

# Physique - Chimie

## Montages de Chimie



**Thibault Giauffret**

Étudiant en M1 MEEF Sciences-Physiques

[thibault.giauffret.free.fr](http://thibault.giauffret.free.fr)

Université Nice Sophia-Antipolis

Parc Valrose, 06108 Nice



---

**Date** : 12 juillet 2019

**Version** : 1.1

---

## Avant-Propos

Ce document est un recueil de plans de montages que j'ai rédigé lors de ma préparation au concours du CAPES.

Je n'ai pas eu le temps de tous les mettre au format numérique et la plupart des plans sont incomplets. Peut-être pourront-ils quand même vous aider.

De plus, de nombreuses coquilles sont présentes et les BO peuvent ne pas être parfaitement respectés. Utilisez donc ce document avec précaution et n'hésitez pas à me soumettre par mail toute remarque.

*Bonnes révisions,*  
Thibault

Ce document est mis à disposition selon les termes de la licence [Creative Commons](#) "Attribution - Pas d'utilisation commerciale - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International".



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Les matériaux et les molécules dans le sport</b>	<b>6</b>
1	Formules et modèles moléculaires . . . . .	6
2	Extraction et séparation d'espèces chimiques . . . . .	6
3	Détermination d'une concentration . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Contrôle de la qualité par dosage : dosage par titrage direct</b>	<b>7</b>
1	Titration pH-métrique . . . . .	7
2	Titration conductimétrique . . . . .	7
3	Titration colorimétrique . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Temps et évolution chimique : cinétique et catalyse</b>	<b>8</b>
1	Suivi temporel d'une synthèse organique . . . . .	8
2	Influence de différents paramètres expérimentaux . . . . .	8
3	Rôle d'un catalyseur . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Stratégie de la synthèse organique</b>	<b>9</b>
1	Comparaison de deux protocoles de synthèse . . . . .	9
2	Synthèse de l'acide acétylsalicylique . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Contrôle de la qualité par dosage : dosage par étalonnage</b>	<b>10</b>
1	Dosage avec un spectrophotomètre . . . . .	10
2	Dosage conductimétrique . . . . .	10
<b>6</b>	<b>Cycle de vie</b>	<b>11</b>
1	Élaboration et élimination . . . . .	11
2	Vieillesse, protection et corrosion . . . . .	11
3	Recyclage . . . . .	11
<b>7</b>	<b>Des synthèses inorganiques</b>	<b>12</b>
1	Synthèse d'un complexe . . . . .	12
2	Applications . . . . .	12
3	Analyse d'un complexe . . . . .	12
<b>8</b>	<b>Séparation et purification</b>	<b>13</b>
1	A propos de la dissolution . . . . .	13
2	Extraction d'une espèce chimique . . . . .	13
3	Purification . . . . .	13
<b>9</b>	<b>Des synthèses avec de meilleurs rendements</b>	<b>14</b>
1	Influence des réactifs . . . . .	14
2	Influence du montage . . . . .	14
<b>10</b>	<b>Capteurs électrochimiques</b>	<b>15</b>
1	Prévisions à l'aide d'électrodes . . . . .	15
2	Facteurs d'influence . . . . .	15
3	Dosage par étalonnage . . . . .	15
<b>11</b>	<b>Des synthèses forcées</b>	<b>16</b>
1	Le caractère forcé de l'électrolyse . . . . .	16
2	Application au cuivre . . . . .	16
<b>12</b>	<b>Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme électrique. Piles, accumulateurs, piles à combustible</b>	<b>17</b>
1	Exemple d'une pile . . . . .	17
2	Exemple d'un accumulateur . . . . .	17

<b>13 Oxydoréduction</b>	<b>18</b>
1 Situation déclenchante : arbre de Diane . . . . .	18
2 Oxydoréduction en chimie générale . . . . .	18
3 Oxydation d'un alcool secondaire . . . . .	18
<b>Bibliographie</b>	<b>19</b>

Niveau : Seconde

Thème : La pratique du sport

## ► Bibliographie

[6] T. Dulaurans, J. Calafell, and M. Giacino. *Physique-Chimie 2nde*. Hachette, 2014

[9] V. Prévost, C. Ameline, and L. Bernard. *Physique-Chimie 2nde (Sirius)*. Hachette, 2014

## ► Notions à illustrer

- Matériaux naturels et synthétiques.
- Molécules simples ou complexes : structures et groupes caractéristiques.
- Formules et modèles moléculaires.
- Formules développées et semi-développées. Isomérisation.
- Extraction, séparation et identification d'espèces chimiques.
- Aspect historique et techniques expérimentales.
- Caractéristiques physiques d'une espèce chimique : aspect, température de fusion, température d'ébullition, solubilité, densité, masse volumique.

