

**Document 2.2 : Grille nationale d'évaluation**

**GRILLE NATIONALE D'ÉVALUATION  
EN MATHÉMATIQUES ET  
EN SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES**

NOM et Prénom :	Diplôme préparé :	Séquence d'évaluation <sup>1</sup> n°
-----------------	-------------------	---------------------------------------

**1. Liste des capacités, connaissances et attitudes évaluées**

Capacités	
Connaissances	
Attitudes	

**2. Évaluation<sup>2</sup>**

Compétences <sup>3</sup>	Capacités	Questions	Appréciation du niveau d'acquisition <sup>4</sup>
S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information.		
Analyser Raisonner	Émettre une conjecture, une hypothèse. Proposer une méthode de résolution, un protocole expérimental.		
Réaliser	Choisir une méthode de résolution, un protocole expérimental. Exécuter une méthode de résolution, expérimenter, simuler.		
Valider	Contrôler la vraisemblance d'une conjecture, d'une hypothèse. Critiquer un résultat, argumenter.		
Communiquer	Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit.		
			/ 10

# DOSSIER DOCUMENTAIRE

## Collection 3 : Documents supports à l'enseignement et productions d'élèves

### Document 3.1 : Dosage de Winkler

#### Problématique

La concentration en dioxygène dissous est un indicateur de la qualité des eaux (eaux de rivières, eau potable, eaux usées, eau de rejet industriel...). En effet, les microorganismes qui participent à la décomposition des déchets organiques sont consommateurs de dioxygène tandis que la photosynthèse aquatique et le brassage des eaux de surface participent à l'enrichissement en dioxygène.

Le dioxygène dissous dans l'eau est en outre à l'origine de phénomènes de corrosion d'autant plus sérieux que les températures sont élevées.

Ainsi, l'objectif de ce TP est de doser par iodométrie le dioxygène dissous dans l'eau.

En effet ; le dioxygène contenu dans l'air se dissout dans l'eau d'après la réaction de dissolution  $O_{2(g)} = O_{2(aq)}$  de constante d'équilibre  $K^\circ(T) = \frac{[O_2]_{aq}^{\text{équilibre}}}{P_{O_2}^{\text{équilibre}}} \cdot \frac{P^\circ}{C^\circ}$ , donc la concentration en dioxygène à l'équilibre, appelée solubilité, dépend de la pression partielle en dioxygène au-dessus de la solution ainsi que de la température.

Une solution pour laquelle l'équilibre de dissolution est réalisé est dite saturée.

La solubilité s'exprime usuellement en milligrammes par litre d'eau.

#### Consignes

On veut doser le dioxygène dissous dans l'eau du robinet.

Pour limiter les variations de volume du système, les réactifs sont ajoutés sous forme solide. Les variations de pH sont provoquées par addition de cristaux d'hydroxyde de sodium ou de solution d'acide sulfurique concentré.

#### Protocole

##### Première étape : Mise en solution et réduction :

- poser l'rlenmeyer de 250 mL, disposant d'un bouchon, dans lequel on fera les réactions, dans une cuvette pour que les débordements de liquides corrosifs soient récupérés ;
- introduire un gros barreau aimanté dans l'rlenmeyer ;
- remplir l'rlenmeyer à ras bord avec l'eau à analyser ;
- ajouter environ 700 mg d'hydroxyde de sodium en pastilles et 2 g de chlorure de manganèse  $MnCl_2$  (solide) ;
- boucher rapidement l'rlenmeyer sans emprisonner de bulles d'air. Pour cela, mettre du parafilm sur l'rlenmeyer et visser, par-dessus le parafilm, le bouchon en plastique. Si on laisse de l'air, le dioxygène de l'air sera petit à petit dissous dans l'eau à analyser et on aura pour le dosage une valeur par excès ;
- agiter trente minutes.

*Un précipité brun apparaît*

**Deuxième étape :** Passage en milieu acide et action de KI (cette étape est à faire vite pour ne pas laisser le temps à du dioxygène de l'air de se dissoudre ce qui fausserait le dosage) :

- remettre l'rlenmeyer dans la cuvette. L'ouvrir et ajouter rapidement 20 mL d'acide sulfurique très concentré à la pipette graduée en fond d'rlenmeyer ;
- ajouter 3 g d'iode de potassium KI (solide). Boucher, essuyer l'rlenmeyer et remettre sous agitation.

*Le précipité brun doit disparaître complètement.*

*Il persiste une coloration jaune due au diiode  $I_2$ .*

##### Troisième étape : Dosage :

- dans un bêcher, introduire à la pipette jaugée  $V_0 = 50,0$  mL de cette solution ;
- doser sous agitation le diiode formé à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium avec  $[S_2O_3^{2-}] = 5,00 \cdot 10^{-3}$  mol.  $L^{-1}$  ;
- ne pas oublier d'ajouter une pointe de spatule de thiocyanate à l'approche de l'équivalence ;
- noter  $V_e$  le volume à l'équivalence.

