

# XXV<sup>es</sup> Olympiades Nationales de la Chimie 2009

Thème : "Chimie et agro-ressources"

## EPREUVE PRATIQUE    PROTOCOLE

Durée de l'épreuve : 3 h 30

Le document comporte 7 feuilles

### NOTES IMPORTANTES

- ***Les candidats sont totalement responsables de la gestion du temps, de l'organisation de leur travail et de l'utilisation des données fournies en annexe, en fin de document.***
- ***Une « feuille de marche » est fournie. Elle sera remplie au fur et à mesure de l'avancée du travail et comportera toutes les réponses relatives à la partie expérimentale.***
- ***L'évaluation portera sur la qualité des gestes expérimentaux, la compréhension des principes et phénomènes, le rendement de la synthèse et de la purification, la qualité du produit obtenu (température de fusion et aspect du solide, résultats analytiques) et la précision du travail.***

**TOUT MANQUEMENT AUX REGLES DE SECURITE SERA SEVEREMENT SANCTIONNE**

## Introduction

L'homme a toujours su tirer profit des ressources naturelles qui l'entourent afin de se nourrir et d'améliorer sa qualité de vie. Si depuis le XIX<sup>e</sup> siècle la tendance est à l'industrialisation et à la productivité intensive, on note à l'heure actuelle une nette volonté de retour à une exploitation plus raisonnée afin de préserver la biodiversité sur notre planète.

C'est dans cette optique que le monde de la chimie se tourne de plus en plus aujourd'hui vers l'extraction de molécules naturelles (issues du milieu végétal ou animal) afin d'exploiter ce vivier aux champs d'application encore sous-estimés.

Le bouleau, arbre de la famille des Bétulacées, est très répandu dans les forêts du nord de l'Europe et des Etats-Unis et l'utilisation de son écorce remonte au Moyen-Âge, principalement en tant que substitut au parchemin. C'est Tobie Lowitz, marin et chimiste allemand, qui isola le premier en 1788 le principal constituant de l'écorce de bouleau : la bétuline.



La bétuline est une molécule appartenant à la famille des terpènes et dont les propriétés recouvrent à la fois le champ de

la médecine (activité anti-inflammatoire et anti-tumorale) ainsi que celui de la cosmétique (principe actif de crèmes protectrices de la peau). De plus, de récentes études ont permis de mettre en évidence une application dans le domaine du traitement anti-VIH de l'acide bétulinique synthétisé à partir de la bétuline.

Par ailleurs, afin d'utiliser les plantes comme tremplin pour synthétiser des molécules biologiquement actives, il est nécessaire de les cultiver sans engrais ni traitements chimiques trop conséquents. Ainsi, l'utilisation de produits phytosanitaires, telle la bouillie bordelaise, semble être un bon compromis.

La bouillie bordelaise, tolérée en agriculture biologique, est un fongicide très polyvalent utilisé pour le traitement des maladies cryptogamiques comme le mildiou (vigne, pomme de terre, ...), la tavelure du pommier, la cloque du pêcher. Elle se révèle aussi efficace contre certaines maladies bactériennes (bactériose).

A la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, on préparait cette suspension en dissolvant du sulfate de cuivre (2 kg pour une bouillie à 2 pour 100) dans 80 litres d'eau. Dans un second récipient, on versait lentement de l'eau sur 1 kg de chaux vive afin de l'éteindre et d'obtenir 20 litres de lait de chaux. Il suffisait alors de l'ajouter progressivement à la solution de sulfate de cuivre jusqu'à neutralisation.

Aujourd'hui la bouillie bordelaise du commerce est vendue sous forme d'une poudre bleue qui contient 20 % de cuivre (exprimé en cuivre « métal »). La suspension est préparée par le jardinier juste avant son utilisation en dispersant cette poudre dans de l'eau.

