Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac STL, veuillez visiter :
bacstl.fr/annales-sujets-et-corriges

SESSION 2025

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Série sciences et technologies de laboratoire (STL)

Épreuve de spécialité
Sciences physiques et chimiques en laboratoire

Partie écrite

Temps alloué : 3 heures **Coefficient : 7**

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Aucun document autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 14 pages, numérotées de 1/14 à 14/14.

Les pages 13 et 14 sont à rendre avec la copie.

Refuge en haute montagne

Un séjour dans un refuge en haute montagne est l'occasion de répondre à des défis scientifiques et technologiques.



D'après https://www.vanoise-parcnational.fr/fr/documents/dp-inauguration-de-la-pile-hydrogene-du-refuge-du-col-du-palet-28-septembre-2018

Dans ce sujet, on s'intéresse à certaines solutions technologiques proposées pour s'approvisionner en eau et en électricité ainsi qu'aux observations astronomiques facilitées par la qualité du ciel à haute altitude.

Les quatre parties sont indépendantes.

Partie A	Fonctionnement d'un électrolyseur	5 points
Partie B	Choix de l'isolant pour le local technique	4 points
Partie C	Contrôle qualité de l'eau	5 points
Partie D	Observation de Jupiter à travers une lunette	6 points

Partie A : fonctionnement d'un électrolyseur (5 points)

Pour l'approvisionnement en électricité en fonction des besoins, l'installation de panneaux photovoltaïques associée à des batteries est courante dans les refuges. Le parc national de la Vanoise a, quant à lui, développé un prototype innovant basé sur la technologie de l'hydrogène.

Dans ce dispositif, du dihydrogène gazeux, produit par une électrolyse de l'eau, est stocké. Ce dihydrogène sert ensuite à alimenter une pile à combustible permettant de produire de l'électricité en fonction de la demande et lorsque la production des panneaux photovoltaïques ne suffit pas.

On se propose d'étudier le fonctionnement de l'électrolyseur et de la pile à combustible afin de déterminer si la quantité de dihydrogène stockée peut suffire pour alimenter en électricité tous les appareils pendant la durée d'ouverture du refuge, en cas de panne des panneaux photovoltaïques.

Données :

- couples oxydant-réducteur :
  $H^+(aq) / H_2(g)$
  $O_2(g) / H_2O(\ell)$;
- masse molaire du dihydrogène : $M(H_2) = 2{,}0\ g{\cdot}mol^{-1}$;
- information sur les réservoirs de dihydrogène gazeux :
  masse maximale totale de H_2 stocké : 4,6 kg ;
- charge élémentaire $e = 1{,}6\times10^{-19}$ C ;
- constante d'Avogadro $N_A = 6{,}02\times10^{23}\ mol^{-1}$;
- constante de Faraday : $F = 9{,}65\times10^{4}\ C{\cdot}mol^{-1}$.

Q1- Indiquer, dans le cas d'une électrolyse, si la transformation chimique mise en jeu est spontanée ou forcée.

Q2- Nommer la forme d'énergie reçue par l'électrolyseur.

Le **DOCUMENT-RÉPONSE DR1** présente le schéma de fonctionnement de l'électrolyseur.

On note **électrode (1)**, l'électrode où est produit le dihydrogène et **électrode (2)**, l'électrode où est produit le dioxygène.

On donne l'équation de la réaction électrochimique modélisant la transformation chimique qui a lieu à **l'électrode (1)** :

$$2\ H^+(aq) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g)$$

Q3- Indiquer si **l'électrode (1)**, où est produit le dihydrogène, est le lieu d'une oxydation ou d'une réduction. Justifier la réponse.

Q4- Écrire l'équation de la réaction électrochimique modélisant la transformation chimique qui a lieu à **l'électrode (2)**.

Q5- Compléter le schéma de fonctionnement de l'électrolyseur sur le **DOCUMENT-RÉPONSE DR1 à rendre avec la copie** en indiquant clairement :

- la nature de chaque électrode (anode ou cathode),
- le sens de déplacement des électrons e^-,
- le sens du courant I,
- les bornes + et – du générateur électrique.

