



**RÉGION ACADÉMIQUE
ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport de Jury

Concours externe

Adjoint technique principal 2^e classe de recherche et de formation

Branche d'activité professionnelle « B »
Académies de Paris – Créteil - Versailles

Session 2026

Rapport de jury présenté par Sylvain MARC

Président de jury

Composition du jury

MARC Sylvain	Professeur certifié, Président	Versailles
TOMOLILLO Frédéric	Professeur agrégé,	Créteil
BELLIER Amandine	Assistante ingénieure en analyse chimique Vice-présidente	Paris
DELANNAY Sarah	Assistante ingénieure chimie et sciences physiques, Experte	Versailles
RINGEARD Jean-Marie	Professeur Certifié	Paris

Avant-propos

Ce rapport a pour objectif de présenter un bilan de la session 2026 du concours afin d'accompagner les futurs candidats dans leur préparation aux prochaines éditions. Outre des données statistiques, il expose les principaux enjeux du concours, les modalités des épreuves d'admissibilité et d'admission, ainsi que les attentes et les critères d'évaluation retenus par le jury. Pour préparer le concours dans les meilleures conditions, il est recommandé de consulter ce rapport en complément de ceux des sessions précédentes, ainsi que les informations mises à disposition sur les sites des trois académies franciliennes et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

L'emploi-type associé à ce concours est « Préparateur-trice en chimie et sciences-physiques ». Le jury nommé pour la session 2026 était composé de cinq membres, respectant la parité homme-femme, provenant des trois académies d'Ile de France.

Comme lors des sessions précédentes, le jury a constaté avec satisfaction la grande diversité des profils des candidats, tant du point de vue de leur formation initiale que de leur parcours professionnel. Cette diversité confirme qu'il n'existe pas de profil type pour réussir ce concours : tout candidat disposant des connaissances en physique-chimie et d'une bonne compréhension des missions associées à l'emploi-type peut répondre aux attentes du jury. Plusieurs candidats ont ainsi su mettre en valeur leur expérience avec clarté et dynamisme, témoignant de leur aptitude à exercer les fonctions visées. Le jury tient à saluer la qualité de ces prestations.

Le jury encourage vivement les candidats non admis à mieux se familiariser avec le quotidien d'un adjoint technique en physique-chimie. À cette fin, il leur recommande de rechercher des opportunités d'exercer ces fonctions en qualité de contractuel ou de se rapprocher de France Travail afin d'effectuer des périodes d'immersion ou des stages d'observation. Ces expériences constituent un moyen privilégié d'acquérir une connaissance concrète du métier, d'en appréhender les

différentes dimensions et de mieux comprendre la contribution essentielle de ces personnels à la réussite des élèves.

Les candidats ayant exercé ou exerçant des fonctions de contractuel sont également invités à participer aux actions de formation proposées par les académies, qui leur permettront de consolider leurs compétences professionnelles et de mieux préparer une future présentation au concours.

Le jury déplore le faible nombre de candidatures au regard des postes ouverts au concours, notamment dans l'académie de Créteil. Il s'est attaché, tout au long du processus de sélection, à assurer une parfaite équité de traitement entre les candidats, aussi bien lors des épreuves d'admissibilité que des épreuves d'admission.

Epreuves et programme

Les programmes du concours sont disponibles sur le site du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche¹.

Epreuve d'admissibilité :

Cette épreuve vise à évaluer les connaissances et les compétences des candidats en physique et en chimie. Les questions proposées peuvent porter aussi bien sur des aspects théoriques que sur des situations professionnelles concrètes, représentatives des missions exercées par un adjoint technique. Elles peuvent notamment concerner la connaissance du matériel scientifique et de la verrerie de laboratoire, les règles d'hygiène et de sécurité (gestion des déchets, équipements de protection individuelle et collective, prévention des risques), ainsi que les pratiques professionnelles, telles que les relations avec les fournisseurs ou d'autres partenaires extérieurs. D'une durée de deux heures, cette épreuve est affectée du coefficient 3.

Le jury recommande aux candidats de prendre connaissance de l'ensemble du sujet avant d'en commencer la résolution, afin d'en apprécier la structure, de gérer efficacement leur temps et de hiérarchiser les difficultés. Un adjoint technique est en effet amené à intervenir aussi bien en physique qu'en chimie ; le jury attend donc des candidats qu'ils maîtrisent les connaissances scientifiques dans chacune de ces deux disciplines.

Le sujet de l'épreuve d'admissibilité est disponible à la fin de ce rapport.

La partie physique du sujet s'appuie sur tous les domaines de la physique dans lesquels un adjoint technique est susceptible d'intervenir :

- optique ;
- thermodynamique ;
- électricité ;
- mesures et instrumentation.

La partie chimie en lien avec des situations susceptibles d'être rencontrées en laboratoire :

- préparation de solutions, calculs de concentration ;

¹ https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/NV_Prog_2015/94/9/Programmes_BAP_B_SF_-_BC_652949.pdf

- rédaction de protocoles de préparation ;
- notions relatives à la sécurité ;
- matériel nécessaire à la réalisation d'une synthèse, d'un titrage ;
- exploitation de résultats d'expériences.

Il a également été demandé aux candidats de rédiger un courriel au service après-vente d'un fournisseur.

D'une manière générale, le jury a constaté des difficultés récurrentes dans la réalisation des calculs. L'utilisation des formules fondamentales pour déterminer des valeurs numériques a souvent posé problème aux candidats. Des lacunes importantes ont également été relevées dans les conversions d'unités, l'association des unités aux grandeurs physiques correspondantes ainsi que dans l'exploitation de graphiques.

En revanche, le jury a apprécié la bonne maîtrise des pictogrammes de sécurité et des principales règles de sécurité applicables aux manipulations en laboratoire de chimie. Le jury regrette par ailleurs que l'exploitation d'un pourcentage massique dans le cadre de la préparation d'une solution ait été peu ou mal maîtrisée. De même, les notions de masse molaire et leur utilisation dans les calculs demeurent insuffisamment assimilées par une partie des candidats. À l'inverse, le jury a apprécié les copies claires, structurées et soigneusement rédigées, présentant des réponses précises, argumentées et correctement justifiées.

La question portant sur la rédaction d'un courriel destiné à un fournisseur afin d'obtenir le remplacement d'un produit chimique a donné lieu à des productions très hétérogènes. Le jury rappelle qu'un adjoint technique est régulièrement amené à rédiger ce type d'écrit dans l'exercice de ses fonctions. Une bonne maîtrise de l'expression écrite est donc attendue.

Enfin, le jury rappelle que le principe d'anonymat doit être strictement respecté dans ce type d'exercice. Les candidats ne doivent en aucun cas signer le courriel de leur nom ou faire apparaître tout autre élément permettant de les identifier.

Epreuve d'admission :

L'épreuve, qui a pour coefficient 5, est constituée de trois parties indépendantes, dont deux à caractère expérimental :

- une partie expérimentale de chimie (40 minutes) ;
- une partie expérimentale de physique (40 minutes) ;
- un entretien devant le jury (20 minutes).

