



Plans
Chimie

SUJETS

| | |
|---|----|
| 1. Séparation | 2 |
| 2. Liaisons | 3 |
| 3. Caractérisations | 4 |
| 4. Stéréoisomérisation | 5 |
| 5. Solvants | 6 |
| 6. Solutions | 7 |
| 7. Solubilité | 8 |
| 8. Conductivité | 9 |
| 9. Mélanges binaires | 10 |
| 10. Proportions et stœchiométrie | 11 |
| 11. Équilibre chimique | 12 |
| 12. Évolution d'un système chimique | 13 |
| 13. Conversion d'énergie lors des transformations chimiques | 14 |
| 14. Oxydo-réductions | 15 |
| 15. Dispositifs électrochimiques | 16 |
| 16. Solides | 17 |
| 17. Métaux | 18 |
| 18. Acidité | 19 |
| 19. Complexes | 20 |
| 20. Polymères | 21 |
| 21. Cinétique chimique | 22 |
| 22. Catalyse | 23 |
| 23. Mécanismes réactionnels | 24 |
| 24. Électrophilie et nucléophilie | 25 |
| 25. Couleur | 26 |
| 26. Modification de groupes fonctionnels | 27 |
| 27. Modification de la chaîne carbonnée | 28 |
| 28e. Périodicité des propriétés | 29 |
| 28m. Spectroscopies | 30 |

1. SÉPARATION

Exposé

I. Introduction

Importance en chimie. Différentes méthodes basées sur la densité, l'état physique, la température d'ébullition, la solubilité, l'affinité [1].

II. Concept scientifique - Hydrodistillation et utilisation des propriétés d'un hétéroazéotrope

PC/PC*.

1. Lecture d'un diagramme binaire avec miscibilité nulle, application à l'hydrodistillation [2,3].
2. Distillation hétéroazéotropique, montage de Dean-Stark [2].
3. Application : calcul de la quantité de toluène à utiliser pour la synthèse d'énamine (par exemple dans les applications de [2]).

III. Aspect pédagogique - Méthodes de séparation en cycle 4

Cycle 4, cinquième.

1. Vocabulaire.
2. Mélanges hétérogènes : activité expérimentale (investigation) sur la filtration (et indirectement sur la décantation).
3. Mélanges homogènes : distillation (reprise de notions vues précédemment pour expliquer le fonctionnement du montage) et chromatographie (activité expérimentale).

Montage

I. Extractions simples

1. Extraction du diiode de la bétadine par le cyclohexane [4].
2. Distillation d'un mélange eau-acétone.

II. Réaction de Cannizzaro

- Extraction liquide-liquide, filtration de la phase séchée, évaporation du solvant, recristallisation [5].

III. Synthèse d'un ester avec un montage de Dean-Stark

- Montage et intérêt du Dean-Stark, lavage et séparation des phases [6].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [4] T. Dulaurans, M. Giacino, et J. Calafell, *Physique-chimie 2de* (Hachette éducation, Paris, 2014).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).

2. LIAISONS

Exposé

I. Introduction

Différents types de liaisons intramoléculaires (métallique, covalente, ionique) et ordres de grandeurs [1]. Pareil pour les liaisons intermoléculaires (van der Waals, liaison hydrogène).

Modèle de Lewis puis modèle orbitalaire.

II. Concept scientifique - Construction d'orbitales moléculaires

PC/PC*.

1. Principe (approximation de Born-Oppenheimer, CLOA) [2,3].
2. Énergie, recouvrement .
3. Diagramme d'énergie de H_2 .
4. Combinaison de fragments : diagramme de l'eau [2].

III. Aspect pédagogique - Modélisation de molécules et de réactions chimiques

Cycle 4, quatrième.

1. Activité documentaire de découverte : les molécules sont des combinaisons d'atomes liés entre eux [7].
2. Activité expérimentale : construction de molécules à partir de modèles moléculaires (le nombre et l'orientation des liaisons dépend du type d'atome).
3. Modélisation des transformations comme ruptures et créations de liaisons (activité avec modèles de molécules).

Montage

I. Création/modification et identification de liaisons

1. Synthèse de l'aspirine [6,8] (réaction, CCM, IR).
2. Création de liaisons C-C : polymérisation du styrène [5,6,9] (OU synthèse du bromure de phénylmagnésium [5,10] suivie de la synthèse du triphénylméthanol [5]).

II. Liaisons intermoléculaires

- Températures de fusion des acides maléique et fumarique [5].

III. Mesure de l'enthalpie de dissolution de Na_2CO_3

- Valeur en eau du calorimètre, détermination de $\Delta_r H^\circ$ [8].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [7] B. Fray, *Physique chimie Cycle 4* (lelivrescolaire.fr, Lyon, 2017).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).
- [9] J.P. Bayle, *400 manipulations commentées de chimie organique, volume 2, de l'expérience au concept* (Ellipses, Paris, 2007).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [10] É. Martinand-Lurin et R. Grüber, *40 expériences illustrées de chimie générale et organique* (De Boeck, Bruxelles, 2012).

3. CARACTÉRISATIONS

Exposé

I. Introduction

Importance de l'identification après synthèse ou extraction. Différentes méthodes :

- physiques (T_{fus} , indice de réfraction, densité, CCM, spectroscopie) ;
- chimiques (pourcentage massique, présence de groupes fonctionnels...).

II. Concept scientifique - Spectroscopies IR, UV-visible et RMN

PCSI. Par ordre croissant de données pouvant être retirées du spectre concernant sa structure...

1. Spectroscopie UV-visible, principe de la spectroscopie (informations sur la délocalisation électronique, groupe chromophore, exemple) [3,11,12].
2. Spectroscopie IR (loi de Hooke [11], symétrie [3] et exemple).
3. Spectroscopie RMN (principe[3,11,12], exemple).

Voir exercices des références pour les exemples.

III. Aspect pédagogique - Tests d'identification

Cycles 3 et 4, sixième, cinquième, quatrième et troisième.

1. Tests d'identification : activités expérimentales [13] sur la découverte et l'utilisation du sulfate de cuivre anhydre.
2. Activité expérimentale : utilisation des tests d'identification pour établir le bilan d'une combustion (combustion du carbone en quatrième).
3. Identification d'ions dans le bilan d'une oxydoréduction (mélange acide-fer).

Montage

I. Tests caractéristiques

Faire précéder les tests de l'oxydation d'un alcool pour déterminer sa classe [14].

1. Test à la DNPH pour identifier le groupe carbonyle [8].
2. Test à la liqueur de Fehling [5].

II. Caractérisation après synthèse

1. Synthèse de l'aspirine [6,8] (CCM, IR, T_{fus}).
2. Déshydratation du cyclohexanol [6] (indice de réfraction, IR, $T_{\text{éb}}$).