Q6- Montrer que l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de l'électrolyseur est :

$$2\ H_2O(\ell) \rightarrow 2\ H_2(g) + O_2(g)$$

Q7- Montrer que la quantité de matière maximale de dihydrogène stocké dans les réservoirs est proche de : $2{,}3 \times 10^3$ mol.

On s'intéresse maintenant à la pile à combustible alimentée par le dihydrogène stocké dans les réservoirs.

L'intensité du courant débitée par la pile à combustible pour faire fonctionner l'ensemble des appareils électriques vaut 12 A.

Q8- Exprimer la durée de fonctionnement de la pile si elle consomme la totalité du dihydrogène stocké dans les réservoirs. Calculer sa valeur.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter sa démarche. Toute démarche, même non aboutie, sera valorisée.

La saison d'ouverture du refuge va de début février à fin octobre.

Q9- Conclure sur la capacité de stockage est suffisante pour palier un éventuel problème de fonctionnement des panneaux photovoltaïques, pendant cette durée.

Partie B : choix de l'isolant pour le local technique (4 points)

Pour des mesures de sécurité, l'installation comprenant l'électrolyseur, les réservoirs de dihydrogène et la pile à combustible se situe dans un local indépendant qui doit être maintenu hors gel. Pour assurer cette condition, on cherche à garder une température interne du local supérieure à 5 °C.



D'après https://www.vanoise-parcnational.fr/

Données :

1) Caractéristiques du local :

- construction en bois ;
- épaisseur des parois du local (sol, plafond, murs) : e_{parois} = 5,0 cm ;
- surface totale des parois extérieures : S = 43 m^2 ;
- conductivité thermique du bois : λ = 0,13 W·m^{-1}·K^{-1} ;
- conditions de température :
  - température intérieure : θ_{int} = 5,0 °C
  - température extérieure : θ_{ext} = – 8,0 °C.

2) Différents matériaux pour isoler :

Pour réduire l'empreinte écologique des bâtiments neufs, la réglementation environnementale RE 2020 systématise de plus en plus le recours aux isolants biosourcés : chanvre, laine de bois, ouate de cellulose, plumes de canard ou encore roseaux. À la fois naturels, efficaces en termes d'isolation phonique et acoustique, les isolants biosourcés bénéficient d'un bilan écologique incomparable dans la mesure où peu d'énergie est nécessaire pour les produire, de plus ils sont recyclables.

Matériau	**Conductivité thermique λ (W·m^{-1}·K^{-1})**	**Inconvénients**
Laine de bois	0,038	Prix d'achat élevé
Ouate de cellulose	0,035	Traitements chimiques nécessaires
Chanvre	0,048	Tendance à se tasser

D'après https://particuliers.engie.fr/economies-energie/conseils-economies-energie/conseils-travaux-renovation/isolants-bio-sources.html

3) Modèle thermique :

- **Puissance thermique échangée à travers une paroi plane :**

$$P = \frac{(\theta_{chaud} - \theta_{froid})}{R}$$

- **Résistance thermique d'une paroi plane :**

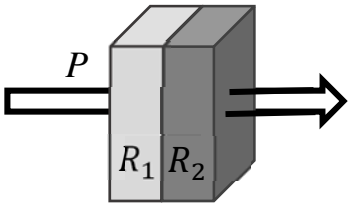
$$R = \frac{e}{\lambda \times S}$$

avec :

- P : puissance thermique (W) ;
- θ_{chaud} et θ_{froid} : températures de part et d'autre de la paroi (°C) ;
- R : résistance thermique de la paroi plane ($K \cdot W^{-1}$) ;
- e : épaisseur de la paroi plane (m) ;
- λ : conductivité thermique du matériau constituant la paroi ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) ;
- S : surface de la paroi (m^2).

- **Résistance thermique d'une paroi constituée de plusieurs matériaux superposés :**

$R_{totale} = R_1 + R_2$



Le mode de transfert thermique par conduction est supposé être prépondérant dans ce modèle de transfert.

Q10- Nommer deux autres modes de transfert thermique.