Partie expérimentale

Le jury a souhaité dans cette partie évaluer les candidats sur leur maîtrise des gestes techniques. Les parties expérimentales sont directement liées aux missions qui relèvent de l'emploi-type : savoir reconnaître et utiliser du matériel usuel de laboratoire de physique et de chimie, mettre en place des montages pour les élèves, proposer une maintenance de premier niveau, connaître les logiciels informatiques utilisés dans le cadre de l'enseignement de la physique et de la chimie. Le jury avait donc choisi des tâches courantes utilisant du matériel standard, ce qui lui a permis

d'évaluer la maîtrise de quelques fondamentaux du métier : choix de matériel, utilisation correcte de celui-ci, respect des consignes de sécurité, aisance et précision des gestes techniques, gestion du plan de travail.

En chimie, les candidats devaient préparer une solution aqueuse par dilution dans le respect des règles de sécurité, identifier parmi plusieurs électrodes une électrode de verre et une électrode au calomel saturé, procéder à l'étalonnage d'un pH-mètre, puis mesurer le pH de la solution préparée ainsi que celui de la solution mère. L'épreuve comportait également des questions portant sur l'identification de matériel couramment utilisé en chimie organique ainsi que sur les règles de sécurité applicables en laboratoire.

Le jury rappelle que le port des équipements de protection individuelle, notamment des gants, doit être adapté à la nature des manipulations réalisées. Les candidats doivent être en mesure de justifier leur utilisation et de connaître les situations dans lesquelles leur port est requis ou, au contraire, inapproprié afin d'éviter tout risque de contamination.

Les activités proposées dans ce travail pratique sont couramment demandées à un adjoint-technique dans l'exercice de ses fonctions. Il doit en effet être capable de réaliser des solutions à la demande, de vérifier leur concentration et de préparer des montages pour des expériences de bureau réalisées par les professeurs.

Le jury a évalué la maîtrise de quelques fondamentaux du métier : choix du matériel, utilisation correcte de celui-ci, aisance et précision des gestes techniques. Le jury constate que les candidats connaissent mal le matériel d'analyse de chimie organique ou le nom et le rôle des électrodes usuelles.

De plus, certains candidats montrent des difficultés à s'adapter aux matériels mis à leur disposition : ceux-ci varient pourtant d'un établissement à l'autre. Le jury souhaite que les candidats se renseignent davantage sur le rôle et la manipulation du matériel habituellement utilisé en établissement.

En physique, les candidats devaient identifier du matériel couramment utilisé dans les laboratoires des lycées, couvrant différents domaines de la discipline. Ils étaient également amenés à diagnostiquer une panne sur un montage simple d'électricité et à effectuer une intervention de maintenance de premier niveau. L'épreuve comportait en outre la réalisation d'un circuit de charge et de décharge d'un condensateur à travers un conducteur ohmique, ainsi que le réglage d'un générateur de signaux afin qu'il délivre une tension conforme aux caractéristiques précisées dans le sujet. Enfin, les candidats devaient utiliser un tableur (de type Excel ou LibreOffice Calc) pour élaborer un bon de commande à partir d'une liste de matériel et en calculer automatiquement le coût total. Cette dernière activité visait à évaluer leur maîtrise des outils bureautiques couramment mobilisés dans les missions d'un adjoint technique.

Le jury a constaté que trop peu de candidats étaient en mesure d'identifier correctement le matériel mis à leur disposition lors de la première partie de l'épreuve. Il recommande donc aux futurs candidats de se familiariser avec les équipements couramment utilisés dans les laboratoires de lycée en consultant, au cours de leur préparation, les catalogues des principaux fournisseurs de matériel scientifique. Cette

démarche leur permettra d'acquérir le vocabulaire technique et de mieux reconnaître les instruments et appareils qu'ils seront amenés à utiliser dans l'exercice de leurs fonctions.

Le jury a apprécié que la majorité des candidats soient parvenus à diagnostiquer les pannes et à effectuer les réparations demandées. Cette compétence est en effet essentielle, la maintenance de premier niveau des équipements scientifiques constituant l'une des missions fondamentales de l'adjoint technique.

Le jury regrette qu'un nombre encore important de candidats ne maîtrise pas la réalisation d'un montage électrique pourtant fondamental dans les laboratoires de lycée. Plusieurs candidats ont éprouvé des difficultés à réaliser le montage à partir du schéma fourni, et certains ont même choisi de ne pas traiter cette partie de l'épreuve.

En chimie, le jury regrette que certains candidats n'aient pas porté spontanément les équipements de protection individuelle adaptés, alors que le respect des règles de sécurité est indispensable en laboratoire. Il a également constaté des difficultés généralisées pour identifier les électrodes nécessaires à la mesure du pH, compétence pourtant essentielle.

Par ailleurs, de nombreux candidats n'ont pas su gérer efficacement le temps imparti et n'ont pu traiter l'ensemble des questions. L'organisation de la paillasse, le rangement du matériel et la rigueur dans la conduite des manipulations demeurent également des points à améliorer.

Le jury invite les futurs candidats à consolider leur maîtrise des principales techniques expérimentales, à s'entraîner dans des conditions proches de celles du concours et à adopter une démarche plus méthodique, rigoureuse et respectueuse des règles de sécurité.

Dans le cadre du concours le jury a laissé les candidats évoluer en autonomie et a interagi le moins possible dans leurs choix et gestes au cours des deux épreuves pratiques. Toutefois le jury a veillé à ce qu'ils ne restent pas bloqués sur une partie du sujet. Ces aides ponctuelles ont permis aux candidats d'avancer dans les travaux demandés mais le jury a également pris en compte cette aide au moment de la notation.

Partie entretien

Concernant l'entretien, le jury rappelle qu'il se déroule en deux temps :

- une présentation du candidat, de son parcours et de sa motivation, d'une durée maximale de cinq minutes ;
- un échange avec le jury pour approfondir le sujet et analyser la connaissance de l'emploi-type, d'une durée maximale de quinze minutes.

À l'entrée de chaque candidat, le président du jury a rappelé les modalités de déroulement de l'épreuve. Afin de garantir l'égalité de traitement, le jury a veillé à respecter une organisation identique pour tous les candidats, tant en ce qui concerne le temps consacré à chaque séquence que la nature des questions posées.

Lors de l'entretien, le jury attend des candidats qu'ils soient capables de se projeter dans les fonctions d'un adjoint technique exerçant en laboratoire et qu'ils démontrent une bonne compréhension des missions qui leur seront confiées. Les postes offerts au concours étant variés, les lauréats peuvent être affectés, selon les besoins, aussi bien dans un établissement d'enseignement supérieur que dans un établissement scolaire, au sein d'équipes de tailles différentes. Certains pourront ainsi être amenés à assurer seuls la gestion d'un laboratoire, ce qui requiert une réelle autonomie.

Le jury recommande donc aux candidats de se renseigner sur les missions de l'emploi-type, les conditions d'exercice du métier en lycée comme dans l'enseignement supérieur, ainsi que sur les perspectives d'évolution professionnelle offertes au sein de la filière.