Bibliographie

- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzien, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [13] A. Brun, *Physique chimie : cycle 4, 5e, 4e, 3e : programme 2016* (Bordas, Paris, 2017).
- [14] T. Dulaurans, *Physique chimie 1re S* (Hachette éducation, Paris, 2011).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).

4. STÉRÉOISOMÉRIE

Exposé

I. Introduction

Définition [12]. Conformère et représentation. Énantiomères, nomenclature et propriétés. Diastéréoisomères...

Importance en chimie [1].

II. Concept scientifique - Conformation du cyclohexane et application

PCSI.

1. Géométrie et conformation du cyclohexane [11,12].
2. Positions axiales et équatoriales [11,12].
3. Cyclohexane substitué [11,12].
4. Formation de l'hémiacétal du glucose [15] OU élimination- β E2 sur un cyclohexane halogéné [11,12].

III. Aspect pédagogique - Stéréoisomérisation et représentation de Cram

Terminale S.

1. Activités expérimentales : passage du modèle moléculaire à la représentation de Cram, identification de molécules chirales avec un modèle moléculaire et un miroir [16].
2. Relations de stéréoisomérisation [16].
3. Exercices (passage d'une formule topologique à la représentation de Cram pour identifier les éventuels centres stéréogènes).

Montage

I. Diastéréoisomérisation

1. Isomérisation photochimique de l'azobenzène [17].
2. Températures de fusion des acides maléique et fumarique [5].

II. Mutarotation du glucose

- Loi de variation du pouvoir rotatoire [5].

III. Synthèse

1. Synthèse du complexe nickel-*ophen*, formation des paires diastéréoisomères, mesure du pouvoir rotatoire [18].
2. Réduction du benzile, point de fusion [5].

Bibliographie

- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PC SI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [15] R. Brückner, *Mécanismes réactionnels en chimie organique : méthodes synthétiques, stéréochimie et réactions modernes* (De Boeck Université, Paris Bruxelles, 1999).
- [16] T. Dulaurans et A. Durupthy, *Physique chimie TS, enseignement spécifique* (Hachette éducation, Paris, 2000).
- [17] V. Provost et B. Richoux, *Physique-chimie 1re S* (Nathan, 2011).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).

5. SOLVANTS

Exposé

I. Introduction

Définition. Interactions mises en jeu [1, 11], moment dipolaire, solvant protique vs non protique, constante diélectrique, influence sur la réactivité.

II. Concept scientifique - Influence du solvant dans les substitutions nucléophiles et les éliminations β

PCSI.

1. Postulat de Hammond [11,12,15].
2. Profil d'énergie de la S_N1 et effet du solvant.
3. Profil d'énergie de la S_N2 et effet du solvant.
4. Cas de l'élimination β .
5. Classes de solvant [11].

III. Aspect pédagogique - Extraction liquide-liquide

Première S.

1. Activité expérimentale : extraction d'un acide carboxylique [14].
2. Exercice d'application (explication des étapes d'une synthèse et rôle des solvants [14]).
OU Dissolution d'un sucre dans un café (**cycle 4, cinquième**).

Montage

I. Limites et caractéristiques du solvant

1. Constante de partage du diiode entre deux solvants [8].
2. Constante de solubilité d'AgCl [19,20].

II. Intérêt en synthèse

1. Esterification avec un Dean-Stark [6].
2. Recristallisation de l'aspirine [6,8].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PCPSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [15] R. Brückner, *Mécanismes réactionnels en chimie organique : méthodes synthétiques, stéréochimie et réactions modernes* (De Boeck Université, Paris Bruxelles, 1999).
- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [14] T. Dulaurans, *Physique chimie 1re S* (Hachette éducation, Paris, 2011).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).
- [19] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Réd-Ox. Réussir, exploiter et commenter 81 manipulations de chimie : fiches pratiques*, 2 édition (De Boeck, Bruxelles, 2011).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).

6. SOLUTIONS

Exposé

I. Introduction

Définition [1].

Solutions liquide et solides. Solutions réelles et idéales.

Solubilité (dépend de la température, du pH, des ions communs, de réactions de complexations...).

Interaction soluté-solvant au niveau microscopique. Importance du choix du solvant.

II. Concept scientifique - Réalisation d'une solution tampon

PCSI.

1. Définition [11].
2. Pouvoir tampon.
3. Réalisation d'une solution tampon [21].
4. Application : dosage *edta* [21].

III. Aspect pédagogique - Préparation d'une solution

Seconde. Discussion du mode opératoire et présentation avec le matériel.

1. Par dissolution d'un solide.
2. Par dilution.
3. Précision.

Montage

I. Solution ionique et conductivité

1. Solvatation relative des cations alcalins, loi de Kohlrausch [20].
2. Application : dosage du DesTop par conductimétrie [21].

II. Solubilité

1. Saturation (qualitatif) : montrer la limite de solubilité du sulfate de cuivre [22].
2. Constante de solubilité du complexe AgCl [19,20].

III. Solution tampon

- Pouvoir tampon [20].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzien, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [21] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Acide-Base. Réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie : fiches pratiques* (De Boeck, Bruxelles, 2009).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [22] J.F. Le Maréchal et B. Nowak-Leclercq, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 1. Chimie générale* (Dunod, Paris, 2004).
- [19] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Réd-Ox. Réussir, exploiter et commenter 81 manipulations de chimie : fiches pratiques*, 2 édition (De Boeck, Bruxelles, 2011).

7. SOLUBILITÉ

Exposé

I. Introduction

Définition. Équilibre et constante associée. Dépendance de différents facteurs (température, structure, volume, force ionique, ions communs, complexation) [1].

II. Concept scientifique - Facteurs influençant la solubilité

PCSI.

1. Définition, interactions intermoléculaires [11].
2. Produit de solubilité et (condition de précipitation).
3. Influence de la température (loi de Van't Hoff [3]).
4. Influence de la complexation (exemple : ajout d'*edta* pour dissoudre BaF_2 [11]).

III. Aspect pédagogique - Dissolution du sucre dans un café

Cycle 4, cinquième. Démarche scientifique - tâche complexe : combien de sucres peut-on dissoudre dans un café ?

1. Contexte, thématique.
2. Problématique. Appropriation par les élèves.
3. Activité expérimentale.
4. Exploitation, vocabulaire.
5. Exercices [7], évaluation.

Montage

I. Influence de différents facteurs

1. Solvant : constante de partage du diiode entre deux solvants [8].
2. Ions communs [23].
3. (Complexation [22,23]).

II. Thermodynamique

- Constante de solubilité d' AgCl [19,20].