## ► Compétences

- Savoir que certains matériaux proviennent de la nature et d'autres de la chimie de synthèse.
- Repérer la présence d'un groupe caractéristique dans une formule développée.
- Représenter des formules développées et semi-développées correspondant à des modèles moléculaires.
- Savoir qu'à une formule brute peuvent correspondre plusieurs formules semi-développées.
- Utiliser des modèles moléculaires et des logiciels de représentation.
- Interpréter les informations provenant d'étiquettes et de divers documents.
- *Élaborer ou mettre en œuvre un protocole d'extraction à partir d'informations sur les propriétés physiques des espèces chimiques recherchées.*
- *Utiliser une ampoule à décanter, un dispositif de filtration, un appareil de chauffage dans les conditions de sécurité.*
- *Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce (échelle de teintes, méthode par comparaison).*

## ► Plan

### Introduction

Prérequis : Décrire et expliquer des transformations chimiques (Cycle 4), L'atome (Seconde).

### 1. Formules et modèles moléculaires

⚙ **Manip [6] p.275 : Modélisation avec modèles moléculaires et par ordinateur**

Utiliser ChemSketch ou Avogadro pour représenter les molécules. Comparer deux isomères.

### 2. Extraction et séparation d'espèces chimiques

⚙ **Manip [9] p.17 : Extraction d'un acide gras**

Montage à reflux avec noix de muscade et évaporation sous vide. Considérations sur la solubilité de la trimyristine. Filtration de la trimyristine qui se présente sous forme d'un composé solide blanc.

### 3. Détermination d'une concentration

⚙ **Manip [6] p.134 : Échelle de teinte**

Échelle de teinte du permanganate de potassium.

### Conclusion

Compréhension de l'agencement moléculaire et des notions de solubilité/miscibilité essentielles pour le cycle terminal.

# Contrôle de la qualité par dosage : dosage par titrage direct

Niveau : Terminale S

Thème : Agir (Économiser les ressources et respecter l'environnement)

## ► Bibliographie

- [1] R. Barbe and J.F. Le Maréchal. *La Chimie expérimentale Tome 2 : Chimie organique et minérale*. Dunod, 2007  
[4] M. Barde, N. Barde, and J-P. Bellier. *Physique-Chimie TS Enseignement spécifique*. Hachette, 2012

## ► Notions à illustrer

- Réaction support de titrage ; caractère quantitatif.
- Équivalence dans un titrage ; repérage de l'équivalence pour un titrage pH-métrique, conductimétrique et par utilisation d'un indicateur de fin de réaction.

## ► Compétences

- Établir l'équation de la réaction support de titrage à partir d'un protocole expérimental.
- *Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage par le suivi d'une grandeur physique et par la visualisation d'un changement de couleur, dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du contrôle de la qualité.*
- Interpréter qualitativement un changement de pente dans un titrage conductimétrique.

## ► Plan

### Introduction

Prérequis : Dosage de solutions colorées (Première S).

### 1. Titrage pH-métrique

⚙ **Manip [1] p.155 : Titrage direct de l'aspirine**

Titration d'un comprimé d'Aspirine par de la soude. Ouverture vers les titrages indirects : doser le restant d'espèce...

### 2. Titrage conductimétrique

⚙ **Manip [4] p.466 : Titrage du Destop®**

Dosage des ions  $HO^-$  par l'acide chlorhydrique.

### 3. Titrage colorimétrique

⚙ **Manip [4] p.468 : Dosage du diiode dans un antiseptique**

Dosage du diiode dans le lugol par du thiosulfate de sodium.

🚫 **Attention :** Ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon dès que la solution vire au jaune clair pour mieux distinguer le virage.

### Conclusion

Importance des dosages dans les contrôles de qualité, lien avec la chimie verte.

Niveau : Terminale S

Thème : Comprendre

## ► Bibliographie

- [8] J.F. Le Maréchal and B. Nowak-Leclercq. *La Chimie expérimentale Tome 1 : Chimie Générale*. Dunod, 2000  
 [4] M. Barde, N. Barde, and J-P. Bellier. *Physique-Chimie TS Enseignement spécifique*. Hachette, 2012

## ► Notions à illustrer

- Réactions lentes, rapides ; durée d'une réaction chimique.
- Facteurs cinétiques. Évolution d'une quantité de matière au cours du temps.
- Temps de demi-réaction.
- Catalyse homogène, hétérogène et enzymatique.

## ► Compétences

- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour suivre dans le temps une synthèse organique par CCM et en estimer la durée.
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence quelques paramètres influençant l'évolution temporelle d'une réaction chimique : concentration, température, solvant.
- Déterminer un temps de demi-réaction.
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence le rôle d'un catalyseur.
- Extraire et exploiter des informations sur la catalyse, notamment en milieu biologique et dans le domaine industriel, pour en dégager l'intérêt.

## ► Plan

### Introduction

Prérequis : Système chimique, Réaction chimique, Écriture symbolique de la réaction chimique : équation de la réaction chimique (Seconde).