Le jury constate que la majorité des candidats n'avaient pas suffisamment préparé leur présentation liminaire de cinq minutes. Souvent trop succincte, celle-ci ne permettait pas de mettre en valeur leur parcours, tant académique que professionnel, ni d'expliquer les choix qui l'ont jalonné. L'analyse des compétences acquises, en lien avec les missions de l'emploi visé, était également trop souvent insuffisante.

Par ailleurs, malgré des expériences parfois riches et diversifiées, de nombreux candidats ont écourté leur présentation sans exploiter pleinement le temps qui leur était imparti. Le jury recommande donc de préparer cet exposé avec soin, en adoptant une structure claire et cohérente, par exemple en annonçant un plan dès le début de l'intervention. Une présentation organisée facilite les échanges avec le jury et permet de mieux valoriser le parcours et les compétences du candidat.

Au cours de l'entretien, le candidat doit être en mesure de répondre à des questions portant sur des situations professionnelles concrètes, telles que les relations avec les enseignants, la hiérarchie ou les fournisseurs, ainsi que sur l'organisation de son travail. Le jury attend également qu'il soit capable d'analyser les difficultés rencontrées, ou susceptibles de l'être, et de présenter les solutions mises en œuvre ou qu'il envisagerait d'adopter.

Les candidats ne disposant pas d'une expérience professionnelle dans ces fonctions doivent, quant à eux, démontrer leur capacité à se projeter dans les missions d'un adjoint technique et à proposer des réponses adaptées aux situations évoquées.

Déroulement des épreuves

Les épreuves d'admissibilité se sont déroulées au lycée Hoche, à Versailles, le mercredi 20 mai 2026.

Les épreuves d'admission se sont déroulées au lycée Corot, à Savigny-sur-Orge du mardi 23 juin au mercredi 24 juin 2026.

Informations statistiques

Le nombre de postes ouverts à la session 2026 était de 50, répartis de la manière suivante :

Créteil	15 postes
Paris	18 postes
Versailles	17 postes

Il y avait 29 candidats inscrits, et le nombre de candidats présents aux épreuves d'admissibilité était de 23.

La barre d'admissibilité a été fixée à 8,0/20, pour les trois académies : 18 candidats ont été déclarés admissibles. Lors des épreuves d'admission, 14 candidats se sont présentés, et la barre d'admission a été fixée à 9,5/20 : 12 candidats ont été déclarés admis. La répartition, selon les académies, est la suivante :

Académie	Inscrits	Présents à l'épreuve écrite	Admissibles	Présents à l'épreuve orale	Admis
Créteil	4	3	3	2	2
Paris	11	8	4	4	3
Versailles	14	12	11	8	7

Répartition homme/femme

Nombre de candidats inscrits : 29

Académie	Candidats	Hommes	Femmes	Hommes %	Femmes %
Créteil	4	1	3	25	75
Paris	11	6	5	55	45
Versailles	14	9	5	64	36

Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite : 23

Académie	Candidats	Hommes	Femmes	Hommes %	Femmes %
Créteil	3	0	3	0	100
Paris	8	4	4	50	50
Versailles	12	8	4	67	33

Nombre de candidats admissibles : 18

Académie	Candidats	Hommes	Femmes	Hommes %	Femmes %
Créteil	3	0	3	0	100
Paris	4	2	2	50	50
Versailles	11	7	4	63	37

Nombre de candidats admis : 12

Académie	Candidats	Hommes	Femmes	Hommes %	Femmes %
Créteil	2	0	2	0	100
Paris	3	2	1	67	33
Versailles	7	4	3	57	43

Age des candidats

Les âges candidats inscrits

Académie	Candidats	18 - 30 ans	31 - 40 ans	41 - 50 ans	50 ans et +
Créteil	4	2	2	0	0
Paris	11	5	1	2	3
Versailles	14	6	5	2	1

Les âges des candidats présents à l'épreuve écrite

Académie	Candidats	18 - 30 ans	31 - 40 ans	41 - 50 ans	50 ans et +
Créteil	3	2	1	0	0
Paris	8	4	1	2	1
Versailles	12	5	4	2	1

Les âges des candidats admissibles

Académie	Candidats	18 - 30 ans	31 - 40 ans	41 - 50 ans	50 ans et +
Créteil	3	2	1	0	0
Paris	4	3	1	0	0
Versailles	11	4	4	1	2

Les âges des candidats admis

Académie	Candidats	18 - 30 ans	31 - 40 ans	41 - 50 ans	50 ans et +
Créteil	2	1	1	0	0
Paris	3	2	0	1	0
Versailles	7	3	3	1	0

CONCOURS EXTERNE
ADJOINT TECHNIQUE PRINCIPAL 2^e CLASSE DE RECHERCHE ET
DE FORMATION

BRANCHE D'ACTIVITE PROFESSIONNELLE « B »

Emploi type : Préparateur sciences physiques et chimie

Session 2026

Épreuve écrite d'admissibilité

DUREE DE L'ÉPREUVE : 2 HEURES

Coefficient 3

Lire attentivement les instructions figurant page 2 du présent dossier
avant de commencer à composer.

Centre organisateur : Rectorat de Versailles

INSTRUCTIONS IMPORTANTES

Ce sujet comporte **23 pages** (instructions comprises).
Le candidat doit s'assurer que son exemplaire est complet.
Si tel n'est pas le cas, il peut en demander un autre aux surveillants de l'épreuve.

Le sujet comporte un grand nombre de questions indépendantes.

Écrire soigneusement et ne pas utiliser de crayon à papier.

Toutes les réponses aux questions doivent être inscrites directement sur le sujet. En cas de ratures, le candidat doit gérer au mieux l'espace imparti aux réponses, il ne peut pas réclamer un nouvel exemplaire de sujet.

Aucun brouillon ou feuille supplémentaire ne sera accepté.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout document est strictement interdit.

Seules les **calculatrices non programmables** sont autorisées.

L'usage des téléphones portables ou tout autre objet connecté est strictement interdit pendant toute la durée de l'épreuve.

PARTIE PHYSIQUE :

A- ELECTRICITE

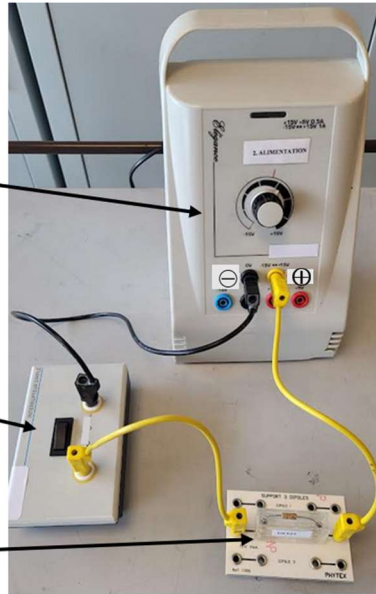
Q1- Un professeur propose d'étudier la loi d'Ohm avec ses élèves. Schématiser le montage électrique de la **figure 1** ci-dessous en utilisant les symboles normalisés et en respectant l'ordre des dipôles.