### Document 3.2 : Qualité de l'eau

Classement	Eau d'excellente qualité	Eau potable	Eau industrielle	Eau médiocre
Usages souhaitables	Tous usages	Eau potable, industrie alimentaire abreuvement des animaux, baignade, pisciculture	Irrigation	Navigation, refroidissement
Caractéristiques principales				
Conductivité $\text{mS.cm}^{-1}$ à 20°C	<400	400 à 750	750 à 1500	1500 à 3000
Température	<20°C	20 à 22°C	22 à 25°C	>25°C
pH	6,5 à 8,5	6,5 à 8,5	6 à 9	5,5 à 8,5
O <sub>2</sub> dissous mg.L <sup>-1</sup>	>7	5 à 7	3 à 5	
DCO mg.L <sup>-1</sup>	<20	20 à 25	25 à 40	40 à 80
DB05 mg.L <sup>-1</sup>	<3	3 à 5	5 à 10	10 à 25
N mg.L <sup>-1</sup>	<1	1 à 2	2 à 3	>3

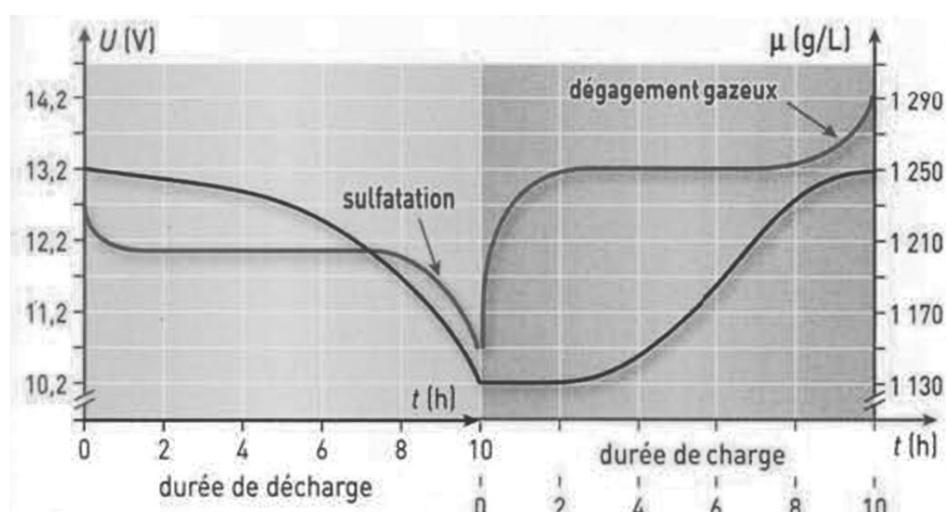
DCO = demande chimique en O<sub>2</sub> ; c'est ce que les substances chimiques dissoutes ou en suspension sont susceptibles de consommer comme dioxygène.

DB05 = demande biochimique en O<sub>2</sub> en 5 jours ; c'est ce que les micro-organismes présents dans l'eau sont susceptibles de consommer en 5 jours.

N = élément chimique azote présent dans l'eau.

### Document 3.3 : d'après un manuel (Hachette)

Les courbes suivantes représentent les évolutions de la tension (ou force électromotrice) U en V (courbe en rouge) et de la masse volumique  $\mu$  en g/L (courbe en bleu) d'une batterie d'accumulateurs au plomb durant 10 h de décharge et 10 h de charge.



- Quelle est la force électromotrice de cette batterie au début de la décharge ? Comment évolue la tension délivrée par la batterie au cours de la décharge ?
- En considérant l'espèce chimique qui se dépose sur les électrodes, justifier l'expression utilisée par les professionnels : « durant la décharge, les électrodes se sulfatent ».
- Comment évolue la masse volumique de l'électrolyte au cours de la décharge ?
- Comment évoluent la force électromotrice et la masse volumique de la batterie au cours de la décharge ?

## Document 3.4 : Activité d'approfondissement

Pour une voiture, la batterie d'accumulateurs au plomb est un élément essentiel surtout avec toute l'électronique embarquée. Cette batterie de 12 V est constituée de 6 accumulateurs au plomb. Elle est rechargée grâce à un alternateur. Ce dernier est suivi d'un redresseur puis d'un régulateur qui fixe la tension de charge à 14,4 V.



### Question à résoudre :

Pourquoi le régulateur limite-t-il la tension de charge à 14,4 V ?

### I – Compréhension :

1. Comment sont montés les accumulateurs dans une batterie automobile sachant qu'un accumulateur délivre une tension de l'ordre de 2 V ?
2. Quelle est la principale différence entre une pile et un accumulateur ?

### II – Expérimentation sur un accumulateur :

Caractéristiques techniques de cet accumulateur :

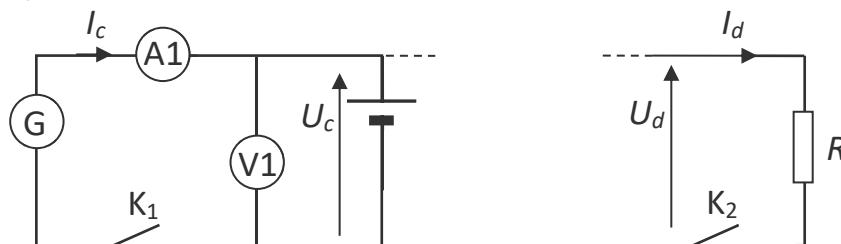
- Une électrode en plomb et une électrode en plomb recouverte de dioxyde de plomb.
- Tension de charge maximale : 2,5 V.
- Capacité maximale d'acide sulfurique : 300 mL.



Montage électrique :

Ci-dessous, le premier montage permet de réaliser la charge de l'accumulateur. Il est complet mais pas le deuxième qui doit permettre de réaliser la décharge de la batterie dans une résistance de valeur  $R$ .

- l'ampèremètre A1, réglé sur le calibre 2 A, permettra de mesurer l'intensité du courant de charge notée  $I_c$ .
- le voltmètre V1 permettra de mesurer la tension aux bornes de l'accumulateur lors de la charge notée  $U_c$ .