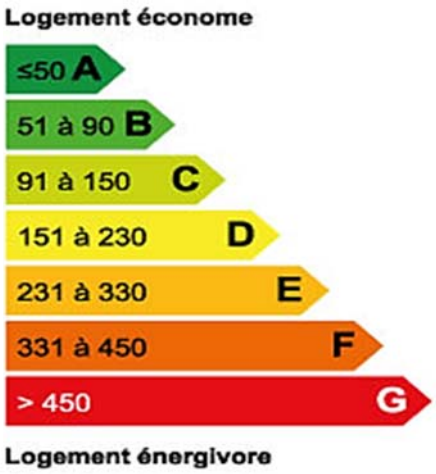
Q11- Préciser le sens spontané du transfert thermique à travers les parois du local, dans les conditions de cette étude.

Q12- Calculer la valeur de la puissance thermique échangée à travers les parois en bois lorsque celles-ci ne sont pas isolées (pertes thermiques).

Diagnostic de Performance Énergétique (D.P.E.) :

Le « Diagnostic de Performance Énergétique » d'un logement prend en compte la consommation énergétique de ce logement.
Il correspond à la quantité d'énergie consommée **en une année**, ramenée à une surface au sol d'un mètre carré.
Il s'exprime en **kWh par m² habitable.**

On donne : 1 kWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ J.



D'après https://particuliers.engie.fr/economies-energie/

On souhaite obtenir le classement en catégorie A pour le local technique, d'une surface au sol de 9 m².

Q13- Déterminer la valeur de la puissance moyenne (en W) consommée par le local, à ne pas dépasser pour satisfaire les exigences de la catégorie A.

On considère que l'énergie consommée sert à compenser les pertes thermiques.

Q14- Justifier, à partir des résultats des questions **Q12** et **Q13**, qu'il est nécessaire d'isoler le local.

Pour des raisons écologiques et économiques, le matériau choisi pour isoler le local est le chanvre.

Q15- Indiquer si le chanvre est le matériau le plus isolant. Justifier la réponse.

Q16- Déterminer l'épaisseur de chanvre à mettre sur toute la surface des parois du local si on souhaitait atteindre le classement en catégorie A.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter sa démarche. Toute démarche, même non aboutie, sera valorisée.

Partie C : contrôle qualité de l'eau (5 points)

En France, l'eau est contrôlée très régulièrement par l'A.R.S. (Agence Régionale de Santé) pour déterminer différents paramètres et vérifier sa conformité.

On se propose de contrôler l'alcalinité de l'eau du refuge. En effet, si celle-ci est trop forte, elle peut provoquer un entartrage des installations et donc une surconsommation d'électricité du refuge.

L'alcalinité est principalement due aux ions carbonate $CO_3^{2-}(aq)$ et aux ions hydrogénocarbonate $HCO_3^-(aq)$.

Données :

- à 25 °C : pK_{a1} (CO_2, $H_2O(aq)$ / $HCO_3^-(aq)$) = 6,4 ;

  pK_{a2} ($HCO_3^-(aq)$ / $CO_3^{2-}(aq)$) = 10,3 ;
- masse molaire moléculaire d'un ion hydrogénocarbonate : M = 61,0 g·mol^{-1} ;
- quelques paramètres de l'analyse de l'eau du refuge fournis par l'A.R.S. :
  - pH = 8,0 ;
  - Concentration en masse des ions HCO_3^- : 85,0 mg·L^{-1}.

Q17- Représenter le diagramme de prédominance des espèces acides et basiques des couples de l'ion hydrogénocarbonate.

Q18- Déterminer l'espèce prédominante présente dans l'eau analysée.

Afin de vérifier la concentration en ions hydrogénocarbonate, un titrage est réalisé.

Pour cela, on introduit dans un erlenmeyer un volume V_{eau} = 100,0 mL d'eau analysée que l'on titre avec de l'acide chlorhydrique ($H_3O^+(aq)$ + $Cl^-(aq)$) de concentration en quantité de matière C_A = 1,00 × 10^{-2} mol·L^{-1} en présence d'un indicateur coloré, le vert de bromocrésol.

Le volume trouvé à l'équivalence est de V_E = 14,1 mL.

Q19- Écrire l'équation de la réaction support du titrage entre les ions hydrogénocarbonate $HCO_3^-(aq)$ et les ions $H_3O^+(aq)$.

Q20- Définir l'équivalence lors d'un titrage.