Figure 1

Générateur de tension ajustable

Interrupteur

Conducteur ohmique



Afin de tracer la caractéristique du conducteur ohmique, il faut ajouter un ampèremètre pour mesurer l'intensité I du courant qui traverse le conducteur ohmique et un voltmètre pour mesurer la tension entre ses bornes.

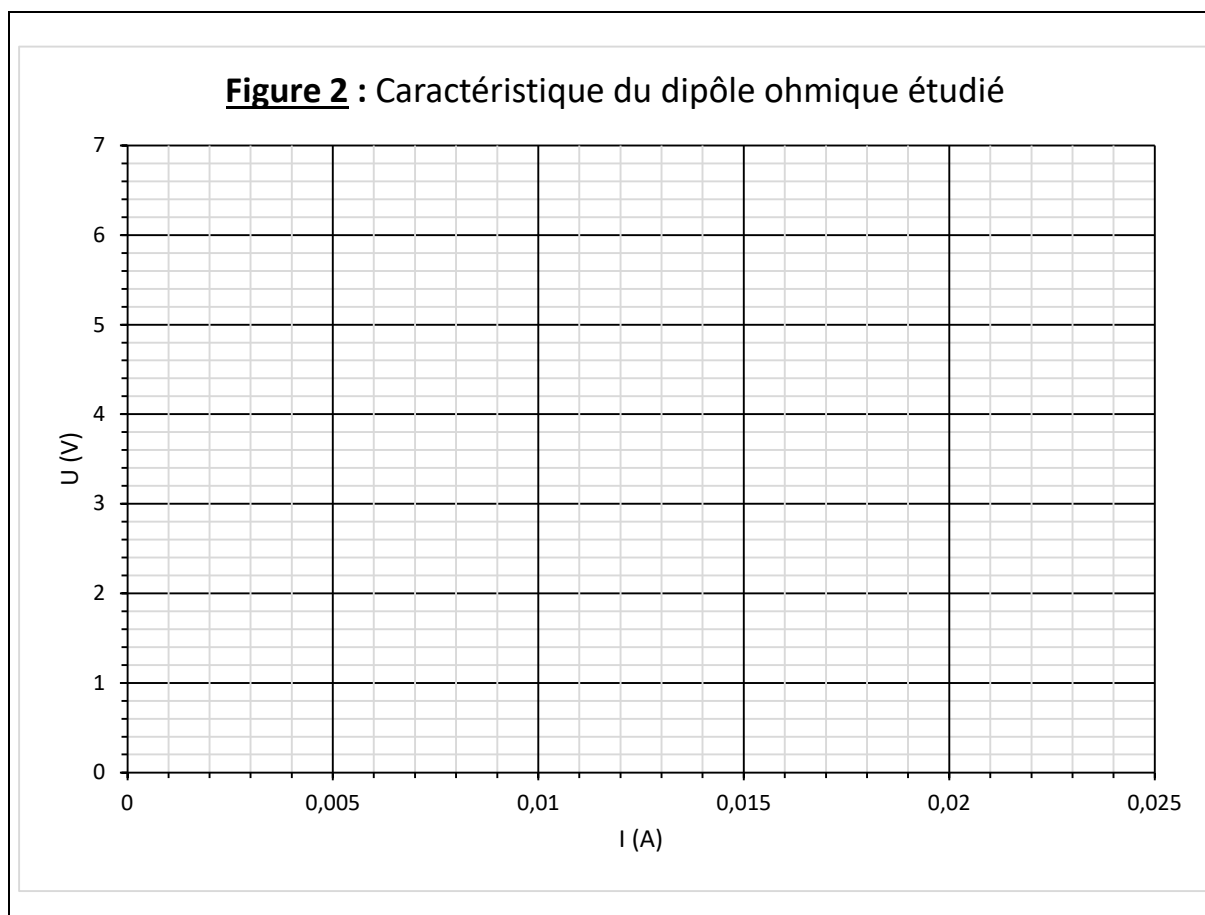
Q2- Recopier le schéma précédent en le complétant avec les appareils de mesure nécessaires. Faire apparaître clairement les bornes COM de chaque appareil de mesure afin de mesurer des valeurs positives pour l'intensité du courant et pour la tension.



Lors de la séance de cours, le professeur a obtenu les valeurs suivantes.

Tension électrique U (V)	0	1,0	1,9	3,2	4,0	5,0	5,8
Intensité du courant I (mA)	0	4,0	7,6	12,8	16,0	20,0	23,2

Q3- Construire sur la **figure 2** la caractéristique tension-courant du conducteur ohmique étudié en représentant la tension U en fonction de l'intensité du courant I .



Q4- Indiquer quels logiciels, parmi les suivants peut-on utiliser pour tracer la courbe et obtenir une modélisation du nuage de points.

- | | | |
|---------------------|-------------------|------------------------|
| • Microsoft Word | • Régressi | • Acrobat Reader |
| • Libre office Calc | • Microsoft Excel | • libre office Impress |

On rappelle la loi d'Ohm : La tension aux bornes d'un conducteur ohmique est proportionnelle à l'intensité du courant qui le traverse.

$$U = R \times I \quad \text{avec} \quad \begin{cases} U : \text{tension aux bornes du conducteur ohmique (en volt)} \\ I : \text{Intensité du courant qui le traverse (en ampère)} \\ R : \text{Résistance du conducteur ohmique (en ohm)} \end{cases}$$

Q5- Justifier à partir du graphique que le dipôle étudié par le professeur appartient bien à la catégorie des conducteurs ohmiques.

Q6- En utilisant la caractéristique tension-courant du dipôle ou le tableau de mesures, déterminer le plus précisément possible la valeur de la résistance du conducteur ohmique utilisé par le professeur.

Q7- Quel appareil de mesure permet de mesurer directement la résistance d'un conducteur ohmique ?

Un adjoint technique de laboratoire doit vérifier la valeur de la résistance d'un conducteur ohmique qu'il suppose être égale à 2500 ohm. Pour cela, il utilise le multimètre photographié en **figure 3**.

Q8- Indiquer comment il convient de procéder pour choisir le calibre le plus adapté lorsque la valeur à mesurer est inconnue afin de ne pas détériorer le multimètre.

Q9- Entourer sur la **figure 3** les bornes du multimètre sur lesquelles doit être branché le composant ainsi que le calibre le plus adapté à la vérification de cette mesure.

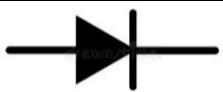
Figure 3



Q10- La notice du fournisseur de ce composant indique « 2500 ohms – 1 W ». Donner le nom de la grandeur à laquelle fait référence l'indication « 1 W » ?

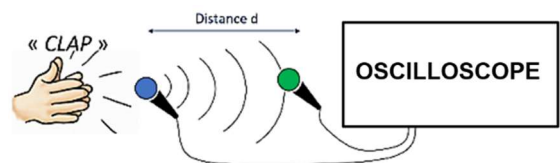
--

Q11- Compléter le tableau ci-dessous en nommant et/ou en représentant les symboles normalisés des composants électriques suivants.