Introduction à la notion de cinétique chimique :

⚙️ **Manip [8] p.265 : La bouteille bleue.**

Expérience qualitative :  $KOH$  et glucose en présence de bleu de méthylène. Au bout de quelques instants la solution se décolore. Si on agite un peu, elle se recolore puis se décolore. On peut aussi montrer l'influence de la température.

### 1. Suivi temporel d'une synthèse organique

⚙️ **Manip [8] p.271 : Introduction de la vitesse instantanée : suivi spectrophotométrique.**

Étude de la réaction de  $H_2O_2$  avec  $I_3^-$ . On peut introduire la notion de vitesse instantanée, de temps de demi-réaction mais aussi caractériser l'influence de la température.

### 2. Influence de différents paramètres expérimentaux

⚙️ **Manip [4] p.232 : Suivi temporel d'une synthèse organique par CCM**

Synthèse de l'ion benzoate et suivi de l'évolution de la réaction lente en prélevant régulièrement du milieu réactionnel.

### 3. Rôle d'un catalyseur

⚙️ **Manip [4] p.231 : Influence des catalyseurs**

Plusieurs tubes à essais avec du  $H_2O_2$ . Introduire dans différents tubes du platine, de la catalase (foie, navet...) et des ions  $Fe^{3+}$ . Montrer les différents types de catalyseurs (solide, enzymatique...).

⚙️ **Manip [8] p.231 : Oxydation des ions tartrates**

Montrer qu'un catalyseur se régénère.

### Conclusion

Préciser l'importance de la catalyse dans l'industrie mais aussi dans l'organisme (enzymes etc...).

Niveau : Terminale S

Thème : Agir

## ► Bibliographie

- [1] R. Barbe and J.F. Le Maréchal. *La Chimie expérimentale Tome 2 : Chimie organique et minérale*. Dunod, 2007  
[4] M. Barde, N. Barde, and J-P. Bellier. *Physique-Chimie TS Enseignement spécifique*. Hachette, 2012  
[10] M. Ruffenach, T. Cariat, and V. Mora. *Physique-Chimie TS Enseignement spécifique*. Bordas, 2012

## ► Notions à illustrer

Protocole de synthèse organique :

- Identification des réactifs, du solvant, du catalyseur, des produits ;
- Détermination des quantités d'espèces en jeu et du réactif limitant ;
- Choix des paramètres expérimentaux : température, solvant, durée de la réaction, pH ;
- Choix du montage, de la technique de purification, de l'analyse du produit ;
- Calcul de rendement ;
- Aspects liés à la sécurité ;
- Coûts.

## ► Compétences

- Effectuer une analyse critique de protocoles expérimentaux pour identifier les espèces mises en jeu, leurs quantités et les paramètres expérimentaux.
- Justifier le choix des techniques de synthèse et d'analyse utilisées.
- Comparer les avantages et les inconvénients de deux protocoles.

## ► Plan

### Introduction

Prérequis : Organisation et transformation de la matière (Cycle 4). Les médicaments : solvant, dissolution, concentration, CCM... (Seconde). Synthétiser et fabriquer des matériaux nouveaux (Première S) . Transformations en chimie organique (TS).

Présentation de la réaction d'estérification :

⚙️ **Manip [1] p.79 : Mise en évidence de la présence d'eau lors d'une estérification.**

Manipulation prof. qualitative : en début de réaction, on dépose une goutte sur du sulfate de cuivre anhydre. Il ne bleuit pas. Après chauffage, on renouvelle le test pour chaque phase : une phase organique contient l'ester et une phase aqueuse. Si le mélange reste homogène, on ajoute quelques millilitres d'une solution de chlorure de sodium saturée.

### 1. Comparaison de deux protocoles de synthèse

⚙️ **Manip [4] p.490 : Synthèse à partir de d'acide éthanoïque.**

Montage à reflux suivi d'une séparation avec relargage.

⚙️ **Manip [10] p.488 : Synthèse à partir d'anhydride éthanoïque.**

Montage en bain-marie avec réfrigérant à air. Réaliser la synthèse à partir d'acide éthanoïque en préparation et présenter au jury celle à partir d'anhydride éthanoïque.

Comparer les deux protocoles d'estérification à partir de deux dérivés d'acide différents (tableau).

### 2. Synthèse de l'acide acétylsalicylique

⚙️ **Manip [1] p.151 : Synthèse de l'acide acétylsalicylique.**

La synthèse se déroule en 3 étapes : la réaction (acide salicylique et anhydride éthanoïque chauffés au bain-marie) avec filtrage sur Büchner, la purification par recristallisation (avec calcul de rendement) et la caractérisation du produit (par point de fusion et CCM).

### Conclusion

Plusieurs réactions peuvent mener au même produit mais les déchets, la toxicité des espèces utilisées, *etc* varient. Conclure sur l'importance de la chimie verte et l'évolution de la chimie industrielle. Certaines synthèses sont préférables pour l'environnement mais plus coûteuses.. "Agir" !