Q21- Exprimer, puis calculer la concentration en quantité de matière C des ions hydrogénocarbonate dans l'eau analysée.

Q22- Montrer que la valeur de la concentration en masse en ions hydrogénocarbonate est proche de : C_m = 8,60 × 10^{-2} g·L^{-1}.

Q23- Indiquer trois sources d'incertitudes possibles sur la mesure de la concentration en masse C_m.

L'incertitude-type $u(C_m)$ vaut 1×10^{-3} g·L^{-1}.

Q24- Présenter le résultat de la mesure de la concentration en masse obtenue par titrage avec son incertitude-type associée.

Compatibilité entre une valeur de référence et une mesure :
deux valeurs, dont une de référence, d'une grandeur physique sont compatibles si leur écart, en valeur absolue, est inférieur à deux fois l'incertitude-type de la mesure.

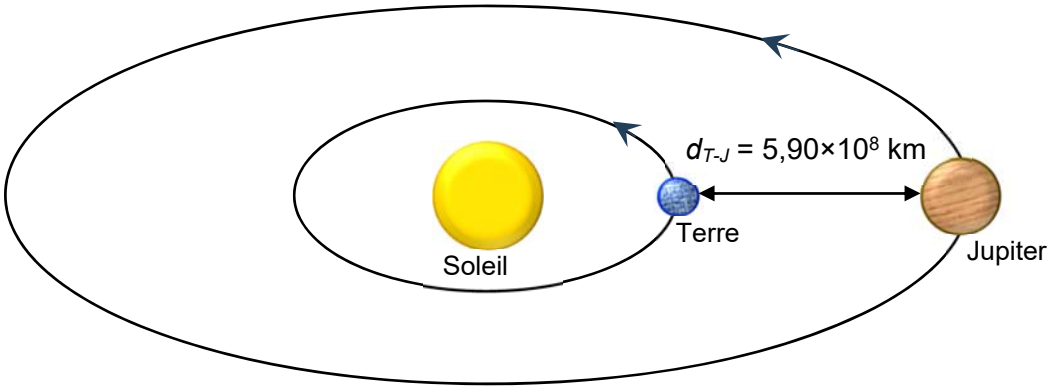
Q25- Exploiter ce critère pour conclure sur la validité du titrage effectué par rapport aux résultats de l'A.R.S.

Partie D : observation de Jupiter à travers une lunette (6 points)

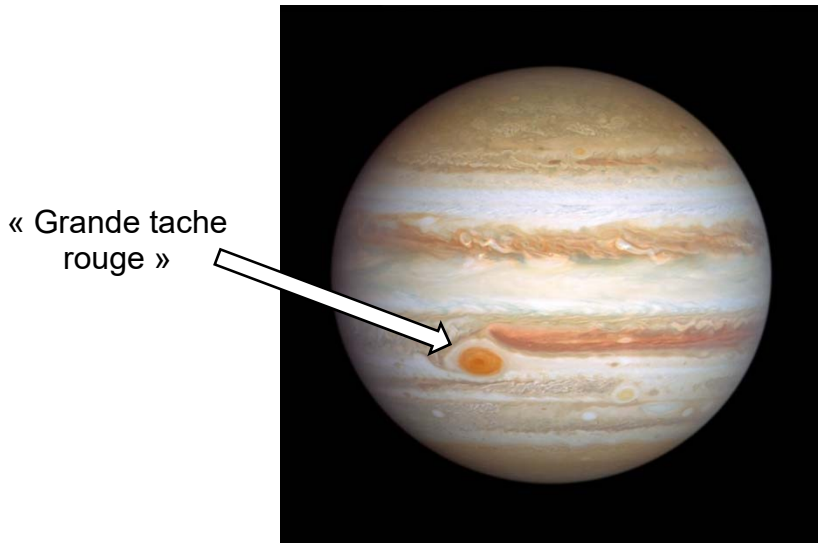
Loin de toute pollution lumineuse, avec une vue dégagée, la haute montagne est un endroit idéal pour des observations astronomiques.

On s'intéresse dans cette partie du sujet à l'observation nocturne de Jupiter et de sa « Grande tache rouge » depuis le refuge le 26 septembre 2022, d'abord à l'œil nu, puis à l'aide d'une lunette astronomique commerciale que l'on modélisera.