			
			
Bobine			

B- ONDES SONORES

Deux microphones, reliés à un oscilloscope, enregistrent un clap sonore effectué dans l'alignement des deux microphones.

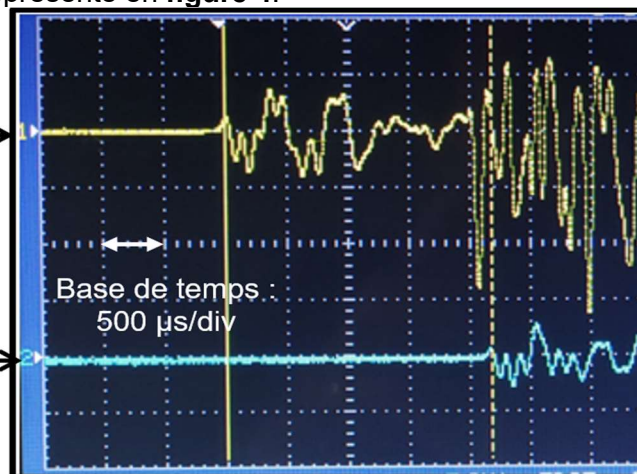


L'enregistrement obtenu est représenté en **figure 4**.

Figure 4

Signal de la voie 1

Signal de la voie 2



Q12- Le signal enregistré correspondant au clap sonore est-il périodique ? Justifier la réponse.

Q13- Indiquer lequel des deux signaux enregistrés correspond à celui reçu par le microphone situé le plus près du clap sonore. Justifier la réponse.

Q14- Déterminer la durée de propagation du signal sonore entre les microphones. Exprimer cette durée en seconde.

Q15- Les microphones sont distants de 75,0 cm. Exprimer cette distance en mètre.

Q16- Calculer la valeur de vitesse de propagation du son dans l'air à partir des données expérimentales.

C- THERMODYNAMIQUE

Une enseignante désire faire calculer la masse volumique ρ d'un cylindre métallique à ses élèves. Elle demande le matériel suivant : une balance, une éprouvette graduée, un bécher rempli d'eau.

Q17- Avec le matériel que vous aurez préparé, expliquer brièvement le protocole que les élèves doivent suivre pour déterminer la masse volumique du cylindre métallique.

Q18- Un groupe d'élèves obtient les résultats suivants : masse du cylindre $m = 88,0$ g et volume de celui-ci $V = 12,4$ mL. Calculer la masse volumique du cylindre et déterminer la nature du métal.

Données : masse volumique de différents métaux :

$\rho(\text{aluminium}) = 2700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; $\rho(\text{zinc}) = 7140 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$;

$\rho(\text{mercure}) = 14000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; $\rho(\text{cuivre}) = 8960 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$;

Q19- Convertir les valeurs suivantes dans les unités indiquées

5,4 kV	 V
2 500 μA	 mA
5 m ²	 cm ²
3h40min	 s

Q20- Compléter le tableau suivant :

Grandeur physique	Unité	Appareil de mesure
		Dynamomètre
	Ampère	
	Pascal	

Q21- Calculer la température θ , en degré Celsius, à l'intérieur d'une enceinte de volume $V = 0,100 \text{ m}^3$ contenant une quantité de matières $n = 10$ moles de gaz considéré comme parfait. La pression mesurée est $p = 250\,000 \text{ Pa}$.

- $\theta(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$;
- Loi des gaz parfaits $p \times V = n \times R \times T$ avec p en Pascal, V en m^3 , n en mole et T en Kelvin ;
- Constante d'état des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

Q22- Le volume de l'enceinte est constant. Expliquer comment évolue la pression dans celle-ci si la température augmente.

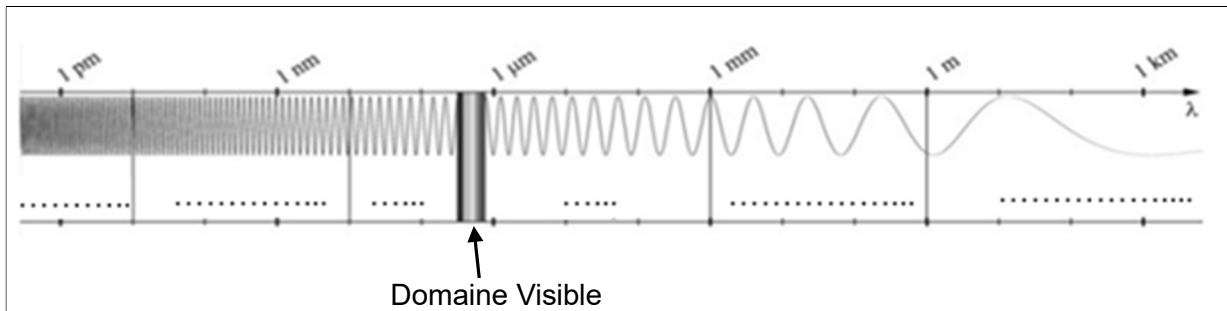
D- Optique

Un enseignant désire faire travailler ses élèves sur le fonctionnement de l'œil. Il vous demande de préparer un montage pour modéliser un œil humain. Vous disposez pour cela du matériel suivant : écran, lentille divergente, lentille convergente, diaphragme, prisme, réseau, fente de différentes largeurs, source lumineuse.

Q23- Parmi le matériel cité précédemment, choisir celui dont vous avez besoin pour réaliser le montage modélisant un œil.

Q24- Les lentilles convergentes et divergentes ne sont pas clairement identifiées. Expliquer comment, très rapidement, vous pouvez les différencier.

Q25- La lumière visible est une onde électromagnétique dont la longueur d'onde est comprise entre 400 et 800 nm. Compléter la frise ci-dessous en indiquant le nom des autres domaines d'onde électromagnétique.



Q26- On désire montrer, à des élèves, les différences entre les spectres lumineux obtenus à partir de trois sources différentes (un laser, une lampe à vapeur de mercure et une ampoule à incandescence). Donner le nom d'un objet qui permet de décomposer la lumière.

Q27- Décrire le spectre lumineux que l'on obtient à partir de chacune de ces sources.

Q28- En fin d'année, le responsable du laboratoire vous demande de préparer la commande de réseaux de diffraction dont le prix unitaire hors taxe (HT) est 14,20 €. Le budget maximum TTC est de 200 €.

Déterminer le nombre de réseaux que vous pouvez commander sachant que le taux de la TVA est de 20%.



PARTIE CHIMIE :

PARTIE CHIMIE : Le cuivre dans tous ses états

Le cuivre est un métal très utilisé pour ses propriétés de conduction électrique et sa bonne résistance à la corrosion. Au laboratoire, il peut être rencontré sous forme métallique ou sous forme d'ions cuivre (II) en solution aqueuse. Les composés du cuivre interviennent dans de nombreuses situations expérimentales : réactions d'oxydoréduction, dosages, synthèses, électrolyses et gestion des déchets chimiques.