III. Application en chimie organique

- Recristallisation de l'aspirine [6,8].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PC SI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [7] B. Fray, *Physique chimie Cycle 4* (lelivrescolaire.fr, Lyon, 2017).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).
- [23] 100 manipulations de chimie organique et inorganique, *Mesplède, Jacques and Saluzzo, Christine* (Bréal, 2002).
- [22] J.F. Le Maréchal et B. Nowak-Leclercq, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 1. Chimie générale* (Dunod, Paris, 2004).
- [19] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Réd-Ox. Réussir, exploiter et commenter 81 manipulations de chimie : fiches pratiques*, 2 édition (De Boeck, Bruxelles, 2011).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).

8. CONDUCTIVITÉ

Exposé

I. Introduction

Conductivité d'une solution électrolytique (force de Coulomb, mobilité de l'ion, densité de courant et conductivité [1,20]).
Conductivités molaires et loi de Kohlrausch. Principe du conductimètre [20].

II. Concept scientifique - Étude cinétique de la saponification de l'acétate d'éthyle

PCSI. Présenter les mesures expérimentales (le mode opératoire est dans [18,20]).

1. Suivi de la réaction par conductimétrie [11,20].
2. Détermination de l'ordre globale de la réaction [20].
3. Détermination de l'ordre partiel pour l'ion hydroxyde [20].

III. Aspect pédagogique - Titration conductimétrique

Terminale S.

1. Activité expérimentale : mise en évidence de la loi de Kohlrausch (dosage du sérum physiologique par étalonnage [16]).
2. Activité expérimentale : application au dosage de la basicité du DesTop [16,21].
3. Dosage conductimétrique vs pHmétrique.

Montage

I. Loi de Kohlrausch

- Vérification de la loi de Kohlrausch [8].

II. Applications

1. Dosage de la basicité du DesTop [21].
2. Suivi cinétique de la saponification de l'acétate d'éthyle [18].
3. Détermination du K_s de CaSO_4 [20,22].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [16] T. Dulaurans et A. Durupthy, *Physique chimie TS, enseignement spécifique* (Hachette éducation, Paris, 2000).
- [21] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Acide-Base. Réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie : fiches pratiques* (De Boeck, Bruxelles, 2009).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).
- [22] J.F. Le Maréchal et B. Nowak-Leclercq, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 1. Chimie générale* (Dunod, Paris, 2004).

9. MÉLANGES BINAIRES

Exposé

I. Introduction

Différents types de mélanges (gaz, liquides, solides, solutions).

Diagrammes de phases. Relation de Gibbs pour la variance [1, 3] (ou degrés de liberté [2]). Théorème des moments chimiques [2,3]. Exemples avec description (courbe d'ébullition et de rosée).

II. Concept scientifique - Diagramme binaire liquide-vapeur et applications

PC/PC*.

1. Lecture et construction d'un diagramme binaire [1,3,11].
2. Diagramme binaire avec miscibilité nulle, application à l'hydrodistillation [2,3].
3. Distillation hétéroazéotropique, montage de Dean-Stark [2].

III. Aspect pédagogique - Tracé de la courbe d'ébullition du mélange eau-sel

Cycle 4, cinquième.

1. Prérequis, contexte : le tracé de la courbe pour l'eau pure a été fait en classe.
2. Activité expérimentale : tracé de la courbe d'ébullition du mélange eau-sel (préparation, expérience, tracé, évaluation).
3. Bilan et exercices.

Montage

I. Étude du mélange binaire eau-éthanol

- Détermination des volumes molaires partiels [18].

II. Séparation de mélanges binaires

- Distillation fractionnée du mélange eau-acétone.

III. Application des mélanges binaires

- Déplacement d'équilibre dans l'esterification [6].

Bibliographie

- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzien, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).

10. PROPORTIONS ET STœCHIMÉTRIE

Exposé

I. Introduction

Omniprésence en chimie (quantité de matière).

Conservation de la matière, de la masse et loi de Dalton [1].

Avancement d'une réaction chimique, équilibre, mélanges. Effet des proportions sur la cinétique.

II. Concept scientifique - Les cristaux ioniques

PCSI.

1. Modèle des sphères dures (cfc et hc) [3,11,24].
2. Chlorure de césium (CsCl) : coordination, stabilité, compacité.
3. Chlorure de sodium (CsCl).
4. Sulfure de zinc (ZnS).
5. Règle du rapport des rayons [3].

III. Aspect pédagogique - Modélisation d'une transformation chimique

Cycle 4, quatrième.

1. Présentation et prérequis (expérience de combustion).
2. Équations de réaction (sous forme de bilan de matière avec des modèles en papier).
3. Exercice et évaluation [25].

Montage

I. Proportions dans les réactions chimiques

- Titration conductimétrique du DesTop [21].

II. Utilisation en synthèse

1. Déplacement de l'équilibre d'une estérification par le montage de Dean-Stark [6].
2. Aldolisation croisée [26].

III. Détermination de la stœchiométrie d'un complexe

- Utilisation de la méthode de Job pour déterminer la stœchiométrie du complexe fer (II) - orthophénantroline [18].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [24] P. Grécias, *Chimie : 2de année PC PC** (Editions Tec & Doc, Paris, 2004).
- [25] N. Franchot, *Physique chimie 4e* (lelivrescolaire.fr, Lyon, 2017).
- [21] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Acide-Base. Réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie : fiches pratiques* (De Boeck, Bruxelles, 2009).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [26] B.L. Hawbecker, D.W. Kurtz, T.D. Putnam, P.A. Ahlers, et G.D. Gerber, The aldol condensation : a simple teaching model for organic laboratory, *Journal of chemical education* **55**(8), 540–541 (1978).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).

11. ÉQUILIBRE CHIMIQUE

Exposé

I. Introduction

Définition d'un système chimique [1]. Équilibre et évolution selon l'entropie.

II. Concept scientifique - Réponses d'un équilibre à un changements des conditions

PCSI. Insister sur le début de l'exposé (par rapport à celui sur l'évolution d'un équilibre).

1. Quotient réactionnel (activité d'un constituant, sens d'évolution) [11].
2. Constante standard d'équilibre (exemple sur la synthèse de l'ammoniac) [3].
3. Réponse à un changement de température (même exemple) [3].

III. Aspect pédagogique - Détermination du pK_a d'un couple

Terminale S.

1. Activité expérimentale évaluée [27].
2. Attendus aux questions et à la partie expérimentale.
3. Barème.

Montage

I. Constante d'équilibre

1. Détermination de la stœchiométrie et de la constante d'équilibre du complexe diamine-argent [20].
2. Détermination du pK_A du couple acide acétique-ion acétate [21].