#### 1. Montage pour la décharge :

Sur le document réponse, compléter le montage permettant de réaliser la décharge de l'accumulateur au plomb à travers la résistance  $R$  tout en mesurant les grandeurs  $U_d$  et  $I_d$ , qui représentent respectivement la tension aux bornes de l'accumulateur lors de la décharge et l'intensité du courant délivrée lors de la décharge.

On souhaite également que la décharge de l'accumulateur s'effectue avec un courant dont l'intensité sera inférieure à 50 mA.

- a) Choisir la valeur de la résistance parmi les valeurs normalisées données : 22  $\Omega$  ; 47  $\Omega$  ; 67  $\Omega$ . Justifier votre choix.
- b) Réaliser le montage.



**Il ne faut pas allumer le générateur tant que le professeur n'a pas vérifié le montage !**



## Faire vérifier votre montage.

### 2. Mesurer les grandeurs lors de la charge et la décharge :

On se propose de charger l'accumulateur initialement déchargé (initialement, le voltmètre V1 doit afficher une tension nulle ou très faible - inférieure à 1 V - lorsque l'interrupteur K1 est ouvert) pendant une durée  $\Delta t_c$  de 100 secondes et sous une tension de 2,5 V, puis d'évaluer l'énergie reçue par l'accumulateur pendant cette durée. Ensuite on le déchargera dans la résistance et on évaluera l'énergie fournie par l'accumulateur à la résistance.

Lire la totalité du protocole expérimental ci-après puis le réaliser :

#### Protocole :

Les interrupteurs K<sub>1</sub> et K<sub>2</sub> doivent être ouverts. Régler préalablement le générateur afin qu'il délivre une tension de 2,5 V.

- a) Charge : Basculer l'interrupteur K<sub>1</sub> en position fermée et déclencher le chronomètre. Maintenir K<sub>1</sub> fermé pendant 100 s. Relever  $U_c$  et  $I_c$  quand le chronomètre affiche environ  $\Delta t_c = 50$  s. Quand le chronomètre affiche 100 s, ouvrir l'interrupteur K<sub>1</sub> et remettre le chronomètre à zéro.
- b) Décharge : l'interrupteur K<sub>1</sub> reste en position ouverte. Fermer l'interrupteur K<sub>2</sub> et déclencher à nouveau le chronomètre. Relever  $U_d$  et  $I_d$  quand le chronomètre affiche environ 20 s. Arrêter le chronomètre quand l'intensité du courant de décharge  $I_d$  descend en dessous de 5 mA. Relever cette durée notée  $\Delta t_d$ .



## Faire vérifier vos réponses.

### 3. Énergies mises en jeu lors de la charge et la décharge :

L'énergie fournie par l'accumulateur pendant la charge est environ égale à :

$$W_c = U_c(V) \times I_c(A) \times \Delta t_c(s)$$

- a) Donner l'expression de  $W_d$  l'énergie reçue par l'accumulateur lors de la décharge.
- b) Calculer les valeurs de ces deux transferts d'énergie et les comparer.

### 4. Même protocole mais avec une tension plus élevée :

4.1. Régler maintenant le générateur pour qu'il délivre une tension de 3,2 V. Refaire le protocole du paragraphe II.2. avec les mêmes durées de charge et de décharge et calculer les nouvelles valeurs des deux transferts d'énergie.

4.2. Observer que, lors de la charge, il se produit des dégagements gazeux sur les plaques de plomb, c'est le résultat de l'électrolyse de l'eau. Quels sont les deux gaz qui sont produits ? Quel est le gaz qui se dégage à la borne + de l'accumulateur ? Justifier.

### III – Interprétation :

Répondre à la « question à résoudre » initiale.

# TRAVAIL À REALISER PAR LE CANDIDAT

## Partie A : Qualité de l'eau

### Partie A1 : Diagramme potentiel pH de l'eau

1. Définir un oxydant.
2. Quel est le couple rédox dont le potentiel standard est fixé à zéro ?
3. Quels sont les nombres d'oxydation des éléments hydrogène et oxygène dans les espèces  $\text{H}^+$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$  et  $\text{H}_2\text{O}$  ? Que peut-on en conclure quant aux éventuelles réactions d'oxydo-réduction entre ces espèces ?
4. Déterminer l'équation de la frontière du couple  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_{2(\text{g})}$  dans un diagramme  $E = f(pH)$  établi à 25 °C, en prenant une pression conventionnelle pour le tracé de 1 bar.

### Partie A2 : Questions relatives au protocole du dosage de Winkler (document 3.1 et données des documents 1.2 et 1.3)

Un professeur de lycée professionnel décide de proposer à certains de ses élèves de terminale « Procédés de la chimie, de l'eau et des papiers cartons », dans le cadre d'heures d'accompagnement personnalisé, une activité expérimentale dont le protocole se trouve dans le document 3.1.

*L'équilibrage des réactions se fera toujours avec les plus petits coefficients stœchiométriques entiers.*

#### Questions concernant la première étape

5. Quelles précautions sont à prendre pour manipuler les pastilles d'hydroxyde de sodium ?
6. À quoi servent les pastilles d'hydroxyde de sodium ?
7. Pourquoi est-il nécessaire d'attendre 30 minutes ?
8. Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction puis l'équation bilan de la réaction du dioxygène dissous avec  $\text{Mn(OH)}_{2(\text{s})}$ . Identifier le précipité brun qui apparaît.

#### Questions concernant la deuxième étape

9. Pourquoi ajoute-t-on de l'acide sulfurique concentré ? Écrire l'équation de la réaction alors associée à l'hydroxyde de manganèse (III).
10. A-t-on besoin d'être à l'abri du dioxygène de l'air après cette acidification ? Justifier.