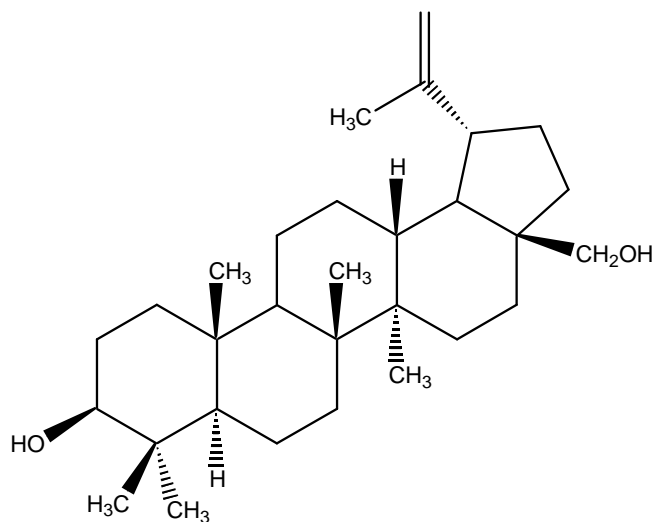
Les informations précédentes sont issues de *Le savoir des plantes* de Pierre Laszlo, *Journal Chemical of Education Vol 84 N°12* et de *l'encyclopédie Larousse*.

## Principe de la manipulation

L'épreuve consiste en deux grandes parties **totale**ment **indépendantes**.

- Dans la première partie, on réalise l'extraction à l'aide de dichlorométhane de la **bétuline** à partir de l'écorce de bouleau. Vient ensuite la purification par filtration sur célite et **l'évaporation du solvant** à l'aide d'un évaporateur rotatif. On réalise alors une analyse qualitative à l'aide d'une **chromatographie sur couche mince** afin de s'assurer de la présence de bétuline dans le produit obtenu et de son état de pureté.

A titre indicatif on représente ci-dessous la formule de la bétuline :



- Dans la seconde partie, on réalisera **le titrage du cuivre (II)** dans la bouillie bordelaise issue d'un produit commercial. Pour cela, on effectuera un **titrage indirect** à l'aide d'iodure de potassium et d'une solution étalonnée de thiosulfate de sodium. La proportion de cuivre (II) déterminée sera alors confrontée à celle indiquée par le fabricant.

*Le groupe Manipulation des Olympiades Nationales de la Chimie tient ici à remercier chaleureusement **l'ENCPB** et la société **Sanofi-Aventis** et, plus particulièrement, Monsieur Pascal DESMAZEAU pour la fourniture des produits chimiques utilisés dans la manipulation*

## Mode opératoire

### **PARTIE 1 – Extraction de la bétuline à partir de l'écorce de bouleau.**

1. Introduire dans le ballon de 250 mL la masse  $m_1$  prépesée proche de 10 g d'écorces de bouleau ciselées, une olive ainsi que 100 mL de dichlorométhane. Reporter la valeur de  $m_1$  sur la feuille de marche.
2. Réaliser un montage à reflux conformément au schéma fourni sur la feuille de marche.
3. Faire vérifier le montage par un membre du jury avant de chauffer au bain-marie puis chauffer à reflux modéré pendant 45 minutes.

*Pendant le reflux commencer la partie suivante concernant le dosage des ions cuivre (II).*

4. Filtrer le contenu du ballon dans un erlenmeyer de 250 mL à l'aide d'un entonnoir équipé de coton de verre. Rincer les écorces restant dans le ballon avec 2 fois 10 mL de dichlorométhane. Soit F1 le filtrat obtenu. Noter l'aspect du filtrat sur la feuille de marche.
5. Introduire alors l'équivalent de 100mL de célite dans un bécher de 250mL. Ajouter le volume minimal de dichlorométhane de façon à obtenir un mélange pâteux en agitant à l'aide d'une baguette de verre.

6. Equiper une fiole à vide avec un entonnoir Büchner et une rondelle de papier filtre que l'on prendra soin de mouiller avec du dichlorométhane.
7. Transvaser le contenu pâteux du bécher. S'aider de la tige en verre si nécessaire.
8. Faire le vide et verser **immédiatement** le contenu du filtrat F1.
9. Tarer le ballon propre et sec mis à votre disposition et noter la valeur de la tare  $m_2$  obtenue dans la feuille de marche.
10. Transvaser le contenu de la fiole à vide dans ce ballon puis appeler l'examineur affecté à l'évaporateur rotatif afin de procéder à l'évaporation du dichlorométhane.
11. Peser alors le ballon en notant la masse  $m_3$  sur la feuille de marche.
12. Récupérer dans une boîte de Pétri préalablement tarée (masse  $m_4$ , la noter sur la feuille de marche) autant de solide que possible à l'aide d'un fil de cuivre.
13. Peser la masse de l'ensemble {solide + boîte de Pétri}, masse  $m_5$ , puis mettre à l'étuve et relever la masse  $m_6$  au bout de 15 minutes environ. Reporter la valeur de ces deux masses sur la feuille de marche ainsi que l'aspect du solide obtenu.
14. Introduire dans la cuve à élution quelques millilitres du mélange éther-acétate d'éthyle (7/3).