II. Déplacement d'équilibre

- Esterification avec un montage de Dean-Stark [6].

III. Pouvoir tampon

- Utilisation d'un équilibre acide-base pour maintenir le pH [20].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [27] M. Ruffenach, T. Cariat, et V. Mora, *Physique Chimie Collection Espace Terminale S - Programme 2012* (Bordas, 2012).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [21] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Acide-Base. Réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie : fiches pratiques* (De Boeck, Bruxelles, 2009).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).

12. ÉVOLUTION D'UN SYSTÈME CHIMIQUE

Exposé

I. Introduction

Définition d'un système chimique [1]. Équilibre et évolution selon l'entropie.

Critère d'évolution selon le signe de la variation de l'énergie de Gibbs en fonction de l'avancement [3].

Influence de la cinétique et nécessité d'ajuster certains paramètres pour modifier l'état d'équilibre.

II. Concept scientifique - Réponses d'un équilibre à un changements des conditions

PC/PC*.

1. Constante standard d'équilibre (exemple sur la synthèse de l'ammoniac) [3].
2. Réponse à un changement de température (même exemple) [3].
3. Réponse à un changement de pression (même exemple) [2,3].

III. Aspect pédagogique - Modélisation d'une transformation chimique

Cycle 4, quatrième.

1. Présentation et prérequis (expérience de combustion).
2. Équations de réaction (sous forme de bilan de matière avec des modèles en papier).
3. Exercice et évaluation [25].

Montage

I. Thermodynamique

1. Esterification avec un montage de Dean-Stark [6].
2. Pouvoir tampon [20].

II. Cinétique

1. Mutarotation du glucose [5].
2. Suivi cinétique de l'iodation de l'acétone par spectro [18].
3. Cinétique de la saponification de l'acétate d'éthyle [18].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [25] N. Franchot, *Physique chimie 4e* (lelivrescolaire.fr, Lyon, 2017).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).

13. CONVERSION D'ÉNERGIE LORS DES TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

Exposé

I. Introduction

Origine de l'énergie chimique (niveaux excités, liaisons, énergie cinétique ou potentielle).

Types de conversion possibles : chimique-thermique, thermique-chimique, électromagnétique-chimique, chimique-électromagnétique, électrique-chimique, chimique-électrique [1]...

II. Concept scientifique - Température de flamme

PC/PC*.

1. État standard et états de référence [2,3].
2. Cycles thermodynamiques et loi de Hess.
3. Application : température de combustion du méthane (voir exercice d'application sur le biogaz dans [2]).

III. Aspect pédagogique - Pile électrochimique

Cycle 4, troisième.

1. Activité expérimentale : mise en évidence de la possibilité de transformer l'énergie chimique en énergie électrique (mesure de T lors de la réaction acide-fer, identification des produits de la réaction).
2. Fabrication d'une pile (vidéos sur Volta et Ampère, puis fabrication d'une pile avec pièces de cuivre et rondelles d'aluminium).
3. Diagramme bilan d'énergie.

Montage

I. Conversion chimique-thermique

– Enthalpie de la réaction $H^+ + HO^- \rightarrow H_2O$ [21].

II. Conversion chimique-électrique

1. Pile Daniell [22,28].
2. Electrolyse d'une solution de sulfate de zinc [19].
3. (Charge d'un accumulateur au plomb [22].)

III. Autres conversions

– Isomérisation photochimique de l'azobenzène [17].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [21] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Acide-Base. Réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie : fiches pratiques* (De Boeck, Bruxelles, 2009).
- [22] J.F. Le Maréchal et B. Nowak-Leclercq, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 1. Chimie générale* (Dunod, Paris, 2004).
- [28] J. Sarrazin et M. Verdaguer, *L'oxydoréduction : concepts et expériences* (Ellipses Marketing, Paris, 1997).
- [19] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Réd-Ox. Réussir, exploiter et commenter 81 manipulations de chimie : fiches pratiques*, 2 édition (De Boeck, Bruxelles, 2011).
- [17] V. Provost et B. Richoux, *Physique-chimie 1re S* (Nathan, 2011).

14. OXYDO-RÉDUCTIONS

Exposé

I. Introduction

Nombre d'oxydation (inorga et orga) [1, 12, 19, 28]. Oxydoréduction : définition, exemples. Potentiels d'électrodes. Aspect cinétique.

II. Concept scientifique - Formule de Nernst

PC/PC*.

1. Établissement de la relation de Nernst [2,3].
2. Potentiels d'électrode et mesure [3,11].
3. Prédiction du sens d'une réaction d'oxydo-réduction [11].

III. Aspect pédagogique - Combustion

Cycle 4, quatrième.

1. Expérience de combustion (carbone pour les élèves, butane pour le professeur).
2. Équations de réaction (sous forme de bilan de matière avec des modèles en papier).
3. Exercice et évaluation [25].

Montage

I. En chimie minérale

1. Pile Daniell [22,28].
2. Dosage du dioxygène dans l'eau : méthode Winkler [19,22].

II. En chimie organique

1. Réduction du benzile [5].
2. (Réaction de Cannizzaro [5]).

Bibliographie

- [19] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Réd-Ox. Réussir, exploiter et commenter 81 manipulations de chimie : fiches pratiques*, 2^e édition (De Boeck, Bruxelles, 2011).
- [28] J. Sarrazin et M. Verdagner, *L'oxydoréduction : concepts et expériences* (Ellipses Marketing, Paris, 1997).
- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6^e édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1^e édition (De Boeck, 2018).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4^e édition (De Boeck, 2013).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2^e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1^{re} année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [25] N. Franchot, *Physique chimie 4e* (lelivrescolaire.fr, Lyon, 2017).
- [22] J.F. Le Maréchal et B. Nowak-Leclercq, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 1. Chimie générale* (Dunod, Paris, 2004).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).

15. DISPOSITIFS ÉLECTROCHIMIQUES

Exposé

I. Introduction

Définition : conversion entre énergie chimique et électrique ou étude du potentiel électrochimique d'un système (ou du courant entre deux systèmes). Réactions d'oxydo-réduction [1,2,28].

Systèmes les plus courants (pile, électrolyseur, électrodes). Anode et cathode. Aspect thermodynamique et cinétique.

II. Concept scientifique - Courbe intensité-potentiel appliquée à l'électrolyse de NaCl

PC/PC*.