11. Expliquer pourquoi en milieu acide, les ions iodures  $\text{I}_{(\text{aq})}^-$  peuvent réduire les ions  $\text{Mn}^{3+}_{(\text{aq})}$  en ions  $\text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})}$  en formant du diiode  $\text{I}_{2(\text{aq})}$ . Écrire l'équation bilan de cette réaction chimique.

#### Questions concernant la troisième étape

12. Faire un schéma annoté du montage permettant le dosage.
13. Écrire la réaction de dosage du diiode  $\text{I}_{2(\text{aq})}$  par l'ion thiosulfate  $\text{S}_2\text{O}_{3(\text{aq})}^{2-}$  en milieu acide. Calculer la constante de cet équilibre et justifier le caractère quantitatif de cette réaction chimique.
14. À quoi sert le thiodène (empois d'amidon mélangé à de l'urée) ?

### Partie A3 : Résultats expérimentaux (voir documents 3.1 et 3.2)

On donne la masse molaire du dioxygène :  $M(\text{O}_2) = 32,0 \text{ g. mol}^{-1}$ .

Les résultats littéraux seront exprimés en fonction de  $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$ ,  $V_e$ ,  $V_0$ , (notations du document 3.1) et  $M(\text{O}_2)$ .

15. En considérant l'équivalence du dosage de la troisième étape, déterminer l'expression littérale du nombre de moles de  $\text{I}_{2(\text{aq})}$  contenues dans le volume prélevé  $V_0$  de la solution.

**16.** En déduire l'expression littérale du nombre de moles d'ions  $Mn^{3+}_{(aq)}$  présents lors de la deuxième étape et correspondant au volume  $V_0$ .

**17.** Ces ions  $Mn^{3+}_{(aq)}$  proviennent de la mise en milieu acide de la solution basique contenant  $Mn(OH)_{3(s)}$ . En déduire l'expression du nombre de moles de  $Mn(OH)_{3(s)}$  présents lors de la première étape du dosage, toujours en correspondance avec le volume  $V_0$ .

**18.** Démontrer alors l'expression de la concentration de dioxygène dissous dans l'eau analysée :  $[O_2] = \frac{[S_2O_3^{2-}]V_e}{4V_0}$ .

**19.** Donner alors l'expression littérale de la solubilité du dioxygène en grammes par litre d'eau.

**20.** Un groupe d'élèves trouve  $V_e = 10,8 \text{ mL}$ . Comment qualifier l'eau dosée d'après le document 3.2 ?

## Partie B : Adduction d'eau potable

### Partie B1 : Équation de Bernoulli généralisée

**21.** Écrire l'équation de Bernoulli entre deux points quelconques  $E$  (entrée) et  $S$  (sortie) dans un fluide parfait homogène incompressible en écoulement stationnaire irrotationnel dans un référentiel galiléen, en l'absence de toute machine tournante (pompe, turbine...) entre  $E$  et  $S$ . On prendra un axe  $z$  ascendant vertical, on notera  $\rho$  la masse volumique du fluide,  $P$  sa pression,  $V$  sa vitesse et  $g$  l'accélération de la pesanteur, grandeurs que l'on indicera au besoin par  $E$  ou  $S$ .

**22.** Ajouter le terme nécessaire à l'équation précédente si, de plus, on prend en compte la présence d'une pompe qui ajoute une variation de pression  $\Delta P_p > 0$  entre l'entrée et la sortie.

**23.** Quelle hypothèse de la question précédente n'est plus valable quand les pertes de charges sont prises en compte ? Ajouter alors le terme nécessaire à l'équation précédente si on note  $\Delta P_f > 0$  la variation de pression perdue à cause des frottements entre l'entrée et la sortie.

**24.** En déduire que la hauteur manométrique totale de la pompe peut se mettre sous la forme :  $H_T = \frac{\Delta P_p}{\rho g} = \frac{1}{2g} V_S^2 + z_S + \frac{P_S}{\rho g} - \left( \frac{1}{2g} V_E^2 + z_E + \frac{P_E}{\rho g} \right) + \frac{\Delta P_f}{\rho g}$ .

### Partie B2 : Dimensionnement de la pompe (documents 1.4 à 1.7)

Pour ne pas déstabiliser la nappe phréatique, le débit moyen de pompage est choisi plus petit que le débit maximal du forage. Il est ainsi  $Q_v = 2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

A l'aide des documents 1.4 à 1.7, on veut déterminer, pour le débit choisi de  $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , la hauteur manométrique totale  $H_T$  que la pompe doit en réalité fournir si on met en place un tuyau de diamètre intérieur  $d = 32 \text{ mm}$  dont la rugosité maximale est estimée à  $\varepsilon = 0,032 \text{ mm}$  lorsqu'il est usagé. C'est l'objet des trois questions suivantes. On considérera pour y répondre que  $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $\mu = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$  et  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

**25.** Déterminer la valeur numérique du coefficient relatif de rugosité  $\frac{\varepsilon}{d}$  (Relative Pipe Roughness) et celle du nombre de Reynolds  $R_e = \frac{\rho V d}{\mu}$ .

**26.** En déduire le facteur de friction  $f$  (Friction Factor). Faire apparaître clairement sa détermination sur le diagramme de Moody du document réponse 2.

**27.** On appelle longueur équivalente d'un obstacle à l'écoulement d'un fluide, la longueur de conduite droite de même diamètre qui produirait la même perte de charge. Déterminer les longueurs équivalentes pertinentes pour le document 1.5 en positionnant le point  $E$  à la surface libre du forage et  $S$  à la surface libre du château d'eau. Faire apparaître clairement leurs déterminations sur le document réponse 2.