La position de Jupiter le 26 septembre 2022 est la suivante :



Sur Jupiter, d'épais nuages forment des bandes de couleurs différentes et la « Grande tache rouge » est une gigantesque tempête anticyclonique que l'on observe depuis plus de 350 ans. Elle est actuellement un peu plus grande que la Terre.

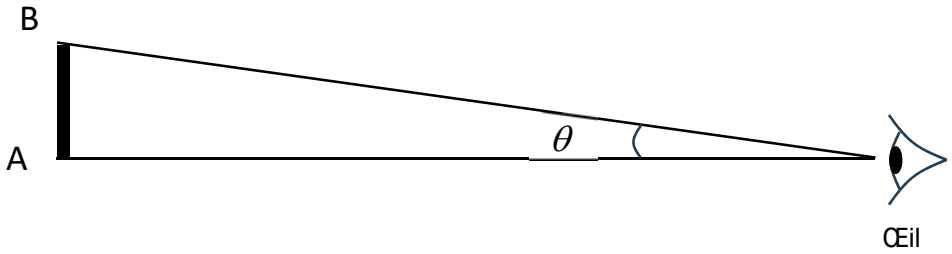


Photographie de Jupiter

Crédit : NASA, ESA, J. DePasquale (STScI), A. Simon (NASA-GSFC)

Données :

- distance Terre - Jupiter : $d_{T\text{-}J} = 5{,}90 \times 10^8$ km ;
- diamètre moyen de la « Grande tache rouge »: D = $1{,}50 \times 10^4$ km ;
- pour des angles très petits, exprimés en radian : tan $\theta \approx \theta$;
- pouvoir séparateur de l'œil : $\varepsilon = 3{,}0 \times 10^{-4}$ rad ;
- le pouvoir séparateur de l'œil est l'angle minimal à partir duquel l'œil peut distinguer deux objets A et B très proches :



Si $\theta < \varepsilon$, l'œil ne peut pas distinguer le point A du point B.

Observation de Jupiter à l'œil nu :

Q26- Vérifier que l'angle sous lequel un observateur terrestre voit la « Grande tache rouge » de Jupiter est proche de $2{,}5 \times 10^{-5}$ rad.

Q27- Indiquer, en justifiant la réponse, si l'on peut distinguer ce détail de la surface de Jupiter à l'œil nu.

Observation de Jupiter à l'aide de la lunette astronomique de voyage ED80SF Porta II Vixen dont les caractéristiques sont les suivantes :



- Lunette haut de gamme, délivrant des images contrastées.
- Pour des observations lunaires et planétaires ou encore du ciel profond rapides, sans configuration compliquée.
- Très légère et portable.
- Objectif : diamètre 80 mm ; distance focale 600 mm.

D'après : https://www.maison-astronomie.com/fr/initiation-enfants/7029-lunette-astronomique-ed80sf-porta-ii-vixen-4955295399567.html

On modélise cette lunette à l'aide de deux lentilles minces convergentes notées L_1 et L_2, de distances focales respectives f_1' et f_2'.

Dans cette lunette, le foyer image F'_1 de L_1 et le foyer objet F_2 de L_2 sont confondus.

Q28- Identifier la lentille mince convergente qui correspond à l'objectif et celle correspondant à l'oculaire sur le **DOCUMENT-RÉPONSE DR2 à rendre avec la copie**.

Q29- Construire, sur le **DOCUMENT-RÉPONSE DR2 à rendre avec la copie**, l'image intermédiaire A_1B_1 d'un objet AB à l'infini vu sous un angle θ.

Q30- Préciser pourquoi l'image définitive A'B' doit se situer à l'infini.

Q31- Construire sur le **DOCUMENT-RÉPONSE DR2 à rendre avec la copie** l'image définitive A'B'. Faire apparaître la marche des deux rayons lumineux issus de B ∞ et l'angle θ' sous lequel est vue l'image définitive à la sortie de la lunette.

Q32- Définir le grossissement G de la lunette astronomique en fonction des angles θ et θ'.

On considère que les angles θ et θ', exprimés en radian, sont petits.