15. Recueillir une pointe de spatule du solide présent dans la boîte de Pétri puis le dissoudre avec un peu d'éther dans un tube à hémolyse. Faire de même avec la bétuline commerciale.
16. Réaliser à l'aide de capillaires deux dépôts : l'un de la solution extraite, l'autre de la solution de bétuline commerciale. On déposera à quatre reprises au même endroit chaque solution. Effectuer l'élution.
17. Pour la révélation, saisir la plaque à l'aide d'une pince et pulvériser une solution d'acide sulfurique (20% en masse), puis la maintenir au dessus d'une plaque chauffante (environ 2 cm) jusqu'à révélation. Coller ensuite la plaque CCM à l'emplacement prévu sur la feuille de marche.

## **PARTIE 2 – Dosage du cuivre (II) dans la bouillie bordelaise.**

18. Introduire **quantitativement** dans une fiole jaugée de volume  $V_1 = 100,0$  mL la masse  $m_7$  prépesée de bouillie bordelaise (reporter cette valeur de masse sur la feuille de marche) puis :
  - ajouter 20 mL d'acide sulfurique de concentration  $C_A = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
  - Homogénéiser
  - Compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

On notera S la solution obtenue. Préciser son aspect sur la feuille de marche.

- Mesurer son pH et indiquer la valeur dans la feuille de marche.
19. Prélever  $V_2 = 20,0$  mL de la solution S et les introduire dans un erlenmeyer de 150 mL (*penser à homogénéiser le contenu de la fiole de 100 mL juste avant le prélèvement*). Répéter trois fois cette opération en vue de réaliser un dosage rapide et deux dosages précis.
  20. Ajouter 3 g d'iodure de potassium solide dans chacun des erlenmeyers et attendre au moins 5 minutes à l'obscurité avant d'effectuer le dosage. Décrire l'aspect du contenu de l'erlenmeyer sur la feuille de marche.
  21. Procéder à un premier dosage rapide (de 2 mL en 2 mL) du diiode formé par une solution de thiosulfate de sodium de concentration  $C_T = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . On utilise une pointe de spatule de thiodène comme indicateur de fin de dosage. On prendra soin **exceptionnellement** de l'introduire au début de ce dosage rapide. Noter le résultat sur la feuille de marche de façon appropriée.
  22. Conserver cet erlenmeyer afin de l'utiliser comme témoin pour les dosages précis.
  23. Réaliser deux dosages précis en reportant dans la feuille de résultats les valeurs des volumes équivalents  $V_3$  et  $V_4$ . Pour augmenter la précision du dosage on doit introduire le thiodène juste avant l'équivalence. Noter les deux volumes équivalents sur la feuille de marche.