# Contrôle de la qualité par dosage : dosage par étalonnage

Niveau : Terminale S

Thème : Agir (Économiser les ressources et respecter l'environnement)

## ► Bibliographie

[4] M. Barde, N. Barde, and J-P. Bellier. *Physique-Chimie TS Enseignement spécifique*. Hachette, 2012

[10] M. Ruffenach, T. Cariat, and V. Mora. *Physique-Chimie TS Enseignement spécifique*. Bordas, 2012

## ► Notions à illustrer

— Dosages par étalonnage : spectrophotométrie ; loi de Beer-Lambert ; conductimétrie ; explication qualitative de la loi de Kohlrausch, par analogie avec la loi de Beer-Lambert.

## ► Compétences

— *Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce à l'aide de courbes d'étalonnage en utilisant la spectrophotométrie et la conductimétrie, dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du contrôle de la qualité.*

## ► Plan

### Introduction

Prérequis : Dosage de solutions colorées (Première S).

### 1. Dosage avec un spectrophotomètre

⚙ Manip [4] p.464 : **Dosage d'un colorant alimentaire dans un sirop**

Création d'une gamme étalon de colorant. En reportant l'absorbance, on retrouve la concentration.

⚙ Manip : **Dosage colorimétrique du Lugol**

Dosage du diiode présent dans une solution de Bétadine ou de Lugol.

### 2. Dosage conductimétrique

⚙ Manip [10] p.471 : **Dosage d'un sérum physiologique**

Dosage de Mohr : titrage colorimétrique des ions  $Cl^-$  par des ions  $Ag^+$  avec des ions chromates. Vérifier la concentration indiquée sur le flacon.

### Conclusion

Illustrer l'importance des dosages dans le contrôle de qualité. Ouverture sur les titrages indirects.

Niveau : Terminale S spécialité

Thème : Matériaux

## ► Bibliographie

- [8] J.F. Le Maréchal and B. Nowak-Leclercq. *La Chimie expérimentale Tome 1 : Chimie Générale*. Dunod, 2000  
[3] M. Barde, N. Barde, and J-P. Bellier. *Physique-Chimie TS Enseignement de spécialité*. Hachette, 2012

## ► Mots-clés

- Élaboration,
- vieillissement,
- corrosion,
- protection,
- recyclage,
- élimination.

## ► Plan

### Introduction

Prérequis :

### 1. Élaboration et élimination

#### ⚙ Manip [3] p.135 : Séparation des éléments aluminium et fer dans la bauxite

Quelques tests préliminaires d'identification : sulfate d'aluminium et soude, sulfate de fer et soude, KSCN. Séparation par chauffage et filtration sur Büchner.

### 2. Vieillissement, protection et corrosion

#### ⚙ Manip [8] p.184 : Anodisation de l'aluminium

Protection d'une plaque d'aluminium par formation d'alumine. La couche formée est plus épaisse que par l'air. Utiliser un colorant piégé dans  $Al(OH)_3$  avant de déshydrater.

### 3. Recyclage

Considérations sur les plastiques et les polymères.

#### ⚙ Manip : Dépolymérisation du PMMA (plexiglas)

### Conclusion

Mettre l'accent sur les enjeux de demain. Notions de chimie verte.

Niveau : Terminale STL-SPCL

Thème : Chimie et développement durable

## ► Bibliographie

- [1] R. Barbe and J.F. Le Maréchal. *La Chimie expérimentale Tome 2 : Chimie organique et minérale*. Dunod, 2007
- [7] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, and C. Minfotaud. *Chimie Physique Expérimentale*. Hermann, 2006
- [8] J.F. Le Maréchal and B. Nowak-Leclercq. *La Chimie expérimentale Tome 1 : Chimie Générale*. Dunod, 2000

## ► Notions à illustrer

Protocole de synthèse organique :

- Aspects cinétiques, thermodynamiques, environnementaux.
- Complexe, ion ou atome central, ligand, liaison.
- Constante de formation globale d'un complexe, synthèse et analyse d'un complexe.
- Complexes inorganiques, bio-inorganiques.

## ► Compétences

- Analyser un ou plusieurs procédés industriels de synthèse d'une même espèce chimique en s'appuyant sur les principes de la chimie verte : matières premières, sous-produits, énergie, catalyseur, sécurité.
- Reconnaître dans un complexe : l'ion ou l'atome central, le ou les ligands, le caractère monodenté ou polydenté du ligand.
- Décrire l'établissement de la liaison entre l'ion ou l'atome central et le ou les ligands selon le modèle accepteur-donneur de doublet électronique.
- Écrire l'équation de la réaction associée à la synthèse d'un complexe.
- Suivre un protocole de synthèse d'un complexe.
- Déterminer, à l'aide d'un tableau d'avancement, le réactif limitant dans la synthèse d'un complexe et en déduire le rendement de la synthèse.
- Proposer ou suivre un protocole mettant en œuvre l'analyse qualitative et quantitative d'un complexe.
- Extraire des informations pour illustrer des applications des complexes inorganiques et bio-inorganiques.