L'objectif de cet exercice est d'étudier différentes situations rencontrées par un préparateur de laboratoire autour du cuivre et de ses composés : la réaction entre l'acide nitrique et le cuivre métallique, le dosage spectrophotométrique des ions cuivre (II), le dosage iodométrique du cuivre (II), une synthèse organique utilisant un composé du cuivre et l'électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre (II).

Les parties sont indépendantes.

Partie A – Oxydation du cuivre métallique

Un enseignant de physique-chimie souhaite présenter à ses élèves une réaction d'oxydoréduction mettant en jeu le cuivre métallique. Pour cela, il envisage de réaliser sous hotte la réaction entre une petite masse de cuivre et une solution d'acide nitrique dilué.

Avant la séance, il vous demande de vérifier les conditions de sécurité (EPI et EPC), de préparer le poste de travail et de prévoir les précautions de stockage des produits utilisés.

Données :

- $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{N}) = 14,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Couples: $\text{Cu}^{2+} (\text{aq})/\text{Cu} (\text{s})$; $\text{NO}_3^- (\text{aq})/\text{NO} (\text{g})$
- Etiquette d'une solution commerciale d'acide nitrique concentré :

ACIDE NITRIQUE CONCENTRE	
Masse molaire : $M(\text{HNO}_3) = 63,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ Pourcentage massique : $P = 58,0 \%$ Densité : $d = 1,36$	

Q1- Indiquer la signification des sigles EPI et EPC.

Q2- Plusieurs panneaux de signalétique sont affichés dans la salle de TP. Choisir celui indiquant le dispositif le plus adapté à utiliser après une projection d'acide nitrique sur le visage. Donner la signification de deux autres pictogrammes de votre choix et préciser s'il s'agit d'EPI ou d'EPC.



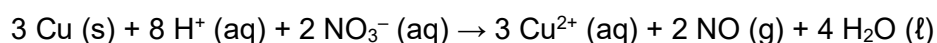
Q3- La fiche de données de sécurité (FDS) est l'instrument utilisé pour communiquer les informations de sécurité des produits chimiques. Citer deux informations que l'on trouve dans une FDS et qui sont utiles pour préparer ce poste de travail.

Q4- Montrer, à l'aide de l'étiquette ci-dessus, que la concentration en quantité de matière C_a en acide nitrique dans la solution commerciale devrait être d'environ $12,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

- Q5-** Proposer un protocole permettant de préparer 100,0 mL d'une solution d'acide nitrique diluée de concentration $C_d = 1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ à partir de la solution commerciale. On précisera le volume de solution commerciale à prélever et les précautions de sécurité à respecter.

- Q6-** Avant d'introduire la tournure de cuivre dans la solution d'acide nitrique, il est conseillé de la décaper avec un tampon abrasif. Justifier l'intérêt de cette étape.

On étudie la réaction entre le cuivre métallique et la solution d'acide nitrique dilué, sous hotte. L'équation de la transformation associée est la suivante :



- Q7-** En s'appuyant sur les données fournies et sur l'équation de la réaction, déterminer quelle espèce chimique est oxydée et quelle espèce chimique est réduite au cours de la transformation.

- Q8-** Expliquer pourquoi la dissolution du cuivre dans l'acide nitrique dilué doit être réalisée sous hotte.

Partie B – Dosage spectrophotométrique d'une solution de cuivre (II)

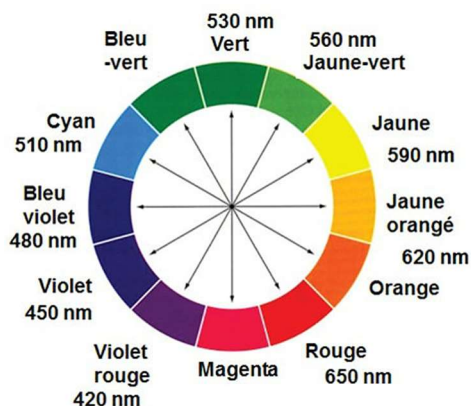
L'enseignant souhaite faire déterminer la concentration inconnue en ions cuivre (II) d'une solution aqueuse par spectrophotométrie. Pour préparer cette séance, vous devez réaliser une gamme étalon à partir d'une solution mère de sulfate de cuivre (II), vérifier le réglage du spectrophotomètre et organiser la récupération des solutions après manipulation.

Données :

- Gamme étalon préparée :

C (mmol.L⁻¹)	0	0,50	1,00	1,50	2,00
A	0	0,120	0,240	0,360	0,480

- Solution inconnue S : A = 0,300
- Cercle chromatique :



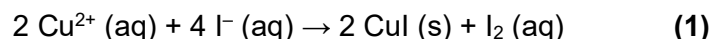
Q9- La solution contenant les ions cuivre (II) est cyan. À l'aide du cercle chromatique, indiquer dans quel domaine de longueurs d'onde il est préférable de régler le spectrophotomètre pour réaliser le dosage. Justifier.

Q10- Citer une précaution à respecter lors de l'utilisation d'une cuve.

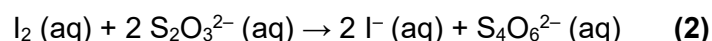
Partie C – Dosage iodométrique des ions cuivre(II)

Pour contrôler la concentration d'une solution contenant des ions cuivre (II), l'enseignant souhaite mettre en œuvre un dosage iodométrique.

Dans ce dosage iodométrique, les ions cuivre (II) ne sont pas titrés directement. Ils réagissent d'abord avec les ions iodure I^- (aq), introduits en excès. Cette réaction forme du diiode I_2 (aq), en quantité proportionnelle à la quantité initiale d'ions cuivre (II).



Le diiode formé est ensuite titré par une solution de thiosulfate de sodium. La réaction support du titrage est :



L'empois d'amidon est utilisé comme indicateur coloré pendant ce titrage.

Vous devez préparer les solutions nécessaires pour trois groupes de huit binômes, vérifier le matériel de titrage. Chaque binôme doit disposer de 50 mL de solution de thiosulfate de sodium et de 20 mL de solution d'iodure de potassium.

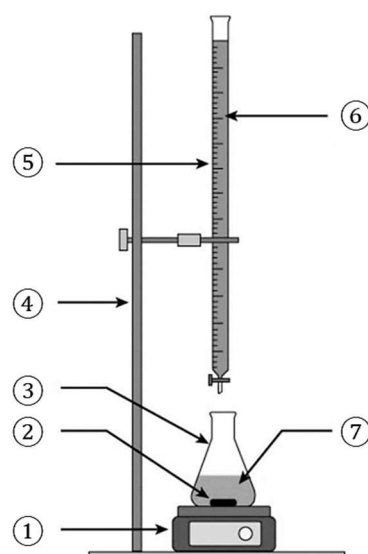
Données :

- Concentration de la solution de thiosulfate de sodium : $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,050 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- Volume de solution de cuivre prélevé : $V(\text{Cu}^{2+}) = 20,0 \text{ mL}$
- Volume de thiosulfate versé à l'équivalence : $V_{\text{eq}} = 18,4 \text{ mL}$
- $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 ; 5 \text{ H}_2\text{O}) = 248,2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{KI}) = 166,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- Indicateur de fin de réaction : empois d'amidon (coloration bleue-noire en présence de I_2)

Q11- Calculer le volume total de solution de thiosulfate de sodium à préparer pour permettre à tous les binômes de travailler. En déduire la masse de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 ; 5 \text{ H}_2\text{O}$ à peser.