**28.** Connaissant la formule de Darcy :  $\Delta P_f = f \frac{\rho V^2}{2} \frac{(L+L_e)}{d}$  avec  $f$  le facteur de friction du diagramme de Moody et  $L_e$  la longueur équivalente totale. En déduire la hauteur manométrique totale  $H_T$  que la pompe doit en réalité fournir.

**29.** On admettra pour cette question que la hauteur manométrique totale est  $H_T = 45$  m. D'après le document 1.4, quelle doit être alors la puissance crête totale des panneaux photovoltaïques à installer en réalité ?

## Partie C : Alimentation électrique du dispensaire

### Partie C1 : Les panneaux photovoltaïques (documents 1.8 à 1.11)

**30.** Au vu des documents, proposer une définition de l'irradiance solaire  $I_{r_{village}}$ .

**31.** Proposer un protocole permettant de tracer une caractéristique intensité - tension d'un panneau photovoltaïque telle que présentée dans le document 1.9.

**32.** Sur la courbe intensité-tension d'un panneau photovoltaïque du document réponse 3, pour une puissance solaire surfacique de  $200 \text{ W.m}^{-2}$ , placer :

- a. le point de fonctionnement A correspondant à l'intensité de court-circuit.
- b. le point de fonctionnement B correspondant à un circuit ouvert.
- c. le point de fonctionnement intéressant C correspondant à la puissance électrique maximale, appelée puissance crête et notée  $P_c$ . On déterminera la valeur de  $P_c$ .

**33.** Évaluer la puissance moyenne totale  $P_{conso}$  consommée par le dispensaire en W.h/jour, puis en W, à l'aide du document 1.10.

**34.** Évaluer la puissance crête totale  $P_{ctot}$  de l'installation photovoltaïque nécessaire pour le dispensaire en watts (dits crête) à l'aide du document 1.11 et du document 1.8.

**35.** En déduire le nombre de panneaux photovoltaïques à installer.

### Partie C2 : Les batteries d'accumulateurs (documents 3.3 et 3.4)

Une installation photovoltaïque dispose d'une batterie d'accumulateurs au plomb permettant de s'affranchir des variations climatiques et assurant un fonctionnement nocturne. Ces accumulateurs peuvent être montées en série et/ou en parallèle.

**36.** Un exercice (document 3.3) est proposé aux élèves. Comment répondriez-vous à la question de l'un d'entre eux : « qu'est-ce qu'une pile rechargeable ? ».

**37.** Proposer une correction de cet exercice telle qu'elle serait présentée aux élèves.

**38.** On dispose de 12 accumulateurs identiques de tension nominale 12 V et de capacité électrique 200 A.h. Considérant que les besoins sont de 48 V et 600 A.h. Proposer un schéma de câblage de ces accumulateurs de manière à répondre au cahier des charges.

**39.** Les appareils électriques sont prévus pour être alimentés par la tension du secteur. Quel appareil permet de transformer une tension continue en une tension alternative ?

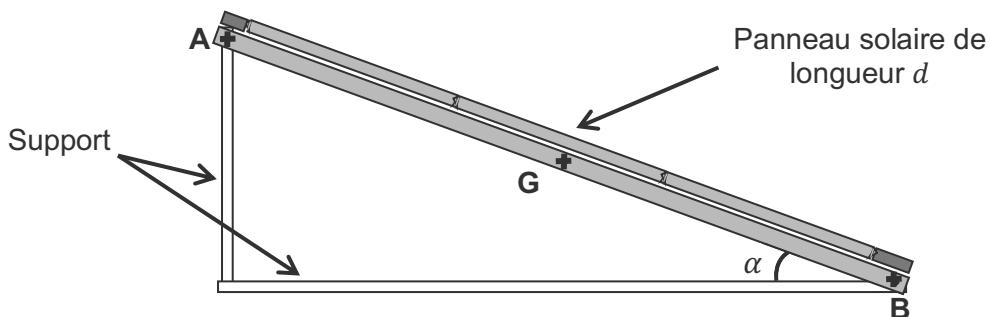
**40.** À l'issue du traitement de la partie 1 du module T4 « Quelle est la différence entre une pile et accumulateur ? » (document 2.1), le professeur de mathématiques - physique-chimie propose une activité expérimentale (document 3.4) dont on a relevé une copie d'un des élèves (document réponse 4). Réaliser la correction sur le document réponse 4 de la question 1 de la partie II et de la question 4.2 de la partie II, en complétant les justifications lorsqu'elles sont absentes.

**41.** Indiquer les questions se rapportant à la compétence « Réaliser » dans la grille d'évaluation du document réponse 5.

## Partie C3 : Dimensionnement du support du panneau solaire

Le professeur de mathématiques - physique-chimie décide avec le professeur d'atelier de faire travailler ses élèves sur le dimensionnement du support du panneau solaire. Pour ceci, ils ont besoin de déterminer les efforts qui s'exercent sur le support.

L'enseignant décide de faire travailler ses élèves sur le schéma simplifié suivant :



On appelle  $\Delta$  l'axe perpendiculaire sortant du plan de la feuille et passant par B.

Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre considéré galiléen.

Le panneau a une masse supposée répartie uniformément et de valeur  $m = 12 \text{ kg}$ .

On prendra l'accélération de la pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ,  $d = 1,0 \text{ m}$  et  $\alpha = 20^\circ$ .

La nature du contact en A fait que la droite d'action de la force de réaction du support sur le panneau en A, notée  $\vec{R}_A$ , est orthogonale au panneau solaire.

