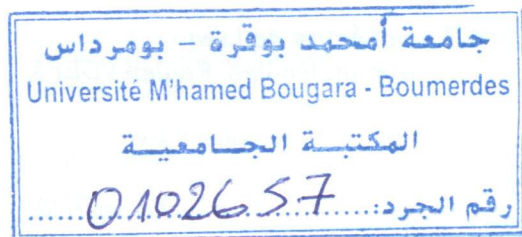
*Professeur de Chimie en PCSI  
au lycée Victor Hugo (Besançon)*

**Yves Le Gall**

*Professeur de Chimie en PCSI  
au lycée Lakanal (Sceaux)*



*1 exp.*



DUNOD

# Table des matières

## 1. Configurations électroniques

- 1.1 Structure d'un atome
- 1.2 Cas de l'atome d'hydrogène
- 1.3 Les nombres quantiques
- 1.4 Atomes polyélectroniques
- 1.5 Schéma de Lewis des atomes
- 1.6 Cas des ions

Synthèse

Tests et exercices

Corrigés des exercices

## 2. Classification périodique des éléments

- 2.1 Présentation rapide
- 2.2 Évolution de quelques propriétés atomiques

Synthèse

Tests et exercices

Corrigés des exercices

## 3. Schémas de Lewis des molécules. Règles VSEPR

- 3.1 La liaison chimique selon Lewis
- 3.2 Représentation de Lewis
- 3.3 Prévion de la géométrie de molécules

Synthèse

Tests et exercices

Corrigés des exercices

## 4. La cinétique du point de vue macroscopique

- 4.1 Vitesses en cinétique chimique
- 4.2 Facteurs influençant la vitesse de réaction
- 4.3 Lois de vitesse et cinétique formelle
- 4.4 Détermination expérimentale des ordres

Synthèse

Tests et exercices

Corrigés des exercices

## 5. La cinétique du point de vue microscopique

- 5.1 Actes élémentaires
- 5.2 Mécanismes réactionnels

Synthèse

Tests et exercices

Corrigés des exercices

## 6. Représentation et nomenclature des molécules organiques

- 6.1 Représentation des molécules
- 6.2 Nomenclature des molécules

Synthèse

Tests et exercices

Corrigés des exercices

## 7. Stéréochimie des molécules organiques

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 7.1 Stéréochimie et isomérie        | 134 |
| 7.2 Isomérie de constitution        | 136 |
| 7.3 Stéréoisomérie de conformation  | 137 |
| 7.4 Stéréoisomérie de configuration | 143 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 154 |
| Tests et exercices     | 155 |
| Corrigés des exercices | 160 |

## 8. Introduction à la réactivité organique

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1 Particularités des réactions en chimie organique         | 166 |
| 8.2 Effets stéréoélectroniques                               | 169 |
| 8.3 Contrôle cinétique, contrôle thermodynamique (option PC) | 174 |
| 8.4 Sélectivité d'une réaction chimique                      | 174 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 177 |
| Tests et exercices     | 178 |
| Corrigés des exercices | 180 |

## 9. Réactivité de la liaison double C=C

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 9.1 Présentation des alcènes et de leur dérivés | 183 |
| 9.2 Réactions d'addition électrophile           | 185 |
| 9.3 Réactions d'addition radicalaire            | 193 |
| 9.4 Réaction d'ozonolyse                        | 195 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 198 |
| Tests et exercices     | 199 |
| Corrigés des exercices | 203 |

## 10. Organomagnésiens mixtes (Option PC)

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 10.1 Présentation des organomagnésiens mixtes | 211 |
| 10.2 Propriétés basiques des organomagnésiens | 214 |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 10.3 Réactions d'additions nucléophiles    | 216 |
| 10.4 Réactions de substitution nucléophile | 222 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 224 |
| Tests et exercices     | 225 |
| Corrigés des exercices | 229 |

## 11. Réactivité de la liaison simple C-X (Option PC)

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 11.1 Présentation des dérivés halogénés    | 236 |
| 11.2 Réactions de substitution nucléophile | 239 |
| 11.3 Réactions d'élimination               | 244 |
| 11.4 Comparaison $S_N/E$                   | 249 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 250 |
| Tests et exercices     | 251 |
| Corrigés des exercices | 255 |

## 12. Réactivité de la liaison simple C-O (Option PC)

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 12.1 Présentation des composés à liaison C-O | 264 |
| 12.2 Synthèse de Williamson des étheroxydes  | 268 |
| 12.3 Synthèse de dérivés halogénés           | 269 |
| 12.4 Synthèse de dérivés éthyléniques        | 271 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 274 |
| Tests et exercices     | 275 |
| Corrigés des exercices | 278 |

## 13. Réactivité de la liaison simple C-N (Option PC)

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 13.1 Présentation des composés à liaison C-N | 284 |
| 13.2 Basicité des amines                     | 287 |
| 13.3 Réactivité nucléophile : alkylation     | 288 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 290 |
| Tests et exercices     | 291 |
| Corrigés des exercices | 295 |