Q12- Proposer un protocole complet pour préparer cette solution de thiosulfate, en précisant la nature et le volume de la verrerie choisie et en justifiant vos choix.

Q13- Le schéma ci-contre représente le montage utilisé pour réaliser ce titrage. Légender les éléments numérotés de 1 à 7 et préciser quelle solution est placée dans la burette.



Q14- Définir l'équivalence d'un titrage.

- Q15-** À partir des deux équations de réaction (1) et (2) fournies, montrer que la relation entre la quantité de matière d'ions cuivre (II) dosés dans les 20 mL et la quantité de matière d'ions thiosulfate versés à l'équivalence est :

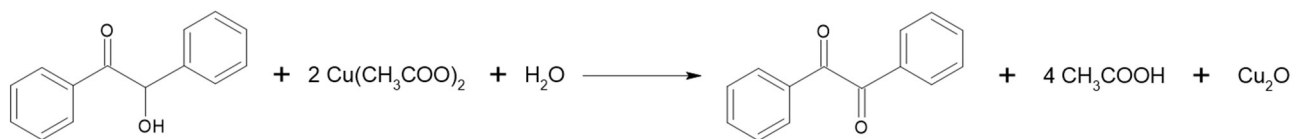
$$n_{\text{prélevé}}(\text{Cu}^{2+}) = n_{\text{éq}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$$

- Q16-** En déduire la concentration en quantité de matière en ion cuivre (II), notée $[\text{Cu}^{2+}]$ dans la solution initiale.

- Q17-** Le flacon d'iodure de potassium reçu lors d'une livraison est endommagé et partiellement oxydé à l'air. Rédiger un e-mail au fournisseur pour signaler ce problème et demander un remplacement.

Partie D – Oxydation de la benzoïne en benzile par l'acétate de cuivre (II)

Certains composés du cuivre peuvent être utilisés comme oxydants en chimie organique. Dans cette partie, on s'intéresse à l'oxydation de la benzoïne en benzile, réalisée en présence d'acétate de cuivre (II) dans l'éthanol.



L'enseignant souhaite mettre en œuvre cette synthèse avec ses élèves. Vous devez identifier les principaux risques, préparer le montage à reflux, prévoir la filtration du solide obtenu et exploiter les données expérimentales afin d'évaluer le rendement de la synthèse.

Données :

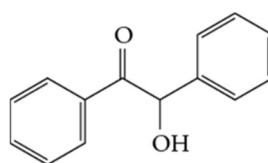
- Quelques données physico-chimiques :

Espèce	M (g.mol ⁻¹)	T _{fus} (°C)	T _{éb} (°C)	Pictogrammes
Benzoïne	212,2	137	344	
Acétate de cuivre (II)	181,6	–	–	 
Benzile	210,2	95	347	
Ethanol	46,0	–	78	

- Protocole de synthèse :

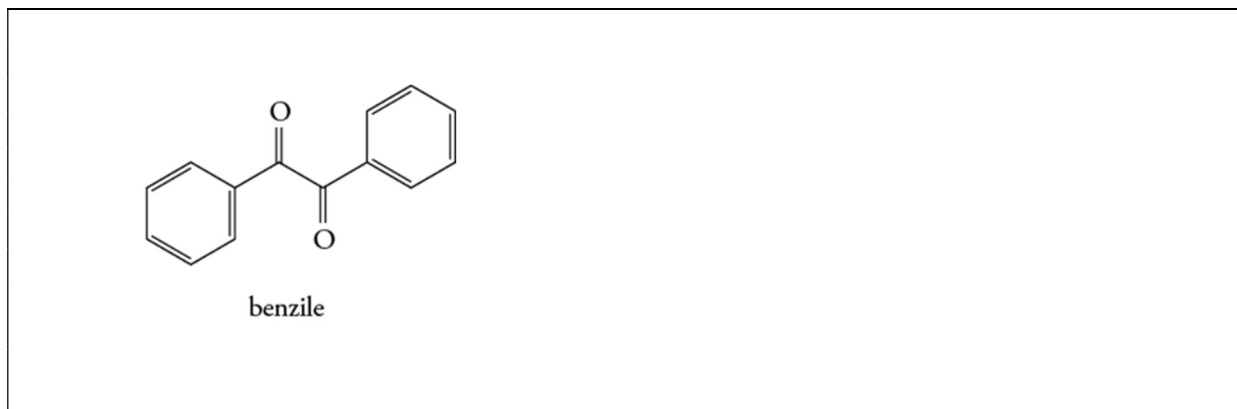
1. Introduire dans un ballon de 250 mL : 5,3 g de benzoïne, 7,3 g d'acétate de cuivre (II) et 80 mL d'éthanol.
2. Adapter le réfrigérant à eau et chauffer à reflux pendant 1 heure sous agitation magnétique.
3. Laisser refroidir le mélange réactionnel à température ambiante, puis placer le ballon dans un bain de glace pendant 15 minutes afin de favoriser la cristallisation du benzile.
4. Filtrer le solide obtenu sur Büchner, laver avec un peu d'éthanol froid, puis laisser sécher à l'air.
5. Peser le produit sec et calculer le rendement de la synthèse.

Q18- La formule topologique de la benzoïne est représentée ci-dessous. Entourer et nommer les groupes caractéristiques présents dans la molécule.

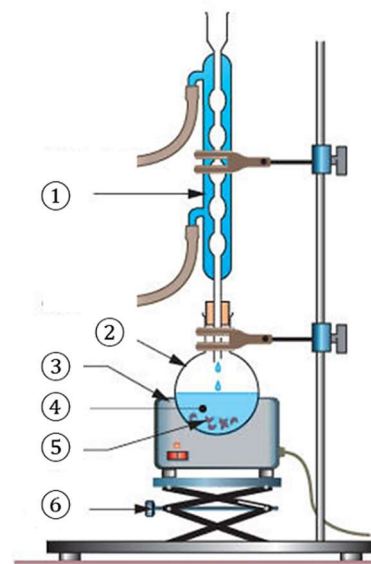
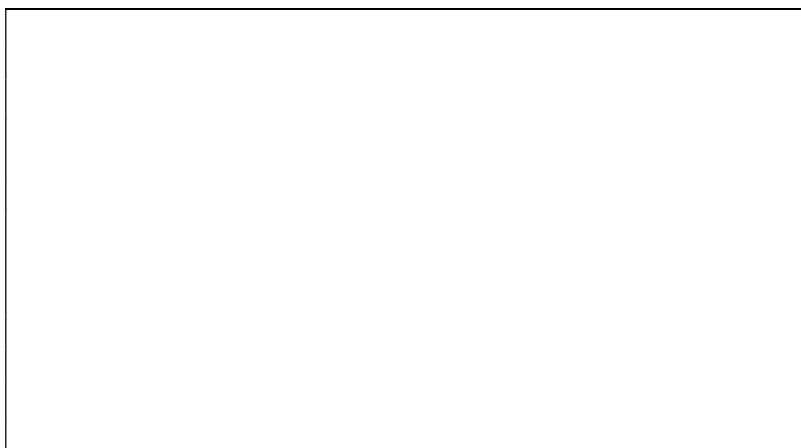