Q33- Montrer que le grossissement de la lunette astronomique peut s'exprimer sous la forme :

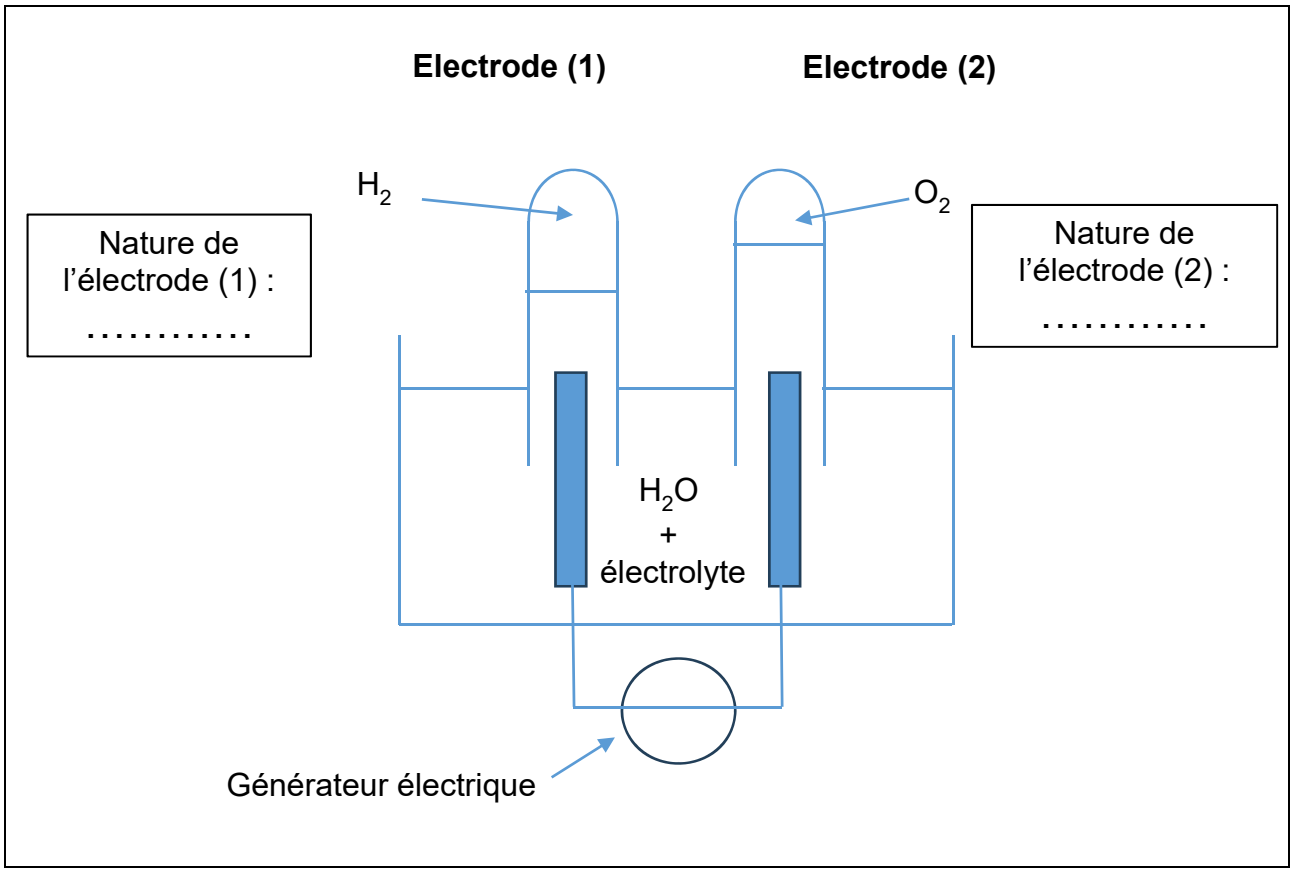
$$G = \frac{f_1'}{f_2'}$$

Q34- Déterminer le critère que doit satisfaire la distance focale de l'oculaire pour observer la « Grande tache rouge » de Jupiter avec la lunette astronomique précédente.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter sa démarche. Toute démarche, même non aboutie, sera valorisée.