1. Intensité et vitesse de réaction [2].
2. Montage à trois électrodes.
3. Allure de la courbe $i = f(E)$, limitation par le transfert de charge, limitation par la diffusion (sur des exemples).
4. Application : électrolyse du chlorure de sodium (exercices d'application de [2]).

III. Aspect pédagogique - Pile électrochimique

Cycle 4, troisième.

1. Activité expérimentale : mise en évidence de la possibilité de transformer l'énergie chimique en énergie électrique (mesure de T lors de la réaction acide-fer, identification des produits de la réaction).
2. Fabrication d'une pile (vidéos sur Volta et Ampère, puis fabrication d'une pile avec pièces de cuivre et rondelles d'aluminium).
3. Diagramme bilan d'énergie.

Montage

I. Montage à trois électrodes

1. Courbe intensité-potentiel des couple de l'eau en milieu acide par voltampérométrie [19,28].
2. Courbe intensité-potentiel d'un couple rapide [19,28].

II. Dosage potentiométrique

- Détermination du K_s d'AgCl [19,20].

III. Pile Daniell

- Caractéristique de la pile Daniell [22,28].

Bibliographie

- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC**, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014 (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [28] J. Sarrazin et M. Verdagner, *L'oxydoréduction : concepts et expériences* (Ellipses Marketing, Paris, 1997).
- [19] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Réd-Ox. Réussir, exploiter et commenter 81 manipulations de chimie : fiches pratiques*, 2 édition (De Boeck, Bruxelles, 2011).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [22] J.F. Le Maréchal et B. Nowak-Leclercq, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 1. Chimie générale* (Dunod, Paris, 2004).

16. SOLIDES

Exposé

I. Introduction

État de la matière. Présence de solides dans de nombreux matériaux [1].

Types de solides (métalliques, covalents, ioniques, moléculaires) et liaisons correspondantes [11]. Propriétés physiques. Empilements, réseau cristallin.

II. Concept scientifique - Les cristaux ioniques

PCSI.

1. Modèle des sphères dures (cfc et hc) [3,11,24].
2. Chlorure de césium (CsCl) : coordination, stabilité, compacité.
3. Chlorure de sodium (CsCl).
4. Sulfure de zinc (ZnS).
5. Règle du rapport des rayons [3].

III. Aspect pédagogique - Céramiques

Terminale S, spécialité.

1. Activité documentaire de découverte sur les céramiques [29].
 2. Exercice d'application sur le module de Young [29].
 3. Activité documentaire : analyse et synthèse de documents sur les plastiques [30].
- OU Mesure de la densité d'un solide (cycle 4, cinquième).

Montage

I. Solubilité

- Constante de solubilité d' AgCl [19,20].

II. Métaux

- Protection contre la corrosion par dépôt de zinc [19] OU diagramme d'Evans [19,20].

III. Synthèse

1. Synthèse de l'aspirine (recristallisation, température de fusion, IR) [6,8].
2. (Synthèse du polystyrène, IR [5,6<bayle,blanchard,marechal-2>]).

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzien, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [24] P. Grécias, *Chimie : 2de année PC PC** (Editions Tec & Doc, Paris, 2004).
- [29] M. Ruffenach, *Physique chimie Terminale S : enseignement de spécialité, programme 2012* (Bordas, Paris, 2012).
- [30] T. Dulaurans et A. Durupthy, *Physique chimie TS, enseignement de spécialité* (Hachette éducation, Paris, 2012).
- [19] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Réd-Ox. Réussir, exploiter et commenter 81 manipulations de chimie : fiches pratiques*, 2 édition (De Boeck, Bruxelles, 2011).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).

17. MÉTAUX

Exposé

I. Introduction

Définition d'un métal [1]. Propriétés, liaison métallique, potentiels standards. Classification périodique.

Oxydation, corrosion [28].

II. Concept scientifique - Les cristaux métalliques

PCSI.

1. Modèle des sphères dures (cfc et hc) [3,11].
2. Propriétés des mailles (population, coordinance, compacité).
3. Interstices et sites cristallographiques.
4. Alliages : substitution (exemple Ag, Au [11]) ou insertion.

III. Aspect pédagogique - Action d'un acide sur le fer

Cycle 4, troisième.

1. Activité expérimentale : évolution de la température lors de la réaction acide fer.
2. Activité expérimentale : détermination du bilan de la réaction par tests d'identification.
3. Équation de la réaction.

OU Mesure de la densité d'un métal (cycle 4, cinquième).

Montage

I. Utilisation en synthèse organique

– Synthèse du bromure de phénylmagnésium [5,10] suivie de la synthèse du triphénylméthanol [5].

II. Complexes

– Utilisation de la méthode de Job pour déterminer la stœchiométrie du complexe fer (II) - orthophénantroline [18].

III. Corrosion

1. Diagramme d'Evans [19,20].
2. Protection contre la corrosion par dépôt de zinc [19].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [28] J. Sarrazin et M. Verdaguer, *L'oxydoréduction : concepts et expériences* (Ellipses Marketing, Paris, 1997).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzien, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [10] É. Martinand-Lurin et R. Grüber, *40 expériences illustrées de chimie générale et organique* (De Boeck, Bruxelles, 2012).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [19] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Réd-Ox. Réussir, exploiter et commenter 81 manipulations de chimie : fiches pratiques*, 2 édition (De Boeck, Bruxelles, 2011).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).

18. ACIDITÉ

Exposé

I. Introduction

Historique, définition et modèles (Arrhénius, Brønstedt, Lewis [1,21]). Couples acide-base, réactions acido-basiques. Équilibre, constante d'acidité et pH...

II. Concept scientifique - Acidité du proton en α du carbonyle

PC/PC*:

1. Formation de l'énolate [2,12,15].
2. Alkylation en α [2].
3. Aldolisation croisée.
4. Aldolisation dirigée.

III. Aspect pédagogique - Évolution du concept d'acidité au cycle 4

Cycle 4.

1. Cinquième, activité expérimentale : mesure de l'acidité d'aliments avec un papier pH.
2. Quatrième, mesure de l'acidité au pH-mètre. Effet de la dilution (sécurité, thème environnement : pluies acides).
3. Troisième, origine de l'acidité : ions oxonium et hydroxyde.

Montage

I. Réaction avec l'eau

1. Détermination du pK_A d'un couple acide acétique-ion acétate par pH-métrie [19].
2. Effet de la dilution sur la force d'un acide (conductimétrie) [19].

II. Application aux titrages

- Dosage pH-métrique de l'aspirine [21].

III. En chimie organique

1. Aldolisation croisée : synthèse de la tétraphénylcyclopentadiènone [5,10].
2. Catalyse acide dans la synthèse de l'aspirine [6,8].

