



**RÉGION ACADÉMIQUE  
ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

## ***Rapport de Jury***

### ***Concours externe***

### ***Adjoint technique principal 2<sup>e</sup> classe de recherche et de formation***

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

### ***Session 2025***

Rapport de jury présenté par Sylvain MARC

Président de jury

## Composition du jury

|                    |  |            |
|--------------------|--|------------|
| MARC Sylvain       | Professeur certifié, <b>Président</b>                              | Versailles |
| LEDUC Florence     | Professeure agrégée, <b>Vice Présidente</b>                        | Paris      |
| TOMOLILLO Frédéric | Professeur agrégé  | Créteil    |
| BELLIER Amandine   | Assistante ingénieure en analyse chimique                          | Paris      |
| DELANNAY Sarah     | Assistante ingénieure chimie et sciences physiques, <b>Experte</b> | Versailles |

## Avant-propos

Ce rapport a pour vocation de dresser un bilan de la session 2025 du concours, dans le but d'aider les futurs candidats à se préparer efficacement aux prochaines éditions. En plus de quelques données statistiques, il revient sur les enjeux du concours, les modalités des épreuves d'admissibilité et d'admission, ainsi que sur les attentes et les critères d'évaluation du jury. Pour une préparation optimale, il est recommandé de consulter ce document ainsi que les rapports des sessions précédentes, et de compléter cette lecture par les informations disponibles sur les sites internet 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 2025 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 — et apprécié — la diversité des profils des candidats, tant en termes de formation initiale que de parcours professionnel. Le concours ne requiert pas de profil type : tout candidat disposant de connaissances solides en physique-chimie et d'une bonne compréhension des missions liées à l'emploi-type peut réussir. Certains ont su valoriser leur expérience de manière claire, structurée et dynamique, ce que le jury tient à souligner et à féliciter.

Le jury encourage vivement les candidats non admis à se renseigner sur le quotidien d'un adjoint technique en physique-chimie. Il leur recommande également de rechercher des opportunités pour exercer cette fonction en tant que contractuels, afin d'acquérir une expérience concrète du métier.

Le jury a regretté le peu de candidatures au regard du nombre de postes offerts, notamment dans les académies de Créteil et de Paris. Il s'est attaché à veiller à une stricte équité de traitement des candidats à l'oral comme à l'écrit.

## Epreuves et programme

Les programmes du concours sont disponibles sur le site du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche<sup>1</sup>.

### **Epreuve d'admissibilité :**

Cette épreuve a pour objectif de permettre au jury d'évaluer les connaissances des candidats à la fois en physique et en chimie. Les questions posées peuvent être théoriques ou pratiques, adossées à des mises en situation professionnelle. La connaissance du matériel usuel et de la verrerie de laboratoire, les notions en termes de sécurité comme le tri de déchets ou des équipements de sécurité individuels ou collectifs, ou encore la capacité à communiquer avec des partenaires extérieurs comme les fournisseurs peuvent être évaluées au cours de l'épreuve. Cette épreuve dure deux heures et a pour coefficient 3.

Avant tout, il est conseillé aux candidats de parcourir rapidement l'intégralité du sujet avant de se lancer dans sa résolution. Un adjoint-technique est susceptible, après le concours, d'intervenir en physique comme en chimie : le jury attend qu'il possède un niveau scientifique suffisant dans les deux disciplines. Le sujet 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 ;
- 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 dans les divers calculs. L'utilisation de formules de base pour déterminer des valeurs numériques a souvent posé problème aux candidats. Le jury regrette aussi qu'un grand nombre de candidats soient en difficulté face à l'étude d'un schéma normalisé d'un circuit électrique à deux mailles. Le jury déplore également que l'exploitation d'un pourcentage massique pour la préparation d'une solution ait été peu ou mal traité, et que les protocoles expérimentaux ou les montages de synthèse et de titrage soient mal connus de

---

<sup>1</sup> [https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/NV\\_Prog\\_2015/94/9/Programmes\\_BAP\\_B\\_SF\\_-\\_BC\\_652949.pdf](https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/NV_Prog_2015/94/9/Programmes_BAP_B_SF_-_BC_652949.pdf)

certain candidats. Il a, en revanche, apprécié les efforts des candidats ayant produit des copies claires, aux réponses précises et étayées.

Concernant la rédaction d'un courriel à un fournisseur pour obtenir un devis de réparation, les réponses des candidats ont été d'un niveau très hétérogène. Celles-ci allant d'une simple phrase, très incomplète à un écrit détaillé répondant parfaitement à la demande et contenant toutes les informations essentielles, exprimées dans un langage adapté. La maîtrise d'un certain niveau de rédaction et de langue est attendue d'un adjoint technique.

### **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.

Le jury conseille de lire attentivement le sujet et de tenir compte de la verrerie et du matériel à sa disposition pour permettre une meilleure gestion de leur temps. Une attention particulière doit être également portée à l'utilisation correcte et raisonnée des EPI.

En chimie, il fallait préparer des solutions aqueuses par dissolution et par dilution en respectant les consignes de sécurité, reconnaître du matériel usuel, faire un montage de chimie organique et enfin identifier les éléments liés à la sécurité en laboratoire. Le port de gants doit être utilisé de manière adéquate.

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 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.

Enfin, le soin dans les manipulations et la tenue de la paillasse a été également évalué : ces compétences sont maîtrisées de manière très inégale chez les candidats.

En physique, les candidats devaient identifier du matériel courant des laboratoires de lycée et appartenant à différents domaines de la physique, identifier une panne sur du petit matériel d'électricité et effectuer la réparation (premier niveau), réaliser un montage sur banc d'optique permettant d'obtenir par une lentille une image de taille plus grande que celle de l'objet et enfin préparer dans un tableur (type Excel ou LibreOffice) un bon de commande à partir d'une liste de matériel et calculer le coût total de la commande.

Le jury a apprécié que la plupart des candidats parviennent à réparer le matériel demandé, la maintenance des appareils étant une des missions centrales du métier d'adjoint-technique. Cependant, il est regrettable que des candidats ne procèdent pas de manière méthodique dans la recherche des pannes, voire que certains d'entre eux utilisent encore très mal le multimètre qui est un instrument de travail incontournable du personnel de laboratoire.

Ce manque de méthode a également pu être observé dans le choix de la lentille à utiliser parmi celles proposées lors de l'expérience d'optique.

Le jury invite également les futurs candidats à améliorer leur niveau de maîtrise d'une suite bureautique (type LibreOffice). En effet, l'utilisation des principales fonctionnalités de ce type de logiciel fait partie des compétences attendues chez un candidat au poste d'adjoint technique de laboratoire.

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 que les candidats 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.

Le président du jury a rappelé systématiquement à l'entrée des candidats les conditions du concours. Le jury est intervenu selon des séquences équivalentes pour chaque candidat, aussi bien quant à la durée consacrée à chacun, que pour la nature des questions posées.

Lors de l'entretien, le jury attend du candidat qu'il puisse se projeter concrètement dans le rôle d'adjoint technique au sein d'un laboratoire. Il rappelle que les postes proposés dans le cadre du concours sont variés : les lauréats peuvent être affectés aussi bien dans des universités (sous réserve de disponibilité de postes) que dans des établissements scolaires, au sein d'équipes de tailles diverses. Il est donc possible qu'un futur adjoint technique ait à gérer seul un laboratoire. Le jury accorde une importance particulière à l'autonomie du candidat. Il est donc vivement recommandé aux personnes sans expérience dans cette fonction de se renseigner non seulement sur les missions associées au poste, mais aussi sur les environnements professionnels en lycée et à l'université, ainsi que sur les perspectives d'évolution de carrière.