benzoïne

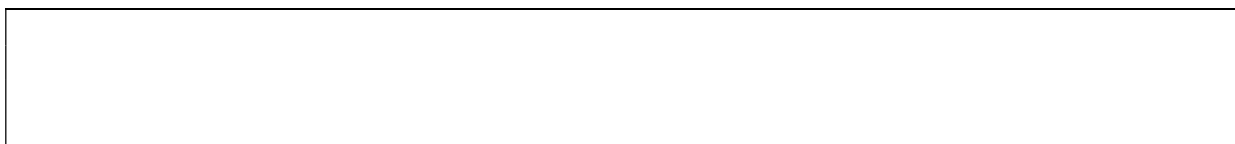
Q19- La formule topologique du benzile est représentée ci-dessous. Donner une représentation semi-développée de cette molécule.



Q20- Le montage ci-contre est utilisé pour réaliser la synthèse. Nommer les éléments numérotés de 1 à 6 et indiquer le sens de circulation de l'eau de refroidissement.



Q21- Pourquoi place-t-on le ballon dans un bain de glace avant la filtration ?



On admet qu'une mole de benzoïne réagit avec deux moles d'acétate de cuivre (II) pour former une mole de benzile.

Q22- Montrer que les quantités de matière initiales de réactifs sont égales à $n_i(\text{benzoïne}) = 0,025 \text{ mol}$ et $n_i(\text{acétate de cuivre (II)}) = 0,040 \text{ mol}$ et identifier le réactif limitant.

Q23- L'expérience donne 3,78 g de benzile après filtration et séchage. Calculer le rendement de cette synthèse. Proposer deux explications à un rendement inférieur à 100 %.

Partie E – Électrolyse d'une solution d'ions cuivre (II)

Dans le cadre d'une séance sur l'électrochimie, un enseignant souhaite faire découvrir à ses élèves le principe de la purification du cuivre par électrolyse. Cette technique permet d'obtenir du cuivre de très grande pureté, notamment utilisé pour la fabrication de conducteurs électriques.

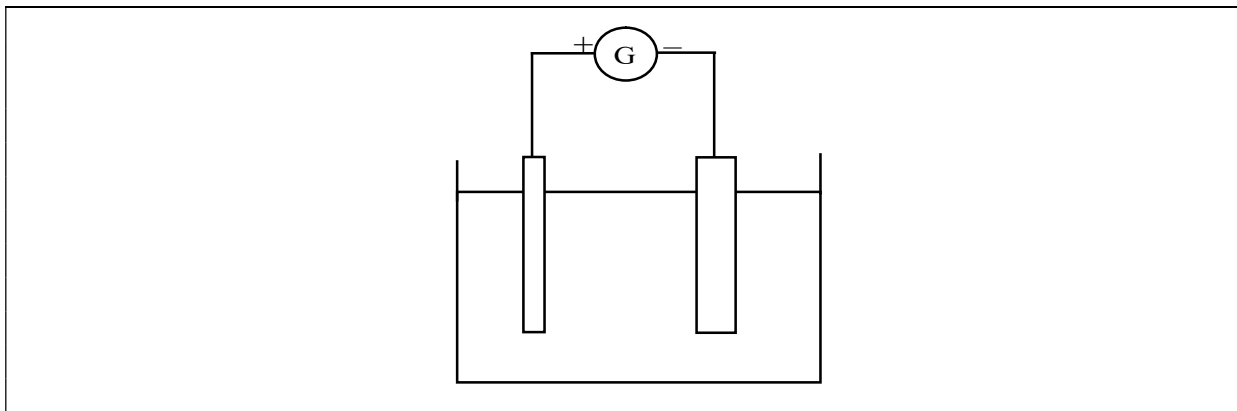
Pour illustrer ce procédé, les élèves disposent d'un montage simplifié : une électrode constituée de cuivre impur joue le rôle d'anode, tandis qu'une autre électrode conductrice joue le rôle de cathode. Les deux électrodes plongent dans une solution électrolytique contenant des ions cuivre II ($\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$), des ions sulfate $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ et de l'acide sulfurique.

Lors du fonctionnement de l'électrolyseur, le cuivre métallique de l'anode est oxydé et passe en solution sous forme d'ions cuivre (II). Les impuretés libérées se déposent au fond du récipient ou restent en suspension dans la solution. À la cathode, les ions cuivre (II) sont réduits : du cuivre métallique très pur se dépose sur l'électrode.

Le schéma, qui se trouve ci-dessous, illustre le montage d'une telle électrolyse.

Q24- Compléter le schéma suivant en indiquant sur le schéma :

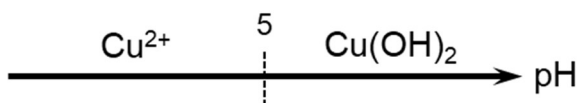
- le sens du courant électrique, noté I
- le sens de déplacement des électrons, noté e^-
- le sens de déplacement des ions positifs (cations) et celui des ions négatifs (anions)
- l'anode et la cathode.



Q25- Écrire les équations des transformations qui se déroulent aux électrodes.

Q26- Dans le cadre de cette électrolyse, expliquer pourquoi on peut parler d'électrolyse à « anode soluble » ?

En fonction du pH de la solution dans laquelle il se trouve, l'élément cuivre en solution peut exister sous deux formes : $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ou $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$. On donne ci-dessous le diagramme de prédominance de l'ion Cu^{2+} .



Q27- En milieu basique, les ions cuivre (II) peuvent former un précipité d'hydroxyde de cuivre (II), $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$. Écrire l'équation de formation de ce précipité. En déduire l'intérêt d'ajouter de l'acide sulfurique dans la solution électrolytique.

Q28- Indiquer un moyen simple de vérifier le caractère acide de la solution avant la séance. Si le pH mesuré est trop élevé, proposer une action corrective.

Q29- Le générateur de courant continu tombe en panne en cours de séance. Un collègue vous propose d'utiliser un générateur de courant alternatif à la place. Expliquer pourquoi ce remplacement n'est pas envisageable pour réaliser cette électrolyse.

Q30- Compléter le tableau de recyclage suivant pour différentes solutions utilisées dans les séances décrites dans ce sujet.

	Evier	Métaux lourds	Acides	Bases	Autres solvants
Sulfate de cuivre (II) diluée					
Acide nitrique diluée					
Thiosulfate de sodium					
Mélange issu du titrage iodométrique					
Éthanol					
Filtrat contenant des composés du cuivre					

FIN DU SUJET