La force de réaction du support sur le panneau en B, notée  $\vec{R}_B$ , est à déterminer.

Le poids du panneau est appliqué en G.

42. Donner la relation vectorielle vérifiée par ces trois forces puisqu'il y a équilibre.
43. Vérifier que le moment  $M_\Delta$  du poids du panneau par rapport à  $\Delta$  est d'environ 56 N.m.
44. En utilisant la condition d'équilibre d'un solide susceptible d'être mis en rotation autour de  $\Delta$ , déterminer la norme de la force  $\vec{R}_A$ .
45. Sur le document réponse 9, tracer les droites d'action des forces  $\vec{R}_A$  et du poids du panneau, puis en déduire la droite d'action de la réaction  $\vec{R}_B$  en justifiant le tracé réalisé.
46. En respectant l'échelle donnée pour les normes des forces, en déduire par construction graphique sur le document réponse 9 la valeur de  $\|\vec{R}_B\|$ .
47. Vérifier ce résultat par le calcul. On donnera la formule littérale de  $\|\vec{R}_B\|$  en fonction de m,  $\alpha$  et g puis on effectuera l'application numérique.

## Partie D : Réfrigérateur pour stocker les médicaments

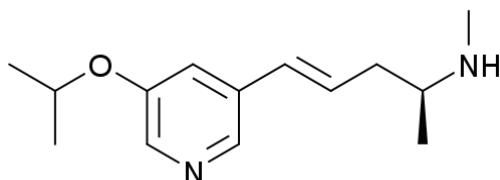
### Partie D1 : Lidocaïne

La lidocaïne est un anesthésique local et un anti-arythmique. Les solutions injectables de lidocaïne sont à conserver au réfrigérateur.

Sa formule semi-développée à compléter se trouve dans le document réponse 6.

48. Compléter cette formule semi-développée en ajoutant les doublets non liants. Donner le nom de la règle utilisée.
49. Identifier la fonction amide de la lidocaïne sur le document réponse 6.
50. Donner la formule brute de la lidocaïne.

**51.** L'ispronicline a pour formule brute C<sub>14</sub>H<sub>22</sub>N<sub>2</sub>O. Sa formule topologique est la suivante :



Est-ce un isomère de la lidocaïne ? Justifier.

### Partie D2 : Généralités sur le fonctionnement d'un réfrigérateur

Le réfrigérateur contient un fluide en régime d'écoulement stationnaire qui subit des changements d'état (liquéfaction ou vaporisation). Ce fluide échange du transfert thermique avec deux sources en traversant des échangeurs, appelés condenseur ou évaporateur, selon la source avec laquelle s'effectue l'échange. Le fluide choisi ici est du R600A (méthylpropane ou isobutane). Ce fluide frigorifique est utilisé en substitution aux CFC et aux HFC pour limiter les impacts sur la couche d'ozone et l'effet de serre, notamment grâce à son faible impact sur l'environnement (on parle de technologie Greenfreeze).

**52.** Sur le schéma de principe du réfrigérateur du document réponse 7, représenter à l'aide de flèches les différents transferts énergétiques mis en jeu entre les différents blocs. Les flèches seront orientées dans les sens où se font réellement les transferts énergétiques. Identifier la source « chaude » et la source « froide ».

**53.** À partir du second principe de la thermodynamique appliqué au fluide, établir l'inégalité de Clausius  $\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} \leq 0$  en appelant  $T_c$  la température constante de la source « chaude »,  $T_f$  la température constante de la source « froide »,  $Q_c$  le transfert thermique venant algébriquement de la source « chaude » et  $Q_f$  le transfert thermique venant algébriquement de la source « froide ». Donner les signes de  $Q_c$  et de  $Q_f$ .

**54.** On considère un réfrigérateur idéal. Rappeler ce qu'on entend par idéal et déterminer l'expression de l'efficacité  $e$  d'un réfrigérateur idéal en fonction de  $T_c$  et  $T_f$ . Comment est modifiée cette expression pour un réfrigérateur réel ? Justifier en notant  $e_r$  l'efficacité réelle.

**55.** L'efficacité  $e$  d'un réfrigérateur idéal augmente-t-elle ou diminue-t-elle lorsque la différence des températures intérieure et extérieure au réfrigérateur augmente ? Justifier à l'aide des expressions précédentes.

**56.** À températures des sources fixées, cherche-t-on une efficacité réelle  $e_r$  la plus élevée possible ou la plus faible possible ? Quels paramètres permettent de modifier  $e_r$  en ce sens ?

**57.** L'évaporateur est-il au contact de la source froide ou de la source chaude ? Votre réponse devra être argumentée.

**58.** Pourquoi est-il recommandé de dégivrer régulièrement un réfrigérateur ?

### Partie D3 : Cycle thermodynamique en diagramme de Mollier ( $h, P$ ) (document 1.12)

Le réfrigérateur maintient la température de son air intérieur à 5,0 °C.

Dans le document 1.12 figure le cycle décrit par le fluide dans un diagramme qui comporte :

- $h$  (en kJ.kg<sup>-1</sup>) en abscisse,
- $P$  (en bar) en ordonnée (avec une échelle logarithmique).
- Sur ce diagramme, d'autres courbes sont représentées :
  - les isotrites en noir ( $x$  est la fraction massique en vapeur)
  - les isothermes en rouge ( $T$  en °C). À noter que ces isothermes sont interrompues dans le domaine liquide-vapeur et absentes dans le domaine liquide pour la clarté du graphique.
  - les isentropes en bleu ( $s$  en kJ.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>). Absentes dans le domaine liquide pour la clarté du graphique.