## Données relatives aux risques et à la sécurité

Dichlorométhane	<p><b>R 40</b> – Possibilité d'effets irréversibles</p> <p><b>S 23</b> – Ne pas respirer les gaz, fumées, aérosols.</p> <p><b>S 24 / 25</b> – Eviter le contact avec la peau et les yeux.</p> <p><b>S 36 / 37</b> – Porter un vêtement de protection approprié et des gants.</p>
Ether diéthylique (ou éther)	<p><b>R 12</b> – Extrêmement inflammable.</p> <p><b>R 19</b> – Peut former des peroxydes explosifs.</p> <p><b>R 22</b> – Nocif en cas d'ingestion.</p> <p><b>R 66</b> – Une exposition répétée pourrait assécher la peau ou la crevasser.</p> <p><b>R 67</b> – Les vapeurs peuvent entraîner la somnolence et des étourdissements.</p> <p><b>S 9</b> – Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.</p> <p><b>S 16</b> – Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelle ; ne pas fumer.</p> <p><b>S 29</b> – Ne pas jeter les résidus à l'égout.</p> <p><b>S 33</b> – Eviter l'accumulation de charges électrostatiques.</p>
Acétate d'éthyle (ou éthanoate d'éthyle)	<p><b>R 11</b> – Facilement inflammable.</p> <p><b>R 36</b> – Irritant pour les yeux.</p> <p><b>R 66</b> – Une exposition répétée pourrait assécher la peau ou la crevasser.</p> <p><b>R 67</b> – Les vapeurs peuvent entraîner la somnolence et des étourdissements.</p> <p><b>S 16</b> – Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelle ; ne pas fumer.</p> <p><b>S 26</b> – En cas de contact avec les yeux laver immédiatement et abondamment et consulter un spécialiste.</p> <p><b>S 33</b> – Eviter l'accumulation de charges électrostatiques.</p>
Betuline	<p><b>R 36 / 37 / 38</b> – Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau.</p> <p><b>S 26</b> – En cas de contact avec les yeux laver immédiatement et abondamment et consulter un spécialiste.</p> <p><b>S 36</b> – Porter un vêtement de protection approprié.</p>

Acide sulfurique concentré	<p><b>R 34</b> – Provoque des brûlures.</p> <p><b>R 35</b> – Provoque de graves brûlures.</p> <p><b>S 26</b> – En cas de contact avec les yeux laver immédiatement et abondamment et consulter un spécialiste.</p> <p><b>S 30</b> – Ne jamais verser de l'eau dans ce produit.</p> <p><b>S 36</b> – Porter un vêtement de protection approprié.</p>
Acide sulfurique à 0,1 mol.L <sup>-1</sup>	<p><b>R 34</b> – Provoque des brûlures.</p> <p><b>S 23</b> – Ne pas respirer les gaz, fumées, aérosols.</p> <p><b>S 26</b> – En cas de contact avec les yeux laver immédiatement et abondamment et consulter un spécialiste.</p> <p><b>S 36 / 37 / 39</b> – Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux et/ou du visage.</p>
Iodure de potassium solide	<p><b>R 42 / 43</b> – Peut entraîner une sensibilisation par inhalation et contact avec la peau.</p> <p><b>S 22</b> – Ne pas respirer les poussières.</p> <p><b>S 36 / 37</b> – Porter un vêtement de protection approprié et des gants.</p>
Solution de thiosulfate de sodium à 5.10 <sup>-3</sup> mol.L <sup>-1</sup>	<p><b>S 24 / 25</b> – Eviter le contact avec la peau et les yeux.</p>
Thiodène	Non toxique en usage normal
Bouillie bordelaise	<p><b>S 2</b> - Conserver hors de portée des enfants</p> <p><b>S 13</b> - Conserver à l'écart des aliments et boissons y compris ceux pour animaux</p> <p><b>S 20 /21</b> - Ne pas manger, ne pas boire et ne pas fumer pendant l'utilisation</p> <p><b>S 24 / 25</b> - Eviter le contact avec la peau et les yeux</p> <p><b>S 29 / 35</b> - Ne pas jeter les résidus à l'égout ; ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toutes les précautions d'usage</p> <p><b>S 45</b> - En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible, lui montrer l'étiquette)</p> <p><b>S 3 / 9 / 49</b> - Conserver uniquement dans le récipient d'origine, dans un endroit frais et bien ventilé</p>

## Données numériques caractéristiques des réactifs et des produits

NOTE : la notation de GUGGENHEIM grandeur / unité désigne la valeur numérique de la grandeur dans l'unité correspondante. Ainsi,  $M / \text{g.mol}^{-1}$  désigne la valeur de la masse molaire  $M$  exprimée en  $\text{g.mol}^{-1}$ .