Le jury constate que la majorité des candidats ont préparé à l'avance leur présentation de cinq minutes en début d'entretien. Cet exposé a permis de retracer leur parcours, tant académique que professionnel, ainsi que les choix effectués. Toutefois, une analyse plus approfondie des compétences acquises, en lien avec le poste visé, fait souvent défaut. Par ailleurs, la présentation est parfois trop brève, malgré un parcours professionnel riche. Il est donc essentiel de structurer son intervention de manière claire et synthétique ; par exemple, annoncer un plan et s'y tenir facilite la compréhension du jury et valorise davantage le profil du candidat.

Au cours de l'échange avec le jury, le candidat doit être en mesure de répondre à des questions portant sur diverses situations professionnelles qu'il a rencontrées : relations avec les enseignants et la hiérarchie, échanges avec les fournisseurs, organisation et charge de travail, entre autres. Il est également attendu qu'il ait réfléchi aux difficultés rencontrées – ou susceptibles de survenir – et qu'il soit capable de proposer des solutions mises en œuvre ou envisagées pour y faire face. Les candidats sans expérience dans le métier doivent quant à eux faire preuve d'une capacité à se projeter dans les missions futures.

La question de la sécurité a été abordée tant lors des épreuves d'admissibilité que d'admission, et les réponses des candidats ont été très variées. Il est donc essentiel que la préparation au concours intègre un travail approfondi sur cette thématique, afin que les candidats acquièrent ou renforcent leurs connaissances en la matière.

## Déroulement des épreuves

Les épreuves d'admissibilité se sont déroulées au lycée de la Vallée de Chevreuse, à Gif sur Yvette, le mercredi 14 mai 2025.

Les épreuves d'admission se sont déroulées au lycée Corot, à Savigny-sur-Orge du lundi 23 juin au mardi 24 juin 2025.

### Informations statistiques

Le nombre de postes ouverts à la session 2025 était de 43, répartis de la manière suivante :

|            |           |
|------------|-----------|
| Créteil    | 15 postes |
| Paris      | 10 postes |
| Versailles | 18 postes |

Il y avait 27 candidats inscrits, et le nombre de candidats présents aux épreuves d'admissibilité était de 20.

La barre d'admissibilité a été fixée à 8,0/20, pour les trois académies : 15 candidats ont été déclarés admissibles. Lors des épreuves d'admission, 12 candidats se sont présentés, et la barre d'admission a été fixée à 10/20 : 10 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    | 7        | 6                           | 3           | 2                          | 2     |
| Paris      | 11       | 7                           | 6           | 5                          | 3     |
| Versailles | 9        | 7                           | 6           | 5                          | 5     |

### Répartition homme/femme

Nombre de candidats inscrits : 27

| Académie   | Candidats | Hommes | Femmes | Hommes % | Femmes % |
|------------|-----------|--------|--------|----------|----------|
| Créteil    | 7         | 5      | 2      | 72       | 28       |
| Paris      | 11        | 9      | 2      | 82       | 18       |
| Versailles | 9         | 3      | 6      | 33       | 67       |

Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite : 20

| Académie   | Candidats | Hommes | Femmes | Hommes % | Femmes % |
|------------|-----------|--------|--------|----------|----------|
| Créteil    | 6         | 4      | 2      | 67       | 33       |
| Paris      | 7         | 6      | 1      | 86       | 14       |
| Versailles | 7         | 2      | 5      | 28       | 72       |

Nombre de candidats admissibles : 15

| Académie   | Candidats | Hommes | Femmes | Hommes % | Femmes % |
|------------|-----------|--------|--------|----------|----------|
| Créteil    | 3         | 2      | 1      | 67       | 33       |
| Paris      | 6         | 5      | 1      | 83       | 17       |
| Versailles | 6         | 2      | 4      | 33       | 67       |

Nombre de candidats admis : 10

| Académie   | Candidats | Hommes | Femmes | Hommes % | Femmes % |
|------------|-----------|--------|--------|----------|----------|
| Créteil    | 2         | 1      | 1      | 50       | 50       |
| Paris      | 3         | 2      | 1      | 67       | 33       |
| Versailles | 5         | 1      | 4      | 20       | 80       |

## Age des candidats

### Les âges candidats inscrits

| Académie   | Candidats | 18 - 30 ans | 31 - 40 ans | 41 - 50 ans | 50 ans et + |
|------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Créteil    | 7         | 6           | 0           | 0           | 1           |
| Paris      | 11        | 7           | 2           | 1           | 1           |
| Versailles | 9         | 5           | 3           | 0           | 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    | 6         | 5           | 0           | 0           | 1           |
| Paris      | 7         | 6           | 0           | 1           | 0           |
| Versailles | 7         | 4           | 2           | 0           | 1           |

### Les âges des candidats admissibles

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

### Les âges des candidats admis

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

---

**CONCOURS EXTERNE**

**ADJOINT TECHNIQUE PRINCIPAL 2<sup>e</sup> CLASSE DE RECHERCHE ET DE FORMATION**

**BRANCHE D'ACTIVITE PROFESSIONNELLE « B »**

Emploi type : Préparateur sciences physiques et chimie

Session 2025

**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 **29 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- OPTIQUE

**Q1-** Expliquer brièvement ce qu'est le phénomène de réfraction de la lumière.

**Q2-** La loi de Snell-Descartes ( $n_1 \times \sin(i) = n_2 \times \sin(r)$ ) permet de modéliser le phénomène de réfraction subi par un rayon lumineux. Faire un schéma légendé d'un dispositif permettant d'illustrer cette relation. Faire apparaître clairement les angles d'incidence  $i$  et de réfraction  $r$ .

*Lors d'une séance de travaux pratiques, les élèves ont à disposition le matériel suivant : une source lumineuse, une cuve en forme de demi-cylindre contenant un liquide inconnu posée sur un cercle gradué en degré.*

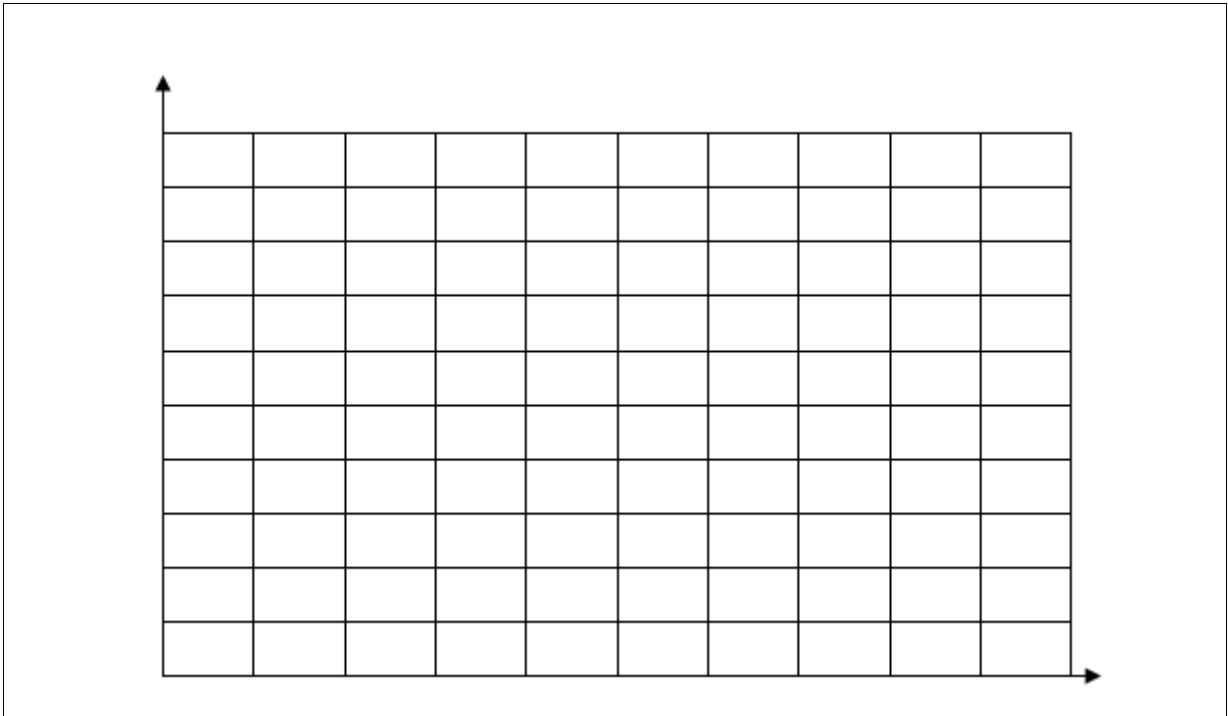
*Les élèves ont obtenu les valeurs suivantes :*