## ► Plan

### Introduction

Rappeler la notion de complexes, ligand, centres métalliques.

### 1. Synthèse d'un complexe

#### ⚙ Manip [1] p.197 : Synthèse de l'oxalate de fer(II)

Dissolution à chaud de sel de Mohr dans un erlenmeyer, dissolution à chaud d'oxalate d'ammonium. Mélange à froid des deux erlenmeyers et agitation. Filtrage et rinçage à l'eau glacée.

### 2. Applications

#### ⚙ Manip [8] p.96 : Complexes du cobalt et testeur d'humidité

4 expériences consécutives : préparer une solution de chlorure de cobalt dissoute dans du butanol et ajouter de l'eau distillée. Présenter l'intérêt de ce complexe dans le domaine de l'habitat.

Analyser la solution de chlorure de cobalt dissoute dans du butanol (bleu) et la phase aqueuse (rose).

#### ⚙ Manip [7] p.219 : Dosage des ions calcium et magnésium : test de la dureté d'une eau minérale.

Dosage complexométrique avec de l'EDTA à pH fixé (utiliser une solution tampon à pH = 10). Calculer les concentrations en ions  $Mg^{2+}$  et  $Ca^{2+}$  et les comparer aux données sur la bouteille. Faire un second dosage complexométrique pour doser les ions  $Ca^{2+}$  seuls.

⚠ **Attention** : Faire attention à ce que le pH ne descende pas en dessous de 7, sinon on n'observera pas de changement de couleur ! Préparer un échantillon pour comparer la couleur autour du virage.

⚠ **Attention** : L'EDTA est un complexant fort.

### 3. Analyse d'un complexe

#### ⚙ Manip [7] p.207 : Thermochromie

### Conclusion

Conclure sur les principales utilisations des complexes et faire le liens avec les différents thèmes des classes SPCL.

Niveau : Terminale STL-SPCL

Thème : Synthèses chimiques

## ► Bibliographie

[8] J.F. Le Maréchal and B. Nowak-Leclercq. *La Chimie expérimentale Tome 1 : Chimie Générale*. Dunod, 2000

## ► Notions à illustrer

- Réaction de dissolution d'une espèce chimique dans l'eau.
- Solution saturée et notion de solubilité.
- Quotient de réaction et constante d'équilibre de dissolution.
- Solubilité d'une espèce chimique dans l'eau.
- Paramètres influençant la solubilité d'une espèce chimique en solution aqueuse : température ; composition de la solution.
- Extraction d'une espèce chimique d'une phase aqueuse : par dégazage ; par solvant ; par précipitation.
- Prévision de l'état final lors de la dissolution d'une espèce chimique dans l'eau.
- Séparation et développement durable.

## ► Compétences

- Illustrer expérimentalement la notion de solubilité.
- Montrer que lors d'une dissolution le quotient de réaction  $Q_r$  évolue vers la constante d'équilibre  $K$  et qu'il ne peut l'atteindre que si la quantité d'espèce apportée est suffisante.
- Associer solution saturée et système chimique à l'équilibre.
- Comparer et interpréter les solubilités de différentes espèces chimiques dans l'eau en termes d'interactions intermoléculaires et d'éventuelles réactions chimiques qu'elles engagent avec l'eau.
- À partir des caractéristiques de la réaction de dissolution d'une espèce chimique dans une solution aqueuse, prévoir les paramètres influençant sa solubilité (température, pH, ions communs).
- Proposer un protocole pour extraire une espèce chimique dissoute dans l'eau.
- Choisir un solvant pour extraire une espèce chimique et réaliser une extraction par solvant.
- Proposer ou suivre un protocole pour extraire sélectivement des ions d'un mélange par précipitation. espèce chimique dans l'eau.
- Prédire si la solution obtenue par dissolution d'une espèce chimique est saturée ou non en comparant  $Q_r$  et  $K$ . Confronter les prévisions du modèle de la transformation avec les observations expérimentales.
- Extraire des informations pour justifier l'évolution des techniques de séparation et repérer celles qui s'inscrivent davantage dans le cadre du développement durable.

## ► Plan

### Introduction

Prérequis : Synthèse et environnement, séparation et purification (1ère STL-SPCL)

## 1. A propos de la dissolution

⚙️ Manip [8] p.225 : Mise en évidence de la formation d'ions

## 2. Extraction d'une espèce chimique

⚙️ Manip : Extraction liquide-liquide

⚙️ Manip [8] p.94 : Extraction par précipitation

Précipitation du sel à partir d'une solution de soude concentrée et d'acide concentré.

🔥 Attention : Réaction très exothermique.