Le compresseur est le seul élément du réfrigérateur comportant des pièces mécaniques mobiles. La transformation subie par le fluide dans le compresseur est considérée réversible. Le détendeur et le compresseur sont considérés parfaitement calorifugés.

### Partie D3.1 : Allure du cycle

59. Cette allure de cycle pourrait-elle être aussi celle d'un climatiseur ?
60. Le cycle est décrit dans le sens 1→2→3→4→1... Compléter le schéma du document réponse 8 en identifiant la nature des différents blocs (dans le désordre : condenseur, compresseur, détendeur et évaporateur) et en numérotant les états (dans l'ordre : 1, 2, 3 et 4), à partir de l'état 1 défini sur le diagramme du document 1.12.
61. Dans quel état se trouve le fluide en sortie du compresseur ?
62. Déterminer la fraction massique en vapeur du fluide en sortie du détendeur.
63. Dans l'évaporateur, le fluide se vaporise entièrement et subit une légère surchauffe. Pourquoi cette surchauffe est-elle préférable ?

### Partie D3.2 : Détermination de l'efficacité

64. Préciser les hypothèses permettant d'arriver à l'expression simplifiée du premier principe industriel :  $\Delta h = w_i + q$  et préciser les notations utilisées.
65. Montrer que la transformation subie par le fluide dans le détendeur est isenthalpique.
66. Dans quelle partie du circuit le fluide échange-t-il du travail avec des pièces mécaniques mobiles du réfrigérateur ? Déterminer numériquement  $w_i$  le travail massique correspondant à l'aide du diagramme du document 1.12.
67. Dans quelle partie du circuit le fluide cède-t-il réellement de l'énergie par transfert thermique ? Déterminer numériquement le transfert thermique massique correspondant à l'aide du diagramme du document 1.12.
68. Dans quelle partie du circuit le fluide reçoit-il réellement de l'énergie par transfert thermique ? Déterminer numériquement le transfert thermique massique correspondant à l'aide du diagramme du document 1.12.

On prendra dans la suite des questions les valeurs numériques suivantes :  $w_i = 98 \text{ kJ/kg}$  ;  $q_c = -387 \text{ kJ/kg}$  et  $q_f = +289 \text{ kJ/kg}$

69. Calculer l'efficacité du réfrigérateur réel à partir des grandeurs énergétiques déduites de la lecture du cycle. Comparer à l'efficacité du réfrigérateur idéal en supposant que la température de la pièce est de 30 °C.

70. Dans la documentation technique de ce réfrigérateur on peut lire : puissance frigorifique : 70 W. Évaluer un ordre de grandeur du débit massique du fluide R600A.

## **Nom de famille :**

A horizontal row of 20 empty square boxes, intended for students to write their answers in a grid format.



**Prénom(s) :**  
**Numéro**  
**Inscription :**

\_\_\_\_\_

**Numéro  
Inscription :**

**Né(e) le :**

--	--

 / 

--	--

 / 

--	--	--	--

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

*(Remplir cette partie à l'aide de la notice)*

**Concours / Examen :** ..... **Section/Specialité/Série :** .....

**Epreuve :** .....

**Section/Specialité/Série :** .....

**Epreuve :** .....

**Matière :** ..... **Session :** .....

## **CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
  - Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
  - Numérotter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
  - Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
  - N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