|               |   |      |      |      |      |
|---------------|---|------|------|------|------|
| angle $i$ (°) | 0 | 20   | 40   | 60   | 80   |
| angle $r$ (°) | 0 | 13   | 26   | 36   | 42   |
| $\sin(i)$     | 0 | 0,34 | 0,64 | 0,87 | 0,98 |
| $\sin(r)$     | 0 | 0,23 | 0,43 | 0,59 | 0,67 |

**Q3-** Quels logiciels, parmi les suivants peut-on utiliser pour tracer le graphe de  $\sin(i)$  en fonction de  $\sin(r)$  et obtenir une modélisation de la droite ?

- Microsoft Word
- Libre office Calc
- Regressi
- Microsoft Excel
- Acrobat Reader
- Libre office Impress

**Q4-** Tracer la courbe  $\sin(i)$  en fonction de  $\sin(r)$  sur le quadrillage suivant.



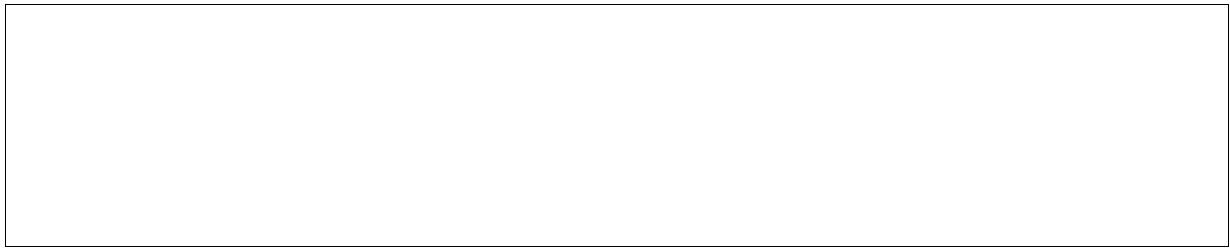
**Q5-** En utilisant le graphique ou les valeurs du tableau, déterminer la nature du liquide donné aux élèves lors du TP.

Données :

Indice de réfraction de l'air  $n_{air} = 1,00$

Indice de réfraction de l'eau  $n_{eau} = 1,33$

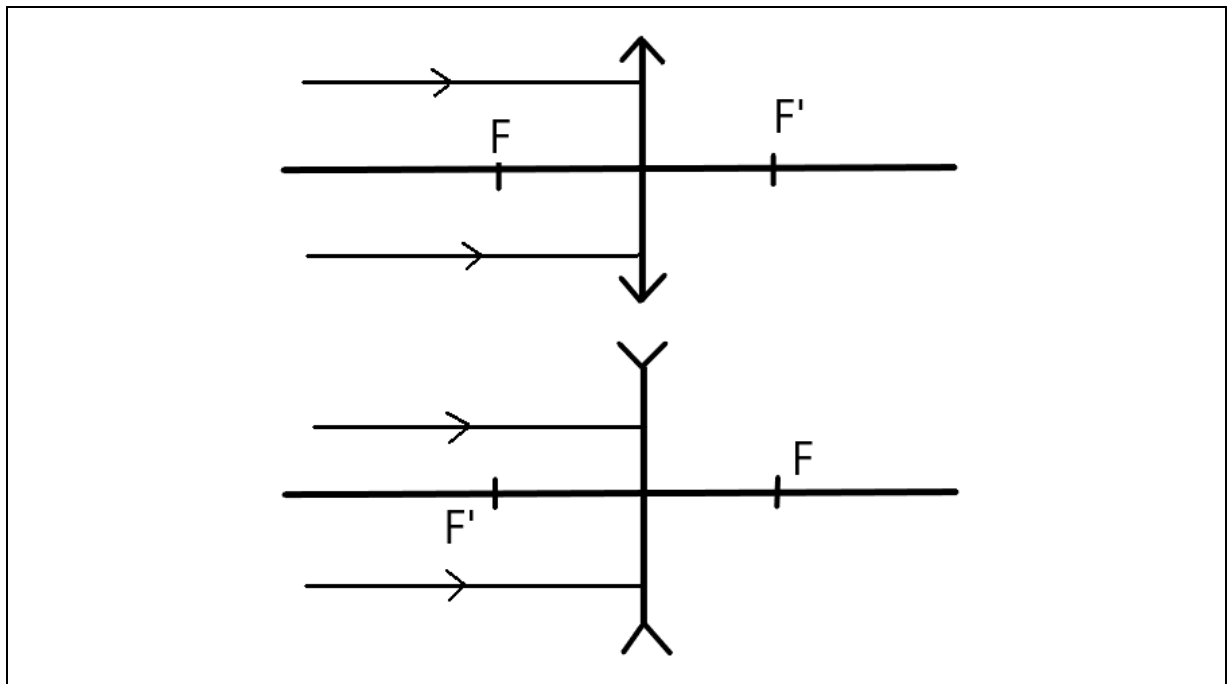
Indice de réfraction de la glycérine  $n_{glycérine} = 1,47$



**Q6-** À la fin d'une séance de travaux pratiques, des élèves ont mélangé des lentilles convergentes et divergentes. Expliquer en quelques lignes comment les trier rapidement.