## 14. Équilibres acido-basiques. Détermination de l'état d'équilibre d'une solution aqueuse 302

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| 14.1 Définitions préliminaires                                   | 302 |
| 14.2 Constante d'équilibre : $K_T^0$                             | 305 |
| 14.3 Quotient de réaction et constante d'équilibre               | 307 |
| 14.4 Réactions acido-basiques                                    | 307 |
| 14.5 Force d'un acide ou d'une base                              | 308 |
| 14.6 Couples acido-basiques de l'eau – Effet nivelant du solvant | 309 |
| 14.7 Diagrammes de prédominance et de distribution               | 310 |
| 14.8 Prévion du sens d'échange du proton                         | 312 |
| 14.9 Calculs de pH                                               | 315 |
| 14.10 Application à un dosage acido-basique                      | 326 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 329 |
| Tests et exercices     | 331 |
| Corrigés des exercices | 335 |

## 15. Les réactions de complexation 341

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 15.1 Échange de cations et d'anions                             | 341 |
| 15.2 Constantes d'équilibre                                     | 342 |
| 15.3 Diagramme de prédominance – Diagramme de distribution      | 344 |
| 15.4 Prévion du sens d'échange de la particule                  | 346 |
| 15.5 Détermination de l'état d'équilibre d'une solution aqueuse | 347 |
| 15.6 Notion de réaction prépondérante généralisée               | 351 |
| 15.7 Titration complexométrique                                 | 353 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 355 |
| Tests et exercices     | 356 |
| Corrigés des exercices | 361 |

## 16. Les réactions de précipitation 369

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 16.1 Échange de cations et d'anions                                 | 369 |
| 16.2 Équilibre solide / espèces en solution – constante d'équilibre | 370 |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 16.3 Effet d'ion commun – Influence sur la solubilité | 374 |
| 16.4 Dosage par précipitation                         | 375 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 377 |
| Tests et exercices     | 378 |
| Corrigés des exercices | 381 |

## 17. Les réactions d'oxydo-réduction 389

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| 17.1 Échange d'électrons                                 | 389 |
| 17.2 Définitions fondamentales                           | 390 |
| 17.3 Nombres d'oxydation                                 | 390 |
| 17.4 Cellule électrochimique                             | 395 |
| 17.5 Pile électrochimique                                | 395 |
| 17.6 Potentiel d'électrode ou potentiel d'oxydoréduction | 396 |
| 17.7 Relation de Nernst                                  | 397 |
| 17.8 Prévion des réactions rédox                         | 397 |
| 17.9 Méthode de la réaction prépondérante                | 399 |
| 17.10 Calcul d'un potentiel standard inconnu             | 400 |
| 17.11 Dosage rédox                                       | 402 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 404 |
| Tests et exercices     | 405 |
| Corrigés des exercices | 409 |

## 18. Thermodynamique des systèmes chimiques 415

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| 18.1 Modèles d'étude des transformations           | 416 |
| 18.2 États standard, grandeurs molaires standard   | 419 |
| 18.3 Grandeurs standard de réaction                | 422 |
| 18.4 Application : étude des transferts thermiques | 428 |
| 18.5 Formation d'un constituant physico-chimique   | 432 |
| 18.6 Thermochimie de quelques transformations      | 436 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Synthèse               | 439 |
| Tests et exercices     | 440 |
| Corrigés des exercices | 446 |

|                                                               |     |                                                                  |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>19. Chimie quantique (Option PC)</b>                       | 454 | <b>21.2 Définitions de base</b>                                  | 502 |
| 19.1 Retour à l'atome d'hydrogène                             | 454 | <b>21.3 Cristaux métalliques</b>                                 | 504 |
| 19.2 Les espèces hydrogénoïdes                                | 458 | <b>21.4 Les cristaux ioniques</b>                                | 513 |
| 19.3 Les atomes polyélectroniques                             | 458 | <b>21.5 Les cristaux covalents</b>                               | 519 |
| 19.4 Les molécules diatomiques homonucléaires                 | 461 | <b>21.6 Les cristaux moléculaires</b>                            | 521 |
| Synthèse                                                      | 472 | <b>Synthèse</b>                                                  | 523 |
| Tests et exercices                                            | 474 | <b>Tests et exercices</b>                                        | 524 |
| Corrigés des exercices                                        | 478 | <b>Corrigés des exercices</b>                                    | 528 |
| <br>                                                          |     | <br>                                                             |     |
| <b>20. Existence des forces intermoléculaires (Option PC)</b> | 484 | <b>Fiches méthode</b>                                            | 533 |
| 20.1 Forces de Van der Waals                                  | 484 | 1. Déplacements d'électrons : le formalisme des flèches          | 533 |
| 20.2 Liaison hydrogène                                        | 490 | 2. Comment écrire un mécanisme réactionnel en chimie organique ? | 535 |
| Synthèse                                                      | 494 | 3. Méthode de la réaction prépondérante                          | 537 |
| Tests et exercices                                            | 495 | 4. Comment bien travailler en prépa ?                            | 538 |
| Corrigés des exercices                                        | 498 | 5. Comment bien rédiger une copie ?                              | 540 |
| <br>                                                          |     | <br>                                                             |     |
| <b>21. Éléments de cristallographie (Option SI)</b>           | 501 | <b>Index</b>                                                     | 543 |
| 21.1 L'état solide cristallin                                 | 501 | <br>                                                             |     |
|                                                               |     | <b>Classification périodique des éléments</b>                    | 549 |