## 3. Purification

⚙️ Manip [8] p.229 : Expérience de la pluie d'or

Réaction entre du nitrate de plomb et de l'iodure de potassium. Un précipité jaune se forme. Chauffer jusqu'à ébullition et refroidir pour faire apparaître des "paillettes" de couleur dorée ( $PbI_2$  purifié). C'est une purification par recristallisation.

## Conclusion

Intérêt de la séparation d'espèce chimique. Dans le cadre de la chimie verte, on limite au maximum les produits non souhaités, la séparation n'est plus nécessaire et les rendements meilleurs.

Niveau : Terminale STL-SPCL

Thème : Synthèses chimiques

## ► Bibliographie

[10] M. Ruffenach, T. Cariat, and V. Mora. *Physique-Chimie TS Enseignement spécifique*. Bordas, 2012

## ► Notions à illustrer

- Transformation spontanée et évolution d'un système vers un état d'équilibre.
- Augmentation du rendement de la synthèse d'un produit : - pour une réaction de synthèse donnée par : . élimination d'un produit, . ajout d'un excès de réactif, . modification de la température ; - par changement d'un des réactifs ; - par limitation des réactions concurrentes : . chimiosélectivité, . régiosélectivité, . stéréosélectivité.

## ► Compétences

- Justifier le caractère spontané d'une transformation en comparant le quotient de réaction  $Q_r$  et la constante d'équilibre  $K$ .
- Déterminer un rendement de synthèse.
- Inventorier les paramètres qui permettent d'améliorer le rendement d'une synthèse.
- Reconnaître, entre deux protocoles, le paramètre qui a été modifié et justifier son rôle sur l'évolution du rendement.
- Proposer et mettre en œuvre un protocole pour illustrer une amélioration du rendement d'une synthèse.
- Comparer des protocoles de synthèse et choisir le plus performant (rendement, coût, respect de l'environnement).

## ► Plan

### Introduction

Illustrer la notion de rendement, comment est-il calculé ? Différents types de rendements ?

### 1. Influence des réactifs

#### ⚙ Manip [10] p.488 : Synthèse de l'éthanoate d'isoamyle

Comparer les deux montages proposés en mettant en évidence la différence de réactivité entre les deux réactifs. Montrer que l'on obtient un meilleur rendement avec l'anhydride éthanoïque.

### 2. Influence du montage

#### ⚙ Manip : Utilisation d'un montage Dean-Stark

Comparer les rendements entre le montage initial et le montage Dean-Stark. Savoir expliquer son fonctionnement.

### Conclusion

Conclure sur l'importance du rendement sur des plans tant économiques qu'écologiques (chimie verte).

Niveau : Terminale STL-SPCL

Thème : Analyses physico-chimiques

## ► Bibliographie

[8] J.F. Le Maréchal and B. Nowak-Leclercq. *La Chimie expérimentale Tome 1 : Chimie Générale*. Dunod, 2000

## ► Notions à illustrer

Protocole de synthèse organique :

- Électrode.
- Potentiel d'électrode : électrode standard à hydrogène, électrode de référence, relation de Nernst, potentiel standard.
- Le potentiel d'électrode, un outil de prévision : polarité et tension à vide (fem) des piles, sens spontané d'évolution d'un système, siège d'une réaction d'oxydo-réduction.
- Classement des oxydants et des réducteurs : échelles de potentiels, échelles de potentiels standards, relation entre différence des potentiels standards et caractère plus ou moins favorisé d'une transformation.
- Électrode spécifique, dosages par capteurs électrochimiques.
- Analyse en temps réel pour prévenir toutes pollutions et limiter les risques.

## ► Compétences

- Concevoir et mettre en œuvre un protocole pour déterminer un potentiel d'électrode à l'aide d'électrodes de référence.
- *Déterminer expérimentalement les paramètres d'influence sur un potentiel d'électrode.*
- Concevoir et mettre en œuvre un protocole pour déterminer ou vérifier la relation entre le potentiel d'électrode et les concentrations des constituants du couple.
- Prévoir, à l'aide des potentiels d'électrode, la polarité d'une pile, sa tension à vide (fem) et son évolution lors de son fonctionnement et valider expérimentalement ces prévisions.
- Concevoir et mettre en œuvre un protocole de dosage par étalonnage d'une espèce chimique à l'aide d'un capteur électrochimique.
- Extraire des informations pour illustrer des applications historiques, actuelles et en développement des capteurs électrochimiques, notamment dans le cadre de mesures environnementales : mesures de traces d'éléments, dosage de gaz (polluants, sonde lambda), analyse en temps réel et transmission des données pour contrôle et régulation.

## ► Plan

### Introduction

Prérequis : Chimie et développement durable , Dosage par étalonnage (1ère STL-SPCL)

### 1. Prévisions à l'aide d'électrodes

⚙ Manip [8] p.190 : Pile Daniell

Aborder les notions de polarité, fem, redox..