**Q7-** Sur les schémas suivants, compléter le tracé des rayons lumineux.



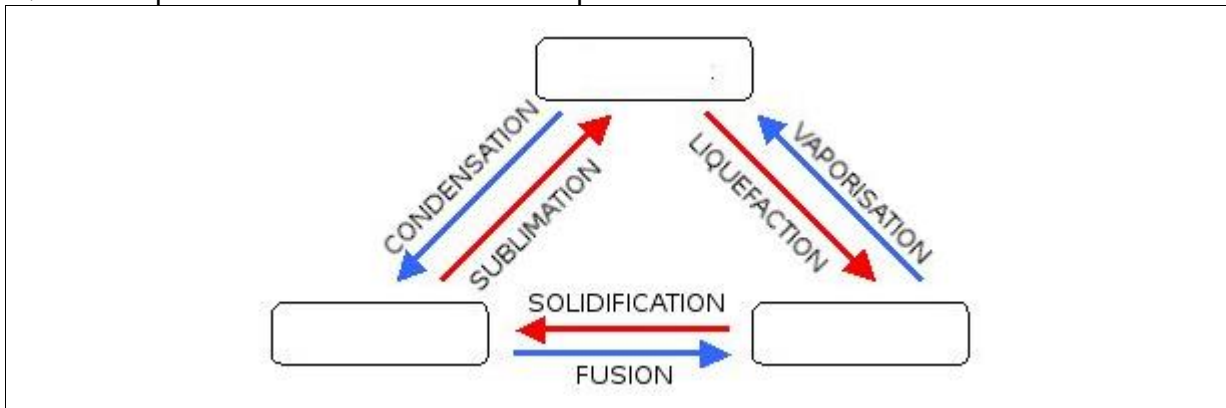
**Q8-** Un enseignant demande de préparer le matériel permettant d'observer la décomposition de la lumière blanche. Donner la liste du matériel à fournir et mettre en place.

**Q9-** Un enseignant désire utiliser un laser pour une séance d'illustration du phénomène de diffraction, mais celui-ci est en panne. Rédiger un mail au fournisseur pour obtenir un devis de réparation.

**Q10-** Le montant du devis est donné en prix hors taxe (85 €). Calculer le prix TTC de la réparation en considérant une TVA de 20 %.

## B- THERMODYNAMIQUE

**Q11-** Compléter le schéma suivant en indiquant le nom des différents états de la matière



On mélange, dans un calorimètre, 0,10 kg d'eau à 80 °C avec 0,20 kg d'eau plus froide à 20 °C.

**Q12-** Expliquer ce qu'est un calorimètre et l'intérêt de son utilisation.

**Q13-** Soit  $Q=m \times C \times (T_f - T_i)$ , la relation mathématique entre l'énergie thermique  $Q$  (en joule J) gagnée ou perdue par un corps, la masse  $m$  (en kg) du corps considéré, sa capacité thermique massique  $C$  (en  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) et les températures finale et initiale  $T_f$  et  $T_i$  (en Kelvin K ou °C). En supposant les pertes d'énergie négligeables, déterminer la température d'équilibre du mélange.

**Q14-** La pression est une grandeur physique que l'on peut exprimer en différentes unités. Donner le nom et le symbole de deux unités de la pression.

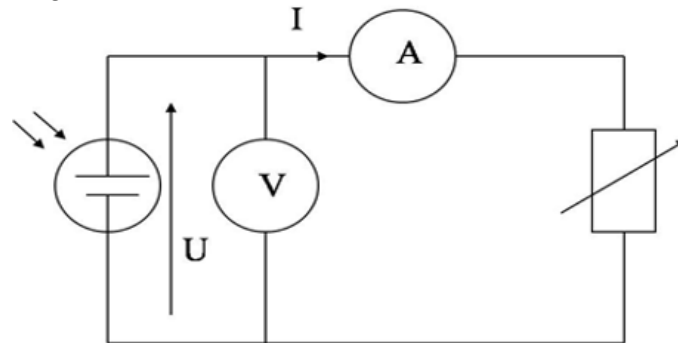
**Q15-** Un baromètre à mercure est trouvé dans le laboratoire. Indiquer quelle personne peut être contactée pour évacuer ce matériel en toute sécurité.

**Q16-** Un enseignant désire déterminer la masse volumique d'un cylindre métallique. Il dispose du matériel suivant : bécher ; éprouvette graduée ; fiole ; balance ; cylindre métallique ; règle graduée ; eau. Proposer un protocole permettant de déterminer la masse volumique du cylindre.

## C- ÉLECTRICITÉ

Le professeur de spécialité de terminale envisage de faire tracer à ses élèves la caractéristique courant-tension d'une cellule photovoltaïque. Pour cela, les élèves auront à disposition le matériel ci-dessous ainsi que le schéma et les indications suivantes :

- Une cellule photovoltaïque
- Une boîte de résistances à décades
- Deux multimètres numériques
- Des fils électriques
- Une lampe halogène




Pour un éclairement  $E$  émis par la lampe et supposé constant pendant toute la durée de l'expérience, la cellule photovoltaïque se comporte comme un générateur qui fournit au circuit une puissance électrique  $P$ . Une tension électrique  $U$  existe entre ses bornes et elle délivre un courant continu d'intensité  $I$ .

La notice de la cellule photovoltaïque indique qu'elle peut générer un courant maximal de  $0,1\text{ A}$  et une tension maximale de  $2,5\text{ V}$ .

**Q17-** Sur la photographie suivante où tous les éléments du circuit sont présents sauf la lampe halogène, représenter les fils qui connectent les appareils les uns aux autres pour réaliser le montage permettant de faire l'étude demandée aux élèves. Identifier clairement le multimètre qui sera utilisé en tant qu'ampèremètre et celui utilisé en tant que voltmètre en étant attentif aux bornes de connexion de chacun. Entourer sur chaque multimètre la position du sélecteur qui permet de faire les mesures d'intensité et de tension.



**Q18-** Dans ce contexte expérimental, il n'est pas nécessaire d'utiliser la borne portant le symbole  à droite de la boîte de résistances à décades. Indiquer la signification de ce symbole.

Une lampe halogène est placée sur la verticale passant par le milieu de la cellule photovoltaïque posée bien à plat sur la paillasse et à 10 cm au-dessus de celle-ci. La lampe est allumée et maintenue avec une position et une orientation fixes au-dessus de la cellule photovoltaïque.

On relève les couples de valeurs de l'intensité du courant et de la tension de la cellule photovoltaïque en faisant varier la résistance de la boîte à décades entre les mesures. On obtient le tableau de mesures suivant :

|                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $R (\Omega)$    | 1    | 5    | 10   | 15   | 20   | 30   | 40   | 50   | 100  | 950  |
| $I (\text{mA})$ | 79,5 | 79,2 | 78,2 | 77,3 | 76,1 | 67,0 | 51,0 | 39,7 | 20,6 | 2,2  |
| $U (\text{V})$  | 0,25 | 0,54 | 0,92 | 1,27 | 1,64 | 1,90 | 1,98 | 2,03 | 2,09 | 2,14 |

Ces valeurs permettent d'obtenir la caractéristique courant-tension de la cellule photovoltaïque.

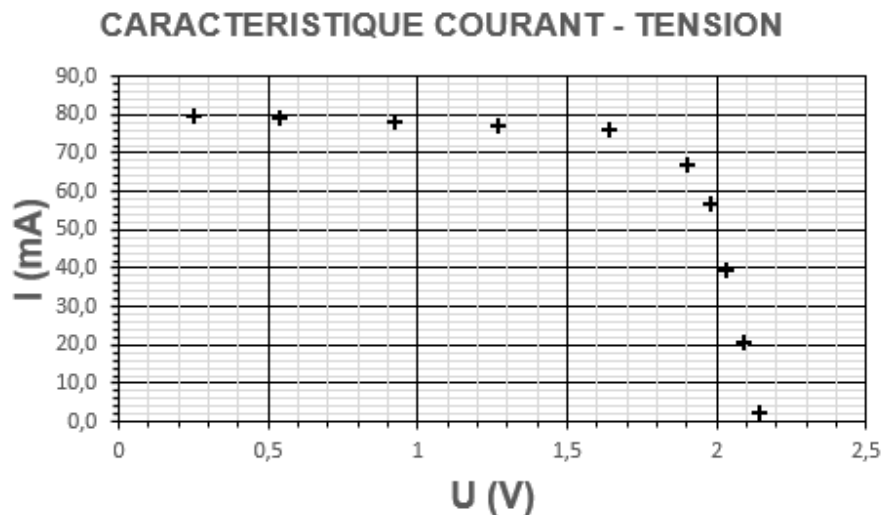


Figure 1 : Caractéristique courant – tension de la cellule photovoltaïque

**Q19-** Indiquer la combinaison de boutons sur la boîte de résistances à décades qui permet de régler sa résistance à 950  $\Omega$ .