	Formule brute	Masse molaire $M / \text{g.mol}^{-1}$	Température de fusion $\theta_{fus} / ^\circ\text{C}$
Betuline		442	248 - 251
Sulfate de cuivre	$\text{CuSO}_4$	160	
Hydroxyde de calcium	$\text{Ca}(\text{HO})_2$	74,1	
Cuivre	$\text{Cu}$	63,5	
Iodure de potassium	$\text{KI}$	166	

## Données de solubilité des composés utilisés

*Solubilité de la bétuline :*

- Très faible dans l'eau
- Faible dans le dichlorométhane froid, grande dans le dichlorométhane chaud

*Solubilité du diiode :* Faible dans l'eau mais grande dans une solution aqueuse contenant des ions iodure  $\text{I}^-$



# XXV<sup>es</sup> Olympiades Nationales de la Chimie 2009

Thème: "Chimie et agro-ressources"

## EPREUVE PRATIQUE FEUILLE DE MARCHE DOCUMENT DESTINE AU JURY

NOM :

PRÉNOM :

TERMINALE<sup>(1)</sup> : S

CLPI

CENTRE<sup>(1)</sup> :

UPMC

ENCPB

*Durée de l'épreuve : 3 h 30*

*Le document comporte 3 pages*

### **Notes importantes**

- ◆ **Compléter la « feuille de marche » au fur et à mesure de l'avancée du travail. Noter en particulier l'heure de chaque opération indiquée (heure de début de l'opération).**
- ◆ **Les valeurs numériques expérimentales seront consignées sur la feuille de marche.**
- ◆ **Tout résultat donné sans unité sera considéré comme faux.**
- ◆ **La numérotation des cases (colonne de gauche – Pr) correspond à la numérotation des étapes du protocole.**

---

<sup>(1)</sup> Entourer la bonne réponse

Pr	Horaire			R
<b>PARTIE 1 : EXTRACTION DE LA BETULINE</b>				
1.		Masse d'écorce	$m_1 =$	
2.				
3.		Début du reflux		
		Fin du reflux		
4.		Aspect du filtrat	En accord avec l'observation de l'examineur	2
9.		Tare du ballon	$m_2 =$	1
11.		Masse du ballon	$m_3 =$	1
12.		Tare de la boîte de Pétri	$m_4 =$	1
13.		Masse de la boîte de Pétri	$m_5 =$	1
				R1 = 6

		Heure de mise à l'étuve	
		Heure de sortie de l'étuve	
	Masse de la boîte de Pétri	$m_6 =$	1
	Aspect du solide	En accord avec l'observation de l'examinateur	2
			5
<b>17.</b>	Coller ci-dessous la plaque CCM.	Déterminer les rapports frontaux de chaque tache  $R_f = \frac{d}{D}$ avec $d$ mesuré au centre de la tache.  $R_f \text{ bétuline} = 0,77$ (commerciale <b>et</b> échantillon)  $R_f \text{ lupéol} = 0,88$	1 3 10

Pr	Horaire		R
<b>PARTIE 2 : DOSAGE DU CUIVRE (II) DANS LA BOUILLIE BORDELAISE</b>			
		Masse de bouillie bordelaise	$m_7 =$
<b>18.</b>		Aspect de la solution S	En accord avec l'observation de l'examinateur 1
			R2 = 23

		pH de la solution S	pH =	1
<b>20.</b>		Début du repos à l'obscurité		
		Fin du repos à l'obscurité		
		Aspect du contenu de l'erlenmeyer	En accord avec l'observation de l'examineur	1
<b>21.</b>		Résultat du dosage rapide		2
				1
<b>23.</b>		Premier volume équivalent	$V_3 =$	1
		Second volume équivalent	$V_4 =$	1
		Concordance des mesures:		10
		donc $V_{\text{éq}} =$		10
				R3 = 27

# XXV<sup>es</sup> Olympiades Nationales de la Chimie 2009

Thème : "Chimie et agro-ressources"

## EPREUVE PRATIQUE QUESTIONS ET DOCUMENTS-REponses DOCUMENT DESTINE AU JURY

NOM :

TERMINALE<sup>(1)</sup> :

S

CLPI

CENTRE<sup>(1)</sup> :

UPMC

ENCPB

Durée de l'épreuve : 3 h 30

Le document comporte 4 pages

### **Notes importantes**

- ♦ **Compléter la « feuille de marche » au fur et à mesure de l'avancée du travail.**
- ♦ **Les valeurs numériques expérimentales seront consignées sur la feuille de marche.**
- ♦ **La numérotation des questions correspond à la numérotation des étapes du protocole.**
- ♦ **Les résultats des calculs numériques seront donnés avec 3 chiffres significatifs au maximum.**
- ♦ **Tout résultat donné sans unité sera considéré comme faux.**