Bibliographie

- [21] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Acide-Base. Réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie : fiches pratiques* (De Boeck, Bruxelles, 2009).
- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [15] R. Brückner, *Mécanismes réactionnels en chimie organique : méthodes synthétiques, stéréochimie et réactions modernes* (De Boeck Université, Paris Bruxelles, 1999).
- [19] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Réd-Ox. Réussir, exploiter et commenter 81 manipulations de chimie : fiches pratiques*, 2 édition (De Boeck, Bruxelles, 2011).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [10] É. Martinand-Lurin et R. Grüber, *40 expériences illustrées de chimie générale et organique* (De Boeck, Bruxelles, 2012).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).

19. COMPLEXES

Exposé

I. Introduction

Définition, métal de transition, ligands. Champs d'application (dosage, caractérisation, transport, stockage). Constante de formation, structure. Règle de Sidgwick. Couleur [1].

II. Concept scientifique - Propriétés des complexes

PC/PC*.

1. Orbitales du complexe et des ligands [2].
2. Ligands σ -donneurs, π -donneurs et π -accepteurs.
3. Propriétés [2] optiques [3] et magnétiques.

III. Aspect pédagogique - Dosage complexométrique par l'edta

Terminale S, spécialité.

1. Tâche complexe ou démarche d'investigation : le but est de vérifier l'indication d'une étiquette d'eau minérale mentionnant la concentration massique de magnésium [30].
2. Difficultés, pistes pour aider les élèves.
3. Barème dans le cadre d'une évaluation.

Montage

I. Synthèse

1. Synthèse et analyse du complexe d'oxalate de cuivre [18].
2. (Synthèse du bromure de phénylmagnésium [5,10]).

II. Stœchiométrie

1. Méthode de Job (complexe fer (II)-orthophénanthroline [18,20]).
2. Potentiométrie (complexe diamine-argent) [20].

Conclusion sur la catalyse (absente du montage).

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [30] T. Dulaurans et A. Durupthy, *Physique chimie TS, enseignement de spécialité* (Hachette éducation, Paris, 2012).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [10] É. Martinand-Lurin et R. Grüber, *40 expériences illustrées de chimie générale et organique* (De Boeck, Bruxelles, 2012).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).

20. POLYMÈRES

Exposé

I. Introduction

Définition, macromolécules [2,12].

Catégories de polymérisation : polycondensation, polyaddition... et types de réactions (radicalaire, anionique, cationique) [1].

Structure microscopique et propriétés physiques.

II. Concept scientifique - Structure et propriétés des polymères

PC/PC*.

1. Degré de polymérisation et masses molaires [2].
2. Copolymères et réticulation.
3. Propriétés mécaniques, module d'Young [2,31].

III. Aspect pédagogique - Polymérisation de l'acide lactique

Première STL. TODO.

1. Synthèse d'un polymère à partir de substance naturelle [<?>].

Montage

I. Polymérisation radicalaire

- Synthèse du polystyrène [5,6,9].

II. Polycondensation

- Synthèse du nylon [5,6].

III. Modification d'un polymère

- Slime : réticulation de l'alcool polyvinylique [9].

IV. Application

- Titrage sur résine échangeuse d'ions [32].

Bibliographie

- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [31] E. Hecht, *Physique* (De Boeck Université/ITP, Paris Bruxelles, 1999).
- [9] J.P. Bayle, *400 manipulations commentées de chimie organique, volume 2, de l'expérience au concept* (Ellipses, Paris, 2007).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [32] A. Bonnefoy, Déminéralisation d'une eau minérale, *Bulletin de l'union des physiciens* **99**(870), 73–81 (2005).

21. CINÉTIQUE CHIMIQUE

Exposé

I. Introduction

Les réactions prévues par la thermodynamique n'ont pas toujours lieu : effet cinétique.

Définition de la vitesse de réaction. Loi de van't Hoff, loi d'Arrhénius [1,3,11,12].

II. Concept scientifique - Approximation des états quasi-stationnaires (AEQS)

PCSI, PC/PC*.

1. Loi de vitesse et mécanisme [3,11].
2. AEQS.
3. Application à la détermination de mécanismes de réaction (exemple de la synthèse du bromure d'hydrogène [2]).

III. Aspect pédagogique - Facteurs cinétiques

Terminale S.

1. Activité expérimentale : mise en évidence de vitesses de réaction différentes [16].
2. Activité expérimentale : études des facteurs cinétiques (concentration, température, catalyseur) [16]. Montrer les expériences.

Montage

I. Suivi cinétique

1. Mutarotation du glucose [5].
2. Suivi cinétique de la saponification de l'acétate d'éthyle [18].
3. Suivi cinétique de l'iodation de l'acétone par spectro [18].

II. Catalyse

1. Dismutation du thiosulfate [23] et/ou dismutation de l'eau oxygénée [20,22].
2. Application à la synthèse de l'aspirine [6,8].

Bibliographie

- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [16] T. Dulaurans et A. Durupthy, *Physique chimie TS, enseignement spécifique* (Hachette éducation, Paris, 2000).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [23] 100 manipulations de chimie organique et inorganique, *Mesplède, Jacques and Saluzzo, Christine* (Bréal, 2002).
- [22] J.F. Le Maréchal et B. Nowak-Leclercq, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 1. Chimie générale* (Dunod, Paris, 2004).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).

22. CATALYSE

Exposé

I. Introduction

Histoire [1], définition, types (homogène, hétérogène ou enzymatique). Profil réactionnel et applications.

II. Concept scientifique - Hydrogénation catalytique des alcènes

PC/PC*.

1. Nécessité de la catalyse [2,12].
 2. Catalyse hétérogène (addition cis) [2,12].
 3. Catalyse homogène (cycle catalytique)[2].
- Énantiosélectivité (conclusion) [15].

III. Aspect pédagogique - Influence d'un catalyseur

Terminale S.

1. Activité documentaire : comparaison de différents protocoles et catalyseurs [16].
2. Activité expérimentale : mise en évidence de l'effet d'un catalyseur sur la décomposition de l'eau oxygénée [1,16].
3. Exercices.

Montage

I. Différents types de catalyse

- Décomposition de l'eau oxygénée [1,16].

II. Catalyse acide

1. Iodation de l'acétone [18].
2. Synthèse de l'aspirine [6,8].

III. Autocatalyse

- Suivi de la cinétique de réduction du permanganate par l'acide oxalique [22].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [15] R. Brückner, *Mécanismes réactionnels en chimie organique : méthodes synthétiques, stéréochimie et réactions modernes* (De Boeck Université, Paris Bruxelles, 1999).
- [16] T. Dulaurans et A. Durupthy, *Physique chimie TS, enseignement spécifique* (Hachette éducation, Paris, 2000).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).
- [22] J.F. Le Maréchal et B. Nowak-Leclercq, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 1. Chimie générale* (Dunod, Paris, 2004).