**Q20-** À l'aide des indications constructeur inscrites sur la boîte de résistances à décades, justifier que les conditions expérimentales sont adaptées à son utilisation dans le circuit étudié.

*L'exploitation des mesures permet de tracer la représentation graphique ci-dessous de  $P$  en fonction de  $U$ .*

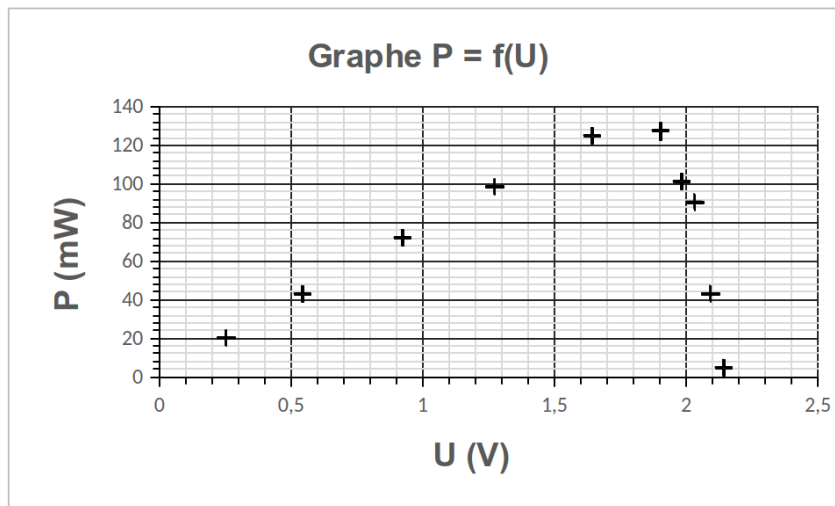


Figure 2 : Graphique de la puissance électrique  $P$  générée par la cellule photovoltaïque en fonction de sa tension  $U$

**Q21-** Estimer graphiquement la valeur  $P_{\max}$  de la puissance maximale produite par la cellule photovoltaïque dans les conditions expérimentales.

**Q22-** Nommer l'appareil qui permet de mesurer l'éclairement  $E$  reçu par la cellule photovoltaïque.

Voici la photographie de l'écran de l'appareil et de son réglage lors de la mesure de l'éclairement  $E$  reçu par le photodétecteur situé à 10 cm de la lampe à halogène et d'un extrait de la notice de cet appareil.



Figure 3 : Photographie de l'appareil lors de la mesure de l'éclairement

## 2. Caractéristiques

- LCD 3 ½ digits avec indication pile faible
- Opération avec 1 seul commutateur
- Modèle léger en format de poche
- Mesure des intensités lumineuses de 0.1 à 50000 lux
- 2000 lux : affichage x 10 // 50000 lux : affichage x 100

## 3. Spécifications

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Afficheur                   | : 1999 points et indication pile faible   |
| Indication pile faible      | : "BAT" est affiché quand la tension de la pile ne suffit plus pour un usage normal de l'appareil |
| Fréquence d'échantillonnage | : 1.5 affichages/sec., nominal  |
| Température de stockage     | : -10 à +60°C / 14 à 140°F avec humidité relative < 80%   |
| Alimentation                | : 1 x pile standard A23 de 12V  |
| Dimensions photodétecteur   | : 115 x 60 x 27mm   |
| Dimensions appareil         | : 188 x 64.5 x 24.5mm   |
| Poids                       | : 160g  |
| Plage de mesure             | : 200, 2000, 20000 lux (affichage x 10) et 50000 lux (affichage x 100)                            |
| Indication hors plage       | : le chiffre "1" est affiché  |
| Précision de mesure         | : ±5% de l'affichage + 10 digits (<10000 lux)<br>±10% de l'affichage + 10 digits (>10000 lux)     |

Figure 4 : Extrait de notice de l'appareil

**Q23-** Déduire de l'affichage sur l'appareil la valeur de l'éclairement  $E$  reçu par le photodétecteur.

**Q24-** Quelle est la précision de mesure ?

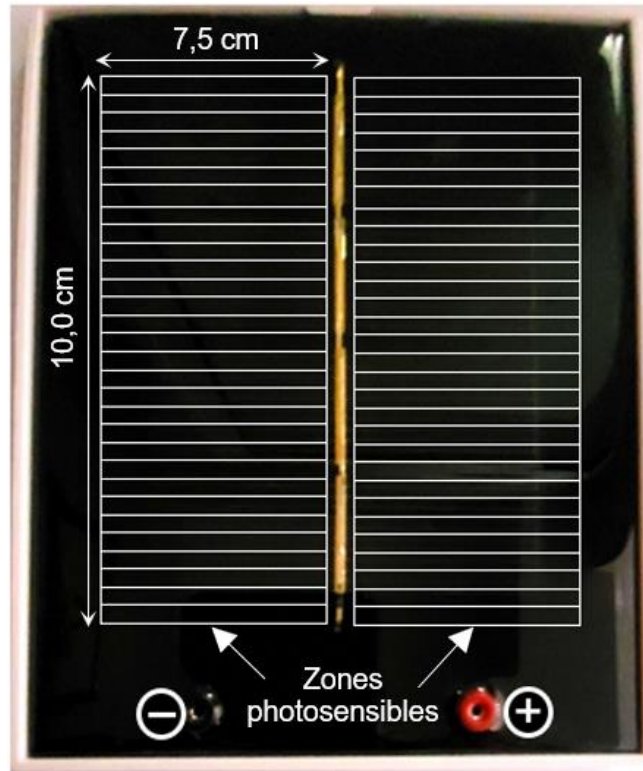


Figure 5 : Dimensions des zones photosensibles de la cellule photovoltaïque

**Q25-** Calculer en  $\text{m}^2$  la surface  $S$  de l'ensemble des zones photosensibles de la cellule.

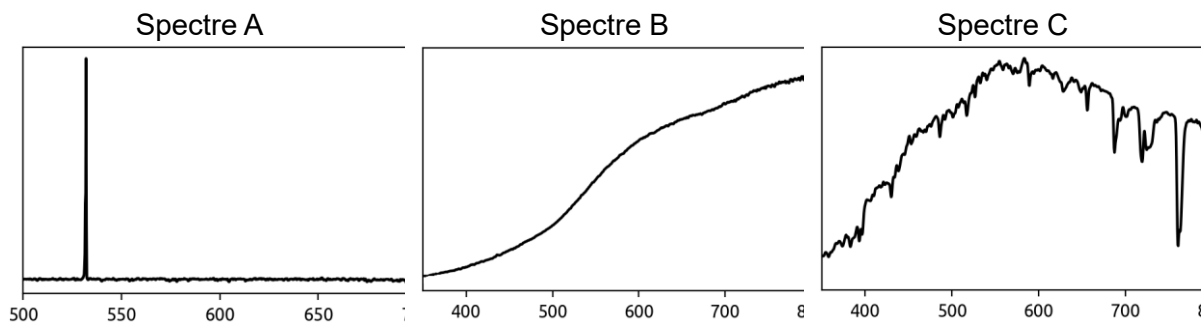
**Q26-** La valeur de l'éclairement peut également être exprimée en  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  ici  $E = 411 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Calculer en watt la puissance lumineuse  $P_{\text{lum}} = E \cdot S$  reçue par les zones photosensibles de la cellule photovoltaïque dans les conditions expérimentales.