### 2. Facteurs d'influence

⚙ Manip [8] p.207 : Potentiel d'électrode et facteurs d'influence

Réaliser une pile cuivre/fer. On peut relever les potentiels aux électrodes et étudier l'influence lorsque l'on fait varier la concentration, la température etc...

### 3. Dosage par étalonnage

⚙ Manip : Dosage par étalonnage d'une eau polluée

Déterminer la teneur en cuivre à l'aide d'un capteur électrochimique.

### Conclusion

Niveau : Terminale STL-SPCL

Thème : Synthèses chimiques

## ► Bibliographie

[1] R. Barbe and J.F. Le Maréchal. *La Chimie expérimentale Tome 2 : Chimie organique et minérale*. Dunod, 2007

## ► Notions à illustrer

- Électrolyse, électrosynthèse, photosynthèse.
- Transformation forcée : apport d'énergie et évolution hors équilibre du système.
- Bilan de matière lors d'une électrolyse. Applications courantes des électrolyses à la synthèse.

## ► Compétences

- Réaliser expérimentalement et interpréter quelques électrolyses, dont celle de l'eau.
- Identifier expérimentalement ou à partir du schéma du circuit électrique la cathode et l'anode d'un électrolyseur.
- Prévoir les réactions possibles aux électrodes, les couples mis en jeu étant donnés.
- Identifier et/ou caractériser expérimentalement les espèces chimiques formées aux électrodes.
- Écrire les équations des réactions aux électrodes connaissant les produits formés.
- Distinguer le caractère forcé des électrolyses et des photosynthèses, du caractère spontané d'autres transformations, en comparant l'évolution du quotient de réaction par rapport à la constante d'équilibre.
- Repérer la source d'énergie mise en œuvre dans une transformation forcée.
- Prévoir les quantités de produits formés dans des cas simples et confronter les prévisions du modèle aux mesures.
- Déterminer le rendement d'une électrosynthèse.
- Citer quelques applications courantes des électrolyses : synthèse de métaux, de produits minéraux et organiques, stockage d'énergie, analyse et traitement de polluants.
- Analyser différentes voies de synthèses et montrer que l'électrolyse peut permettre de respecter quelques principes de la chimie verte (matières premières renouvelables, non-consommation de ressources fossiles, absence de sous-produits carbonés).

## ► Plan

### Introduction

Prérequis : Synthèse et environnement, Dosage par titrage (1ère STL-SPCL).

## 1. Le caractère forcé de l'électrolyse

### ⚙ Manip : Électrolyse de l'eau

Étude qualitative avec les gaz formés à chaque électrode ( $H_2$  et  $O_2$ ) avec des allumettes. Avec le volume de  $H_2$ , le temps et l'intensité, on peut retrouver le Faraday.

Il est possible d'ajouter du BBT afin de distinguer deux colorations différentes dans les tubes.

## 2. Application au cuivre

### ⚙ Manip [1] p.225 : Obtention du cuivre par électrolyse

Formation de cuivre solide à partir d'ions  $Cu^{2+}$  présents en solution.

## Conclusion

Ouverture vers capteurs électrochimiques et stockage de l'énergie (enjeux de demain).

Niveau : Terminale STi2D

Thème : Transport

## ► Bibliographie

[1] R. Barbe and J.F. Le Maréchal. *La Chimie expérimentale Tome 2 : Chimie organique et minérale*. Dunod, 2007

## ► Notions à illustrer

- Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme électrique.
- Piles, accumulateurs, piles à combustible.

## ► Compétences

- Citer les caractéristiques des piles et leurs évolutions technologiques.
- Identifier l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans une pile à partir de la polarité de la pile ou des couples oxydant/réducteur.
- Écrire les équations des réactions aux électrodes.
- Expliquer le fonctionnement d'une pile, d'un accumulateur, d'une pile à combustible.
- Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir la quantité d'électricité totale disponible dans une pile.
- Associer charge et décharge d'un accumulateur à des transferts et conversions d'énergie.
- Définir les conditions d'utilisation optimales d'une batterie d'accumulateurs : l'énergie disponible, le courant de charge optimum et le courant de décharge maximal.

## ► Plan

### Introduction

Rappels sur Énergie et puissance électriques : tension, intensité. Propriétés électriques des matériaux. condensateur, dans une bobine.

### 1. Exemple d'une pile

#### ⚙ Manip [8] p.190 : La pile Daniell.

Piles constituée de deux demi-piles reliées par un pont salin (transport d'ions). La première demi-pile est constituée de zinc, la seconde de cuivre. Expliquer la nécessité d'un pont ionique, schéma détaillé du mouvement des charges. Présenter d'autres types de piles : Leclanché, présentation des piles commerciales.