23. MÉCANISMES RÉACTIONNELS

Exposé

I. Introduction

Mécanismes élémentaires : rupture homolytique, formation de liaison homolytique, rupture hétérolytique, formation hétérolytique. Loi de van't Hoff.

Mécanismes de réactions complexes : par stade, en chaîne [1]. Mécanismes en chimie organique.

II. Concept scientifique - Mécanisme de la synthèse du bromure d'hydrogène

PCSI, PC/PC*.

1. AEQS [3,11].
2. Application à la détermination de mécanismes de réaction (exemple de la synthèse du bromure d'hydrogène [2]).

III. Aspect pédagogique - Écriture d'un mécanisme réactionnel

Terminale S. Exercices d'application pour l'écriture de mécanismes réactionnels en AP.

1. Rappels : polarisation de liaisons, flèches courbes.
2. Discussion des erreurs courantes [16].
3. Exercices, évaluations [16].

Montage

I. Étude cinétique

1. Suivi cinétique de la saponification de l'acétate d'éthyle [18].
2. Suivi cinétique de l'iodation de l'acétone par spectro [18].

II. Mécanisme radicalaire

- Synthèse du polystyrène [5,6,9].

III. Addition

- Synthèse de l'aspirine [6,8].

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PC/PC*, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [16] T. Dulaurans et A. Durupthy, *Physique chimie TS, enseignement spécifique* (Hachette éducation, Paris, 2000).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [9] J.P. Bayle, *400 manipulations commentées de chimie organique, volume 2, de l'expérience au concept* (Ellipses, Paris, 2007).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).

24. ÉLECTROPHILIE ET NUCLÉOPHILIE

Exposé

I. Introduction

Concepts d'électrophilie et de nucléophilie [1]. Définitions et réactions associées. Paramètres influants.

II. Concept scientifique - Addition de Michael

PC/PC*.

1. Orbitales frontières [2,15,33].
2. Électrophiles et nucléophiles [33].
3. Addition 1,4 [2,12].
4. Addition de Michael [2,12].

III. Aspect pédagogique - Synthèse de l'aspirine

Terminale S.

1. Activité expérimentale : synthèse [16].
2. Mécanisme réactionnel (électronégativité, polarisation, site électrophile ou nucléophile, flèches courbes).
3. Exercices d'application (saponification...).

Montage

I. Cinétique

- Hydrolyse du chlorure de tertiobutyle [8].

II. Création de liaison C-C

1. Aldolisation croisée : synthèse de la tétraphénylcyclopentadiènone [5,10].
2. Synthèse du bromure de phénylmagnésium [5,10] suivie de la synthèse du triphénylméthanol [5].

III. Addition

- (Synthèse de l'aspirine [6,8].)

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [33] P. Chaquin et F. Volatron, *Chimie organique : une approche orbitale* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [15] R. Brückner, *Mécanismes réactionnels en chimie organique : méthodes synthétiques, stéréochimie et réactions modernes* (De Boeck Université, Paris Bruxelles, 1999).
- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [16] T. Dulaurans et A. Durupthy, *Physique chimie TS, enseignement spécifique* (Hachette éducation, Paris, 2000).
- [8] F. Daumarie, P. Griesmar, et S. Salzard, *Florilège de chimie pratique : 59 expériences commentées* (Hermann, Paris, 2002).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [10] É. Martinand-Lurin et R. Grüber, *40 expériences illustrées de chimie générale et organique* (De Boeck, Bruxelles, 2012).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).

25. COULEUR

Exposé

I. Introduction

Rôle historique d'« indicateur » de transformation chimique. Intérêts dans la compréhension de son origine et dans son utilisation [1,34].

Réflexion diffuse, synthèse soustractive et absorption de rayonnements électromagnétiques. Facteurs influençant la couleur d'une substance. Applications (tests d'identification, indicateurs colorés, dosage, spectroscopie).

II. Concept scientifique - Spectroscopie UV-visible

PC/PC*.

1. Orbitales moléculaires, orbitales fragments et diagrammes d'énergie [2,3,35].
2. Polyènes conjugués [33,35].
3. Spectroscopie [3,12].

III. Aspect pédagogique - Utilisation de la couleur au collège

Cycles 3 et 4, sixième, cinquième et troisième.

1. Tests d'identification : activités expérimentales [13] sur la découverte et l'utilisation du sulfate de cuivre anhydre.
2. Autres tests d'identification (ions en troisième).
3. Chromatographie : activité expérimentale (notion de mélanges homogènes).

Montage

I. Synthèse

1. Aldolisation croisée : synthèse de la tétraphénylcyclopentadiènone [5,10].
2. Synthèse et analyse du complexe d'oxalate de cuivre [18].

II. Suivi spectrophotométrique

- Méthode de Job (complexe fer (II)-orthophénanthroline [18,20].

III. Indicateur coloré

- Dosage de l'acide acétique dans un vinaigre [21] (remplacer la phénolphtaléine par le bleu de thymol [10]).

Bibliographie

- [34] M.T. Dinh, *La chimie et l'art : le génie au service de l'homme* (EDP sciences Fondation internationale de la Maison de la Chimie, Les Ulis, 2010).
- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).
- [35] Y. Jean et F. Volatron, *La structure électronique des molécules, 2. Géométrie, réactivité et méthode de Hückel* (Dunod, Paris, 2003).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [33] P. Chaquin et F. Volatron, *Chimie organique : une approche orbitale* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [13] A. Brun, *Physique chimie : cycle 4, 5e, 4e, 3e : programme 2016* (Bordas, Paris, 2017).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [10] É. Martinand-Lurin et R. Grüber, *40 expériences illustrées de chimie générale et organique* (De Boeck, Bruxelles, 2012).
- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [21] D. Cachau-Herreillat, *Des expériences de la famille Acide-Base. Réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie : fiches pratiques* (De Boeck, Bruxelles, 2009).

26. MODIFICATION DE GROUPES FONCTIONNELS

Exposé

I. Introduction

Objectif principal de la chimie de synthèse.

Différents types de réactions : addition, élimination, substitution, oxydoréduction...

Stratégie de synthèse [1,2,12] : protection, orientation, activation de la réactivité [11]...

II. Concept scientifique - Substitutions nucléophiles

PCSI.

1. Présentation (avec exemples) [11,12,15].
2. S_N2 : mécanisme, cinétique et stéréochimie.
3. S_N1 : mécanisme, cinétique et stéréochimie.
4. Influences de différents facteurs (nucléophile, électrophile, solvant) [11,12,15].