---

<sup>(1)</sup> Entourer la bonne réponse

	<b>Partie 1 – Extraction de la bétuline</b>	P	M
<b>0.</b>	Donner la formule brute de la bétuline en utilisant la formule développée donnée en introduction.		
	$C_{30}H_{50}O_2$	2	
<b>2.1.</b>	Légender le schéma placé en annexe.		
	Agitateur magnétique chauffant, barreau aimanté, réfrigérant, entrée et sortie d'eau, bain marie, support élévateur, pinces de fixation, ballon, mélange réactionnel.	5	
<b>2.2.</b>	Pourquoi faut-il chauffer à reflux ?		
	C'est pour améliorer l'efficacité de l'extraction (meilleure solubilité à chaud dans le dichlorométhane, action au niveau de l'écorce, ...). Cela permet aussi de liquéfier les vapeurs de solvant.		1 1
<b>4.</b>	Pourquoi faut-il rincer avec deux fois 10 mL de dichlorométhane plutôt que par une fois 20 mL ?		
	C'est pour améliorer le rendement d'extraction.		1
<b>5.</b>	Pourquoi ajouter de la célite sur le papier filtre ?		
	Cela permet de fixer les impuretés sur la célite et donc de les empêcher de passer dans le filtrat.		1
<b>8.</b>	Pourquoi faut-il verser immédiatement le filtrat sur la célite ?		
	C'est pour éviter à la pâte de célite de sécher et de perdre son efficacité.		1
<b>10.1.</b>	Pourquoi faut-il évaporer le dichlorométhane ?		
	C'est pour pouvoir récupérer la bétuline extraite.	1	
<b>10.2.</b>	Quel est l'intérêt d'utiliser un évaporateur rotatif ?		
	Cela permet d' <b>évaporer</b> le dichlorométhane plus <b>rapidement</b> en profitant du vide de la trompe à eau et du chauffage.	1 1	
	Sous total page 1	P1 = 10	M1 = 5

<b>10.3.</b>	Quel autre montage aurait pu remplacer l'évaporateur rotatif ?		
	On aurait pu utiliser un montage de distillation pour récupérer le dichlorométhane. Toute proposition pertinente est acceptée.	1	
<b>11.</b>	Calculer la masse $m'_3$ de solide contenu dans le ballon.		
	$m'_3 = m_3 - m_2$	1	
<b>13.1.</b>	Comparer les masses $m_5$ et $m_6$ . Conclure.		
	$m_5$ et $m_6$ doivent être proches. Tout commentaire adapté est accepté.	1 1	
<b>13.2.</b>	Calculer la masse de bétuline $m'_6$ obtenue par l'extraction après séchage à l'étuve.		
	$m'_6 = m_6 - m_4$	1	
<b>13.3.</b>	En déduire la teneur de bétuline dans l'écorce de bouleau.		
	$T = m'_6 / m_1$	1 1	
<b>14.</b>	Rappeler les critères pris en compte dans le choix d'un éluant en chromatographie.		
	Ce doit être un solvant le moins toxique possible, inerte chimiquement, permettant une bonne séparation des autres espèces chimiques présentes.	1 1	
<b>16.</b>	Pourquoi faut-il effectuer quatre dépôts pour chaque échantillon sur la plaque de chromatographie ?		
	Cela permet d'augmenter la concentration en espèce chimique tout en gardant une dimension de dépôt modérée.		1
<b>17.2.</b>	Commenter le chromatogramme obtenu.		
	On a obtenu de la bétuline par comparaison avec l'échantillon de référence. De plus, l'échantillon n'est pas pur car on voit la présence d'une autre tâche.	3	
<b>17.3.</b>	Citer deux autres moyens pour révéler une CCM.		
	On peut utiliser les UV, une solution de permanganate de potassium ou du diode en fonction de la nature de l'espèce chimique à mettre en évidence.	2	
	Sous total page 2	P2 = 14	M2 = 1