DOCUMENT-RÉPONSE
À RENDRE AVEC LA COPIE

DOCUMENT-RÉPONSE DR1



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

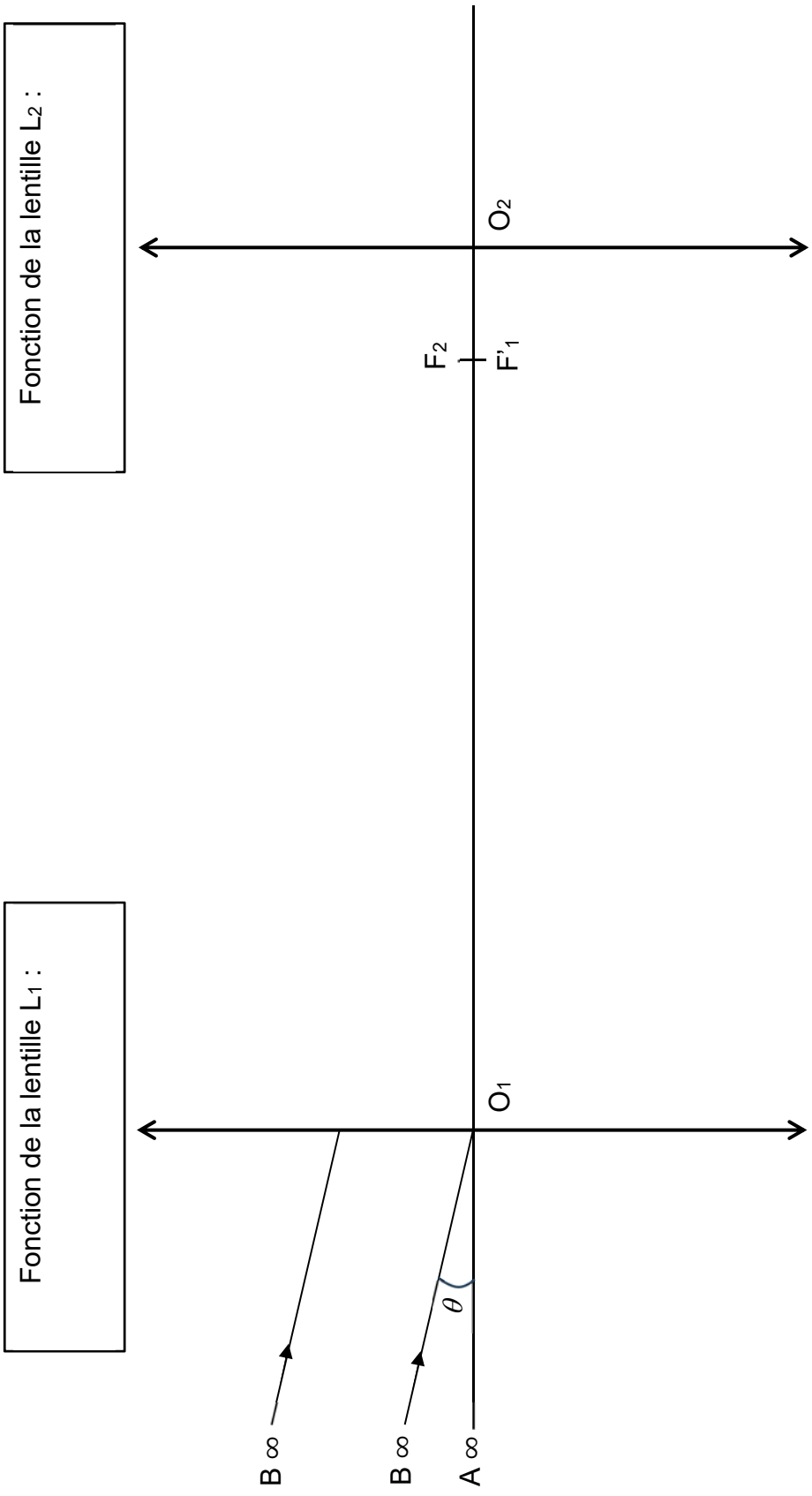
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

DOCUMENT-RÉPONSE
À RENDRE AVEC LA COPIE

DOCUMENT-RÉPONSE DR2



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.