Le rendement de conversion de la cellule photovoltaïque  $r$  est le quotient de la puissance électrique maximale  $P_{max}$  générée sur la cellule, par la puissance lumineuse  $P_{lum}$  qu'elle reçoit :

$$r = \frac{P_{max}}{P_{lum}}$$

**Q27-** Calculer le rendement de conversion de la cellule photovoltaïque. Exprimer le résultat sous la forme d'un pourcentage.

Voici trois spectres d'émission de trois sources lumineuses distinctes parmi lesquelles il y a la lampe halogène, le Soleil et une diode laser. Les valeurs portées en abscisse sont exprimées en nm.



[Figure 6](#) : Spectres étudiés

**Q28-** Nommer l'appareil qui permet d'obtenir ce type de spectre d'émission.

**Q29-** Nommer la grandeur portée en abscisse de ces spectres.

**Q30-** Pour chaque spectre, indiquer s'il s'agit d'une lumière monochromatique ou d'une lumière polychromatique.

**Q31-** Pour chaque spectre, indiquer le nom de la source lumineuse parmi les trois proposées.

**Q32-** Exprimer 535 nm en m. S'agit-il d'une radiation verte ou rouge ?

## PARTIE CHIMIE DES SOLUTIONS : L'eau de Javel et l'acide ne font pas bon ménage

L'acide chlorhydrique et l'eau de Javel sont deux produits couramment utilisés dans un contexte ménager pour leurs propriétés complémentaires – détartrant pour l'un, antiseptique pour l'autre. Il est donc tentant de vouloir les mélanger pour combiner ces propriétés. Toutefois, cela est excessivement dangereux du fait d'un dégagement très rapide de gaz dichlore ( $\text{Cl}_2$ ), un gaz vert, dense et très toxique.

Dans une première partie, on étudie l'eau de Javel, puis dans une seconde partie l'acide chlorhydrique. Enfin, la dernière partie étudie la réaction entre les deux. Les parties sont indépendantes.

### Partie A – Étude de l'eau de Javel

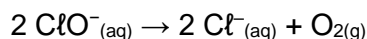
L'eau de Javel est une solution basique contenant des ions hypochlorite ( $\text{ClO}^-$ ), chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), hydroxyde ( $\text{HO}^-$ ) et sodium ( $\text{Na}^+$ ). L'ion hypochlorite est la base conjuguée de l'acide hypochloreux ( $\text{HClO}$ ).

Le pH d'une eau de Javel est compris entre 11,5 et 12,5.

La valeur du  $pK_A$  du couple acide-base  $\text{HClO}_{(aq)}/\text{ClO}^-_{(aq)}$  est 7,5.

**Q33-** Indiquer en justifiant l'espèce du couple  $\text{HClO} / \text{ClO}^-$  prédominante dans l'eau de Javel.

L'ion hypochlorite  $\text{ClO}^-$  est également fortement oxydant : cela lui confère ses propriétés antiseptiques mais lui permet également de réagir avec l'eau. Cette réaction conduit à la dégradation plus ou moins rapide de l'eau de Javel selon les conditions de stockage. L'équation de la réaction est :









**Q34-** Il est recommandé de conserver l'eau de Javel au frais et dans un récipient opaque. Expliquer pourquoi.

**Q35-** Une bouteille d'eau de Javel mentionne les pictogrammes de sécurité ci-dessous. Indiquer leurs significations.



**Q36-** Indiquer la signification des sigles « EPI » et « EPC ». Citer les EPI et EPC recommandés lors de la manipulation de l'eau de Javel.

**Q37-** Plusieurs panneaux de signalétique liés à la sécurité sont présents dans la salle de travaux pratiques. **Choisir** celui qui indique la présence du dispositif le plus adapté à utiliser pour intervenir après une projection accidentelle sur la main d'eau de Javel. **Donner** la signification de deux autres pictogrammes à choisir parmi ceux proposés.

## Partie B – Étude de la solution d'acide chlorhydrique

L'acide chlorhydrique est une solution aqueuse obtenue par dissolution de chlorure d'hydrogène gazeux  $\text{HCl}_{(g)}$  dans l'eau. Le chlorure d'hydrogène étant un acide fort, il se dissocie totalement pour former des ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$  et des ions chlorure  $\text{Cl}^-_{(aq)}$ .

**Q38-** La dissolution du chlorure d'hydrogène gazeux dans l'eau donne lieu à une expérience classique de cours nommée l'expérience du jet d'eau. Schématiser et légender le montage à réaliser pour cette expérience. Préciser le phénomène observé.

Le document 1 rassemble quelques informations sur la bouteille d'acide chlorhydrique.

Masse molaire du chlorure d'hydrogène :

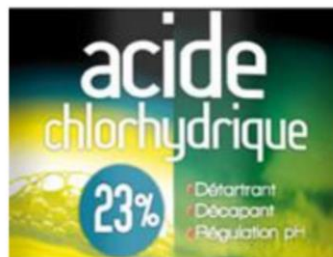
$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Titre massique en acide chlorhydrique de la solution :

$$w = \frac{\text{masse HCl}}{\text{masse solution}} = 23 \%$$

Masse volumique de la solution commerciale :

$$\rho = 1120,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

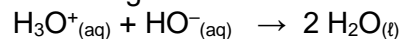


Document 1 : Informations sur la bouteille d'acide chlorhydrique

**Q39-** Montrer que, d'après le document 1, la concentration en quantité de matière  $C_a$  en ions oxonium dans la solution commerciale devrait être d'environ  $7 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Pour vérifier expérimentalement la valeur de cette concentration, on réalise un titrage de l'acide chlorhydrique par une solution de soude ( $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$  ;  $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ ) avec suivi pH-métrique.

L'équation de la réaction support du titrage est :



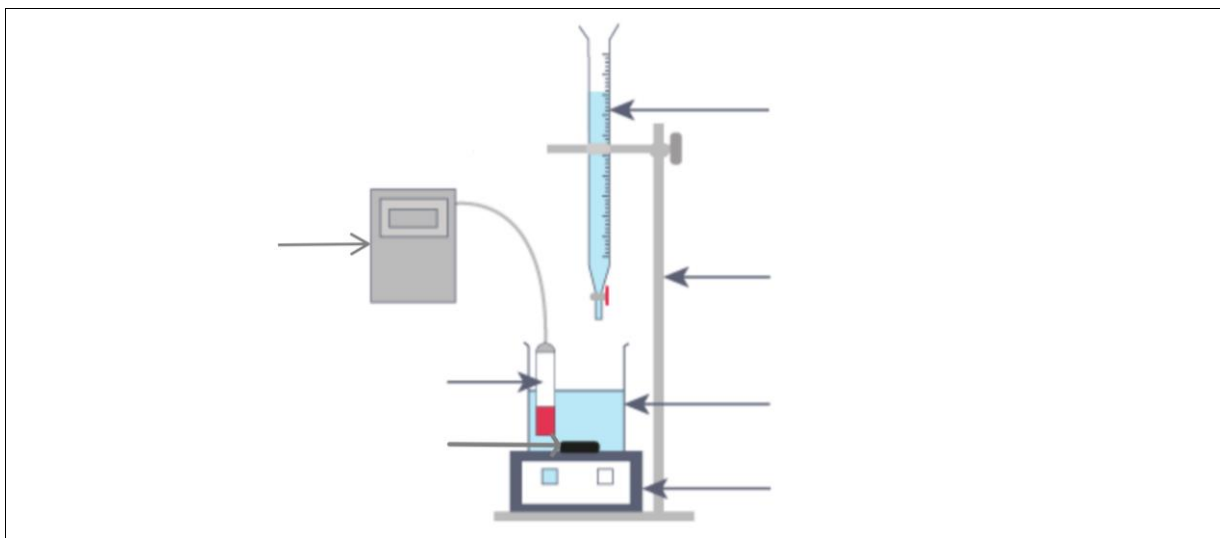
Pour réaliser le titrage, on utilise une solution de soude fraîchement préparée de concentration  $C_b = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Par ailleurs, on ne titre pas directement la solution commerciale d'acide chlorhydrique. On prépare une solution S par dilution d'un facteur 500 de la solution commerciale et on titre un volume  $V_S = 20,0 \text{ mL}$  de la solution S. On note  $C_S$  la concentration en ions oxonium de la solution S.