<b>17.4.</b>	Quelle autre technique permet de vérifier la pureté d'un échantillon solide ?		
	On peut mesurer la température de fusion avec un banc Köfler ou un tube de thiele	1	
<b>18.1.</b>	On donne le diagramme de prédominance suivant : $\begin{array}{c} 5,4 \\ \hline \xrightarrow{\hspace{10em}} \\ \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \hspace{10em} \text{Cu(OH)}_{2(s)} \hspace{10em} \text{pH} \end{array}$ Que se passerait-il si la bouillie bordelaise était introduite dans de l'eau distillée ?		
	La solubilisation ne serait pas totale à cause de la présence d'un précipité d'hydroxyde de cuivre II.	1	
<b>18.2.</b>	Quels sont les ions majoritairement présents dans la solution S ?		
	On trouve les ions cuivre II, oxonium, sulfate, calcium.	2	
<b>20.1.</b>	Sachant que les deux couples redox mis en jeu dans cette étape sont : $\text{Cu}^{2+} / \text{CuI}$ et $\text{I}_2 / \text{I}^-$ et que l'équation de la transformation chimique est : $2 \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 4 \text{I}^-_{(aq)} = 2 \text{CuI}_{(s)} + \text{I}_{2(aq)}$ Retrouver les deux demi-équations rédox.		
	$\text{I}^- + \text{Cu}^{2+} + \text{e}^- = \text{CuI}$ $2 \text{e}^- + \text{I}_2 = 2 \text{I}^-$	2 1	
<b>20.2.</b>	Trouver la relation entre la quantité de matière initiale d'ions cuivre II dans l'erlenmeyer, $n(\text{Cu}^{2+})$ , et la quantité de matière de diiode formée $n(\text{I}_2)$ .		
	$n(\text{Cu}^{2+}) = 2 \times n(\text{I}_2)$	1	
<b>20.3.</b>	En faisant l'hypothèse que la bouillie bordelaise est uniquement constituée de sulfate de cuivre II, comparer les quantités de matière en ions cuivre II et en ions iodure apportée. Conclure.		
	On a $6 \times 10^{-4}$ mol d'ions cuivre II et $2 \times 10^{-2}$ mol d'ions iodure. On est donc en large excès d'ions iodure.	3	
<b>20.4.</b>	Pourquoi faut-il attendre 5 minutes avant d'effectuer le dosage ?		
	C'est pour des raisons de cinétique.		1
	Sous total page 3	P3 = 11	M3 = 1



<b>21.1.</b>	Sachant que les deux couples redox mis en jeu dans le dosage sont : $I_2/I^-$ et $S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$ , trouver l'équation de la transformation chimique associée au dosage.		
	$I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) = 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$	1	
<b>21.2.</b>	En quoi l'utilisation du thiodène améliore le repérage de l'équivalence ? Par quoi peut-on le remplacer ?		
	Cela permet d'avoir un meilleur contraste lors du virage à l'équivalence. Il est possible d'utiliser aussi de l'empois d'amidon.		1
			1
<b>23.1.</b>	Calculer la quantité de matière $n_T$ de thiosulfate introduite à l'équivalence.		
	$n_T = C_T \times V_{\text{éq}}$ (à peu près $6,5 \cdot 10^{-5}$ mol)	1 1	
<b>23.2.</b>	En déduire la quantité de matière $n(I_2)$ .		
	$n(I_2) = n_T / 2$ (à peu près $3,3 \cdot 10^{-5}$ mol)	1 1	
<b>23.3.</b>	En déduire la quantité de matière $n(Cu^{2+})$ .		
	$n(Cu^{2+}) = n_T$ (à peu près $6,5 \cdot 10^{-5}$ mol)	1	
<b>23.4.</b>	En déduire la masse d'ions cuivre $m_8$ contenu dans l'échantillon de bouillie bordelaise.		
	$m_8 = n_T \times M(Cu) \times 5 \approx 2,1 \cdot 10^{-2}$ g	2 1	
<b>23.5.</b>	Trouver le pourcentage massique en cuivre dans la bouillie bordelaise en utilisant la relation suivante : $P = 159 \times V_{\text{éq}} / m_7$ Remarque : $V_{\text{éq}}$ est exprimé en L et $m_7$ en g.		
	$P = 20 \%$	1	
<b>23.6.</b>	Retrouver la relation précédente.		
	$P = m_8 / m_7 \times 100 = n_T \times M(Cu) \times 5 \times 100 / m_7 = C_T \times V_{\text{éq}} \times M(Cu) \times 5 \times 100 / m_7 = 159 \times V_{\text{éq}} / m_7$	3	
	Sous total page 4	P4 = 13	M4 = 2