III. Aspect pédagogique - Synthèse d'un arôme de banane

Cycle 4, troisième.

1. Contexte : EPI, thème...
2. Activité préparatoire : synthèse, espèce chimique artificielle ou naturelle...
3. Présentation et discussion du protocole (chauffage, réfrigérant...), consignes de sécurité.
4. Bilan, équation bilan...
5. Évaluation.

Montage

I. Activation ou protection

1. Esterification avec Dean-Stark [6] (activation par l'acide).
2. Réaction de cétylation [5,9].

II. Oxydoréduction

- Réduction du benzile [5] (caractérisation par IR).

III. Addition nucléophile

- Synthèse du bromure de phénylmagnésium [5,10] suivie de la synthèse du triphénylméthanol [5] (caractérisation par IR).

Bibliographie

- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PCSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [15] R. Brückner, *Mécanismes réactionnels en chimie organique : méthodes synthétiques, stéréochimie et réactions modernes* (De Boeck Université, Paris Bruxelles, 1999).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [9] J.P. Bayle, *400 manipulations commentées de chimie organique, volume 2, de l'expérience au concept* (Ellipses, Paris, 2007).
- [10] É. Martinand-Lurin et R. Grüber, *40 expériences illustrées de chimie générale et organique* (De Boeck, Bruxelles, 2012).

27. MODIFICATION DE LA CHAÎNE CARBONNÉE

Exposé

I. Introduction

Chaîne principale. Différents types de modifications (raccourcissement, allongement, cyclisation, ramification) et de réactions correspondantes (addition, élimination, substitution, réarrangement, oxydation) [1,15].

II. Concept scientifique - Cycloaddition de Diels-Alder

PC/PC*.

1. Bilan, mécanisme concerté [2,12].
2. Stéréosélectivité, régiosélectivité (et diastéréosélectivité) [12,15].
3. (Effets du substituant sur la vitesse des réactions [12,15]).

III. Aspect pédagogique - Réactif de Grignard

Terminale S.

1. Activité documentaire sur les réactifs de Grignard [36].
2. Réinvestissement de notions (électronégativité, flèches courbes, additions et éliminations...).
3. Application : détermination d'un mécanisme de synthèse [36].

Montage

I. Réaction radicalaire

- Polymérisation du styrène [5,6,9].

II. Aldolisation croisée

- Synthèse de la tétraphénylcyclopentadiènone [5,10].

III. Utilisation d'un organomagnésien

- Synthèse du bromure de phénylmagnésium [5,10] suivie de la synthèse du triphénylméthanol [5] (caractérisation par IR).

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [15] R. Brückner, *Mécanismes réactionnels en chimie organique : méthodes synthétiques, stéréochimie et réactions modernes* (De Boeck Université, Paris Bruxelles, 1999).
- [2] T. Ribeyre, *Chimie PC-PC*, 2e année : un accompagnement au quotidien : tout-en-un : cours, exercices corrigés, approches documentaires : conforme aux nouveaux programmes 2014* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2014).
- [12] P. Vollhardt et N. Schore, *Traité de chimie organique*, 6 édition (De Boeck, Bruxelles, 2015).
- [36] V. Provost et B. Richoux, *Physique chimie Terminale S* (Nathan, 2012).
- [9] J.P. Bayle, *400 manipulations commentées de chimie organique, volume 2, de l'expérience au concept* (Ellipses, Paris, 2007).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [6] J.F. Le Maréchal et R. Barbe, *La chimie expérimentale, CAPES et agrégation de sciences physiques : 2. Chimie organique et minérale* (Dunod, Paris, 2007).
- [10] É. Martinand-Lurin et R. Grüber, *40 expériences illustrées de chimie générale et organique* (De Boeck, Bruxelles, 2012).

28E. PÉRIODICITÉ DES PROPRIÉTÉS

Exposé

I. Introduction

Construction historique du tableau selon les propriétés chimiques [1].

II. Concept scientifique - Périodicité des propriétés

PCSI.

1. Configuration électronique et règles de remplissage [3,11].
2. Évolution de l'électronégativité [11].
3. Évolution du rayon atomique [11].
4. Exemple d'application pour le sélénium (exercices de [11]).

III. Aspect pédagogique - Structure microscopique d'atomes ou d'ions

Cycle 4, troisième.

1. Expérience de Rutherford.
2. Utilisation du tableau périodique pour prédire la structure d'un atome.
3. Idem pour la structure d'un ion monoatomique à partir de l'étiquette d'une bouteille d'eau pétillante (mise en évidence de la tendance à adopter la structure électronique des gaz rares, lien entre la charge de l'ion et la position de l'atome correspondant dans le tableau).

Bibliographie

- [1] G. Dhont, D. Braquart, et É. Pennacin, *Physique-chimie Capes & agrégation, Plans d'exposés et de montages*, 1 édition (De Boeck, 2018).
- [11] M.A. Schott, S. Clède, A.L. Lefèvre, G. Magadur, et A. Altmayer-Henzi, *Chimie PCPSI, option PC et PSI, MPSI 1re année tout-en-un - Un accompagnement au quotidien* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [3] P.W. Atkins et J. de Paula, *Chimie Physique*, 4 édition (De Boeck, 2013).

28M. SPECTROSCOPIES

Montage

I. Spectroscopie UV-visible

1. Suivi cinétique de l'iodation de l'acétone par spectro [18].
2. Méthode de Job (complexe fer (II)-orthophénanthroline [18,20]).

II. Caractérisation en synthèse organique

- Aldolisation croisée : synthèse de la tétraphénylcyclopentadiènone [5,10] (spectres IR et RMN [9,37]).

Bibliographie

- [18] F. Girard et J. Girard, *Chimie inorganique et générale : des expériences pour mieux comprendre !* (De Boeck, Louvain-la-Neuve, 2015).
- [20] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, et C. Mingotaud, *Chimie physique expérimentale* (Hermann, Paris, 2000).
- [5] M. Blanchard-Desce, B. Fosset, F. Guyot, L. Jullien, et S. Palacin, *Chimie organique expérimentale* (Hermann, Paris, 1987).
- [10] É. Martinand-Lurin et R. Grüber, *40 expériences illustrées de chimie générale et organique* (De Boeck, Bruxelles, 2012).
- [37] J.P. Bayle, *400 manipulations commentées de chimie organique, volume 1, de l'expérience au concept* (Ellipses, Paris, 2006).
- [9] J.P. Bayle, *400 manipulations commentées de chimie organique, volume 2, de l'expérience au concept* (Ellipses, Paris, 2007).