**Q40-** Calculer en mL le volume de solution commerciale d'acide chlorhydrique à prélever pour préparer 1,0 L de solution S.

**Q41-** Proposer un protocole permettant de préparer suffisamment de soude à la concentration  $C_b = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  pour réaliser ce titrage, en précisant le matériel utilisé (nature, volume de verrerie, précision des instruments de mesure) et en justifiant vos choix. La soude se présente en perles de  $\text{NaOH}_{(s)}$  de masse molaire  $M_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

On prélève à la pipette jaugée le volume  $V_S = 20,0 \text{ mL}$  de la solution S et on réalise un titrage de cette prise d'essai avec suivi pH-métrique.

**Q42-** Légénder le schéma du montage utilisé pour réaliser ce titrage, en précisant la nature des solutions.



La figure 7 rassemble les mesures de pH représentées en fonction du volume  $V_b$  de soude versée ; la dérivée  $\frac{dpH}{dV_b}$  est également représentée.

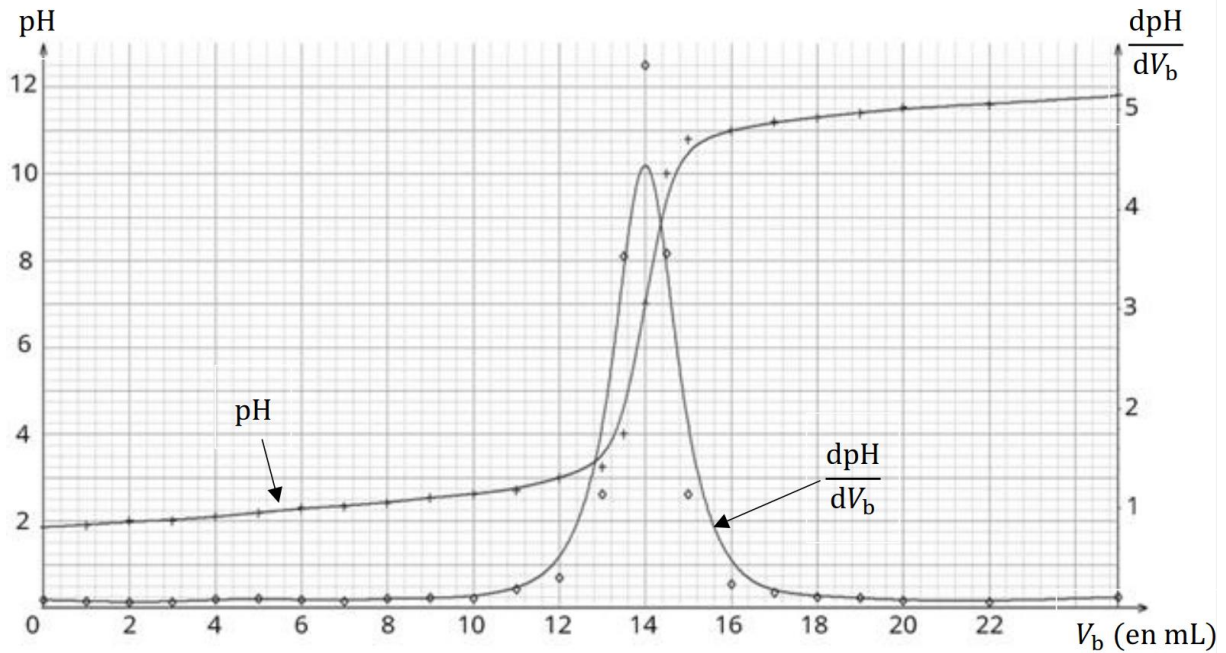


Figure 7 : Évolution du pH et de sa dérivée en fonction de  $V_b$  lors du titrage

**Q43-** En exploitant la figure 7, vérifier que la concentration en ions oxonium de la solution S d'acide chlorhydrique est bien égale à  $C_S = 0,014 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Données : À l'équivalence de ce titrage, on a la relation  $C_S \times V_S = C_b \times V_{b,Eq}$

**Q44-** En déduire la concentration en ions oxonium de la solution commerciale d'acide chlorhydrique.

### Partie C – Dégagement de dichlore

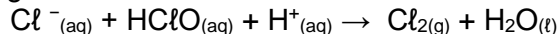
Si l'eau de Javel est mélangée avec une solution concentrée d'acide chlorhydrique, les ions hypochlorite sont presque tous transformés en acide hypochloreux. Les espèces en solution sont alors  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ,  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ,  $\text{HClO}_{(\text{aq})}$ , et  $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ .

L'acide hypochloreux est l'oxydant du couple  $\text{HClO}_{(\text{aq})}/\text{Cl}_{2(\text{g})}$ .

L'ion chlorure est le réducteur du couple  $\text{Cl}_{2(\text{g})}/\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ .

**Q45-** Écrire les demi-équations redox des couples  $\text{Cl}_{2(\text{g})} / \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  et  $\text{HClO}_{(\text{aq})} / \text{Cl}_{2(\text{g})}$  (en milieu acide).

**Q46-** Montrer que l'équation globale de réaction des ions chlorure avec l'acide hypochloreux est :



Considérons un mélange entre acide chlorhydrique et eau de Javel, contenant la quantité de matière  $n(\text{HClO}) = 0,40$  mol d'acide hypochloreux. La solution commence à dégager du gaz dichlore très toxique.

On souhaite évaluer le volume de dichlore théoriquement produit lors de ce mélange. Pour cela, on admet que, dans les conditions décrites :

- La réaction de formation du dichlore est totale.
- L'acide hypochloreux est le réactif limitant.

**Q47-** Justifier que la valeur de la quantité de matière de dichlore  $n(\text{Cl}_2)$  théoriquement produite par la transformation est 0,40 mol.

**Q48-** En utilisant le volume molaire du dichlore gazeux, en déduire la valeur du volume  $V(\text{Cl}_2)$  occupé par le gaz dichlore théoriquement produit par la transformation.

Données : Volume molaire du dichlore gazeux sous une pression d'une atmosphère à une température de 20 °C :  $V_m(\text{Cl}_2) = 24 \text{ L mol}^{-1}$

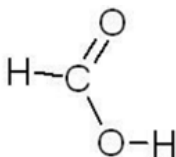
**Q49-** Indiquer la conduite à tenir si, au laboratoire du lycée, un tel mélange est effectué accidentellement.