### 2. Exemple d'un accumulateur

#### ⚙ Manip [8] p.201 : L'accumulateur au plomb.

Deux plaques de plomb trempent dans de l'acide sulfurique. On mesure le courant et les potentiels aux bornes de l'accumulateur. Pendant la charge : formation de  $H_2$  à la cathode (bulles au pôle - en électrolyse) et formation de  $PbO_2$  à l'anode (couleur brune). Pendant la décharge :  $PbO_2$  se transforme en  $Pb^{2+}$  et à l'anode  $Pb$  en  $Pb^{2+}$ . Pour calculer les rendements, on détermine les temps de décharge ( $Q = i \times t$ ).

### Conclusion

Les piles et accumulateurs présentent un grand intérêt pour les défis énergétiques de demain. Ils sont d'importance dans l'optique du remplacement totale des énergies fossiles.

🔴 **Attention** : Faire une progression se basant sur les acquis du collège au lycée!

**Niveau** : Terminale S      **Thème** : Agir

## ► Bibliographie

[8] J.F. Le Maréchal and B. Nowak-Leclercq. *La Chimie expérimentale Tome 1 : Chimie Générale*. Dunod, 2000

[2] M. Barde, N. Barde, and J-P. Bellier. *Physique-Chimie 1S*. Hachette, 2011

## ► Notions à illustrer

Première S :

- Piles salines, piles alcalines, piles à combustible.
- Accumulateurs.
- Polarité des électrodes, réactions aux électrodes.
- Oxydant, réducteur, couple oxydant/réducteur, réaction d'oxydo-réduction.
- Modèle par transfert d'électrons.
- Alcools, aldéhydes, cétones : nomenclature, oxydations.

Terminale S Spé (Mots-Clés) :

- Eau et énergie : Piles à combustible. Production de dihydrogène.
- Cycle de vie : Élaboration, vieillissement, corrosion, protection, recyclage, élimination.

## ► Compétences

Première S :

- Pratiquer une démarche expérimentale pour réaliser une pile et modéliser son fonctionnement. Relier la polarité de la pile aux réactions mises en jeu aux électrodes.
- Recueillir et exploiter des informations sur les piles ou les accumulateurs dans la perspective du défi énergétique.
- Reconnaître l'oxydant et le réducteur dans un couple.
- Écrire l'équation d'une réaction d'oxydo-réduction en utilisant les demi-équations redox.
- Nommer des alcools, aldéhydes, cétones et acides carboxyliques.
- Reconnaître la classe d'un alcool.
- Écrire l'équation de la réaction d'oxydation d'un alcool et d'un aldéhyde.

## ► Plan

### Introduction

Prérequis : Molécules, atomes et ions (Cycle 4); Modèle de l'atome, Synthèse d'une espèce chimique (Seconde); Équilibrage d'équation, Pile et électrolyse, Oxydoréduction et test d'identification (1ère S).

### 1. Situation déclenchante : arbre de Diane

⚙️ **Manip [8] : Arbre de Diane**

Réaction entre  $AgNO_3(aq)$  et  $Cu_s$  : la solution devient bleu ( $Cu^{2+}$ ).

### 2. Oxydoréduction en chimie générale

⚙️ **Manip [8] : Pile Daniell**

Tracé du graphe  $E = f(i)$  pour retrouver la résistance interne de la pile.

⚙️ **Manip [8] : Anodisation du fer**

### 3. Oxydation d'un alcool secondaire

⚙️ **Manip [2] p.324 : Formation d'acétone et identification**

Oxydation du propan-2-ol par  $KMnO_4$ .

## Conclusion

# Bibliographie

- [1] R. Barbe and J.F. Le Maréchal. *La Chimie expérimentale Tome 2 : Chimie organique et minérale*. Dunod, 2007.
- [2] M. Barde, N. Barde, and J-P. Bellier. *Physique-Chimie 1S*. Hachette, 2011.
- [3] M. Barde, N. Barde, and J-P. Bellier. *Physique-Chimie TS Enseignement de spécialité*. Hachette, 2012.
- [4] M. Barde, N. Barde, and J-P. Bellier. *Physique-Chimie TS Enseignement spécifique*. Hachette, 2012.
- [5] A.-S. Bernard, S. Clède, and M.Émond. *Techniques expérimentales en Chimie*. Dunod, 2014.
- [6] T. Dulaurans, J. Calafell, and M. Giacino. *Physique-Chimie 2nde*. Hachette, 2014.
- [7] B. Fosset, C. Lefrou, A. Masson, and C.Minfotaud. *Chimie Physique Expérimentale*. Hermann, 2006.
- [8] J.F. Le Maréchal and B. Nowak-Leclercq. *La Chimie expérimentale Tome 1 : Chimie Générale*. Dunod, 2000.
- [9] V. Prévost, C. Ameline, and L. Bernard. *Physique-Chimie 2nde (Sirius)*. Hachette, 2014.
- [10] M. Ruffenach, T. Cariat, and V. Mora. *Physique-Chimie TS Enseignement spécifique*. Bordas, 2012.