## PARTIE CHIMIE ORGANIQUE : Synthèse d'un ester

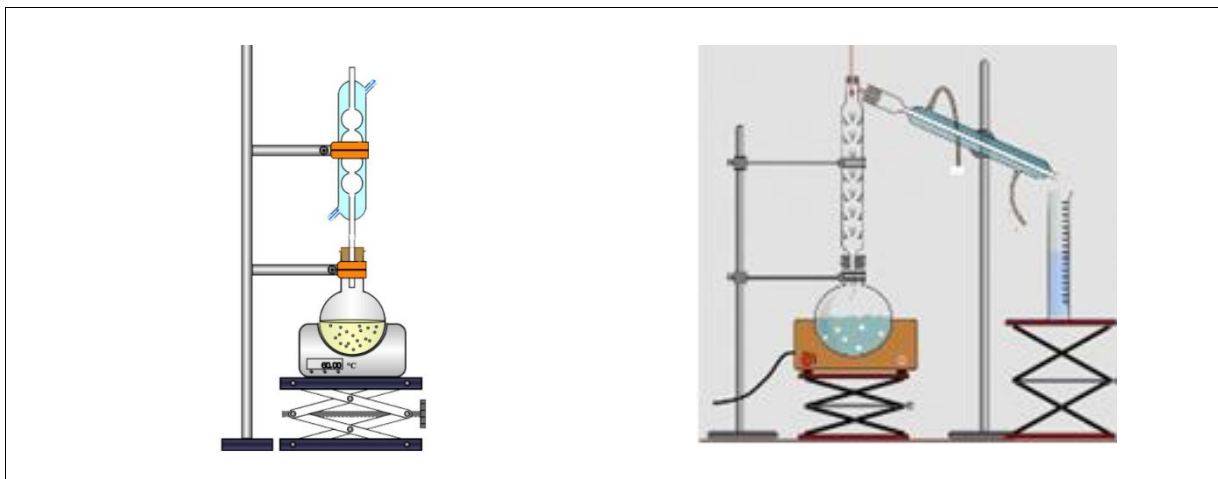
Les esters sont des composés chimiques qui ont souvent une odeur agréable. On les trouve naturellement dans les fruits, dont ils sont généralement responsables de l'arôme.

La synthèse de méthanoate de butyle, ester de formule brute  $C_5H_{10}O_2$ , s'effectue à partir de l'acide  $CH_2O_2$  et d'un alcool de formule brute  $C_4H_{10}O$ .

**Q50-** Nommer ci-dessous les deux réactifs selon la nomenclature officielle.

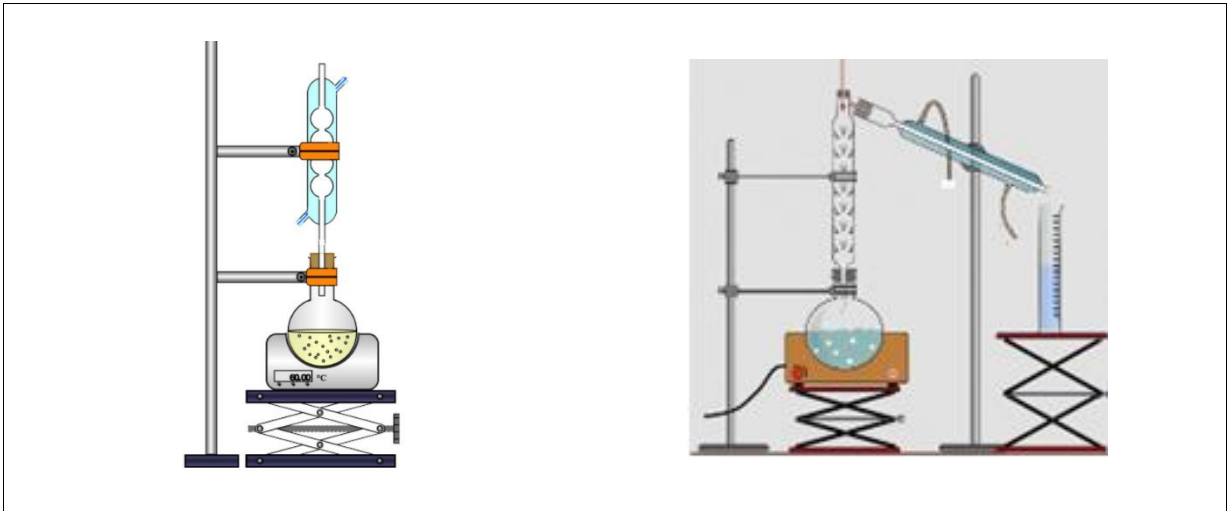
| Réactif 1 : acide $CH_2O_2$   | Réactif 2 : alcool $C_4H_{10}O$  |
|---|----------------------------------|
|  | $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ |
| Nom :   | Nom :                            |

**Q51-** La synthèse s'effectue par chauffage à reflux. Entourer le montage correspondant. Il n'est pas nécessaire de le légèder.



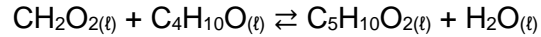
**Q52-** Que signifie le terme « à reflux » ? Quels sont les avantages de ce montage ?

**Q53-** Indiquer sur les deux schémas ci-dessous l'arrivée et la sortie d'eau sur chaque réfrigérant.



**Q54-** Expliquer pourquoi les chauffe-ballons sont positionnés sur des supports élévateurs.

La réaction de synthèse du méthanoate de butyle a pour équation-bilan :



On effectue la synthèse avec 12,0 g d'acide et 15,0 mL d'alcool.

Données :

Masses molaires des réactifs :  $M(\text{CH}_2\text{O}_2) = 46,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$   $M(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}) = 74,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Masses molaires atomiques :  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$   $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$   $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Masse volumique de l'alcool utilisé :  $\rho_{\text{alcool}} = 0,806 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

Masse volumique de méthanoate de butyle produit :  $\rho_{\text{ester}} = 0,890 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

**Q55-** Déterminer le réactif limitant.

**Q56-** En déduire la quantité maximale théorique d'ester que l'on pourrait obtenir, si la réaction était totale.

**Q57-** Calculer la masse molaire  $M_{\text{ester}}$  de l'ester de formule brute  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ .

**Q58-** L'expérience permet de produire un volume de 12,0 mL d'ester. Calculer le rendement de la synthèse.

*Le rendement d'une synthèse est le rapport entre la quantité de produit obtenu expérimentalement, et la quantité maximale théorique si la réaction était totale :  $R = \frac{n_{obtenu}}{n_{max}}$ .*

**Q59-** Proposer une technique pour augmenter le rendement de cette réaction d'estérification.

**Q60-** À la fin d'une série de TP, diverses substances chimiques ont été utilisées ou réalisées par les élèves/étudiants. Indiquer, pour chacune, le tri le plus approprié.

|   | À l'évier | Bac particulier, préciser lequel |
|---|-----------|----------------------------------|
| Soude à $2 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  |           |                                  |
| Acide chlorhydrique à $7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   |           |                                  |
| Mélange contenant du cyclohexane                            |           |                                  |
| Chlorure de fer III à $0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ |           |                                  |
| Nitrate d'argent à $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$    |           |                                  |
| Acide éthanoïque à $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$      |           |                                  |
| Chlorure de sodium à $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$    |           |                                  |
| Mélange contenant du dichlorométhane                        |           |                                  |

**FIN DU SUJET**