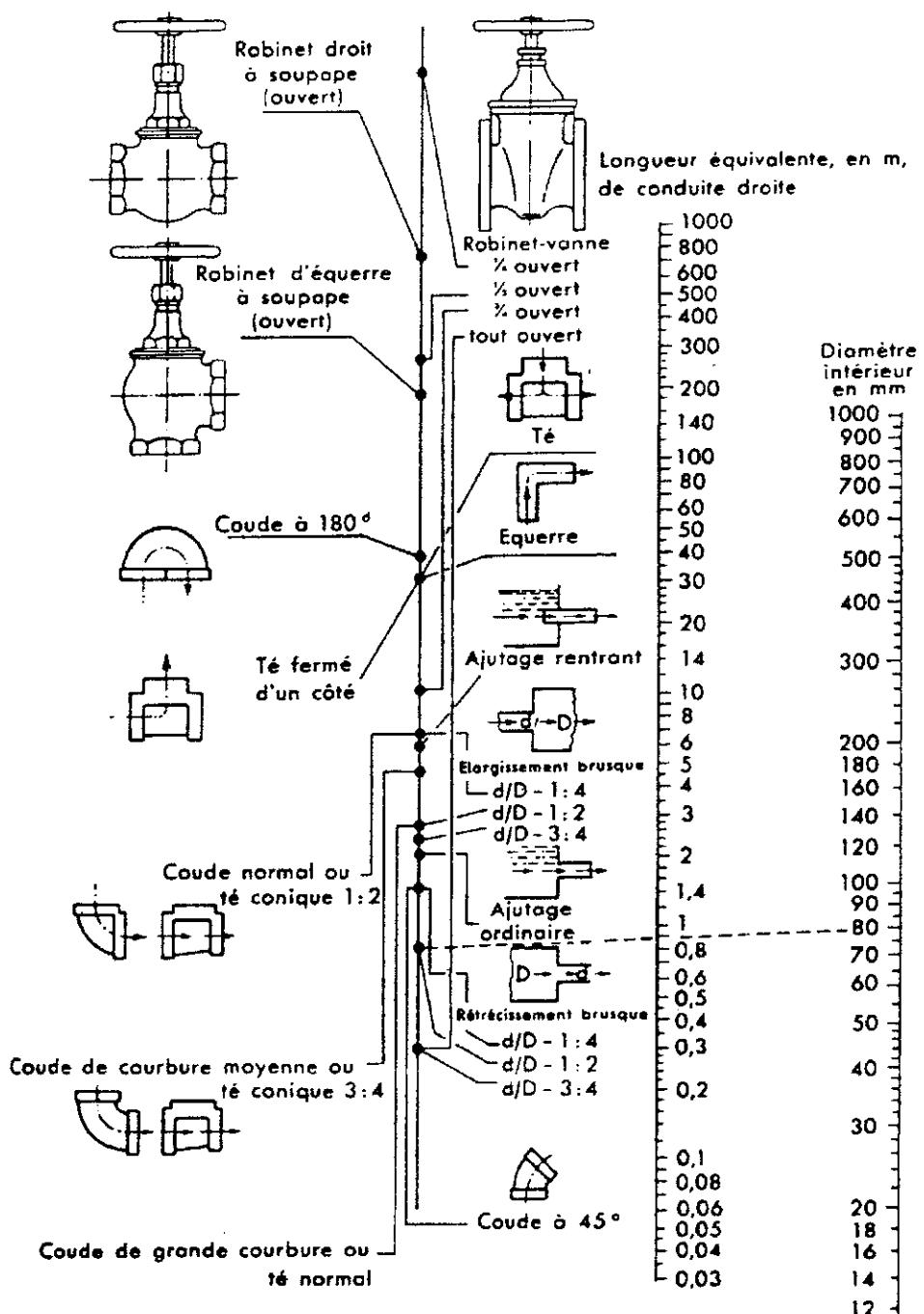
EFE MPC 2

## DR1 à DR3

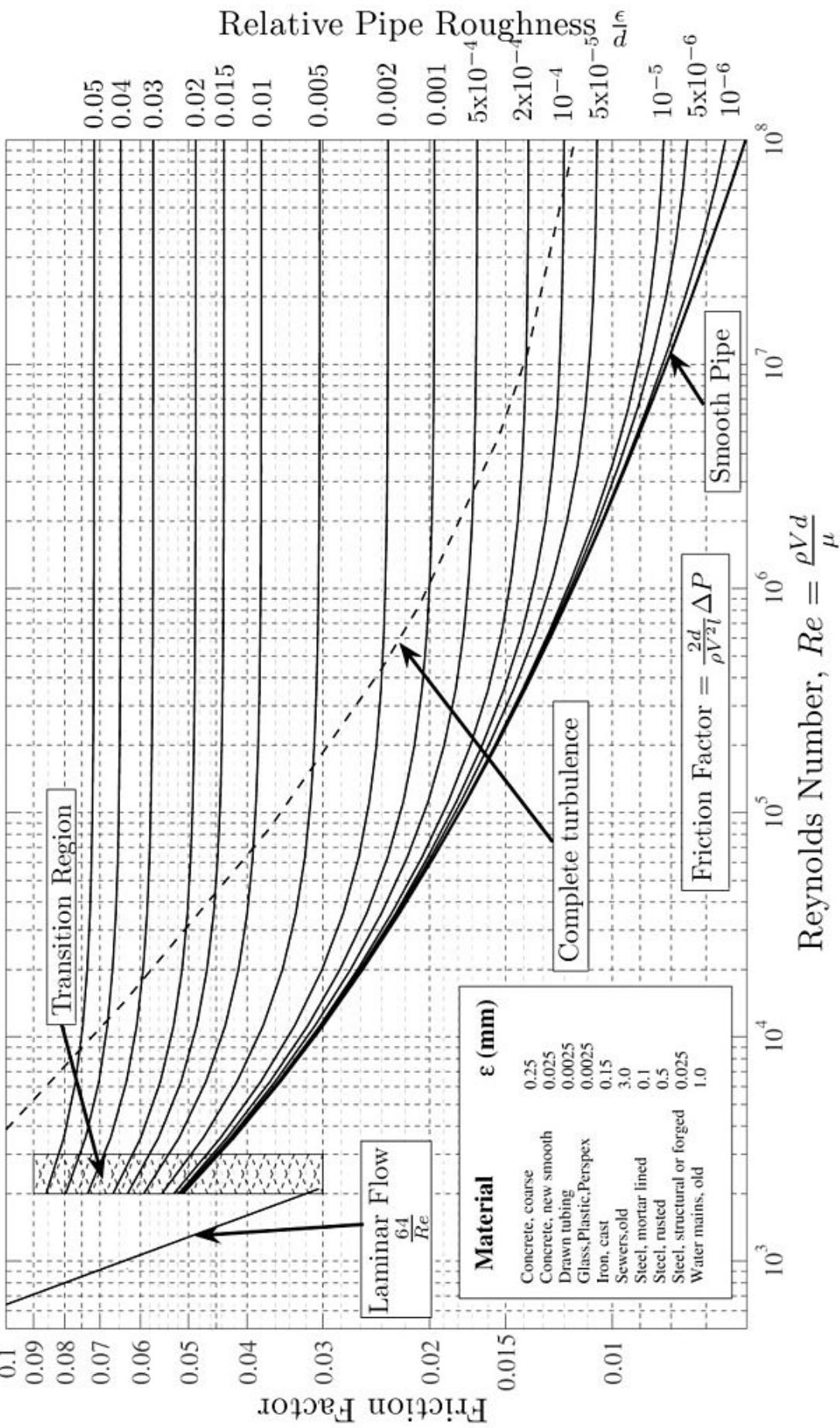
**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Document réponse 1 : Diagramme donnant les longueurs équivalentes de conduite droite pour divers accessoires de tuyauterie

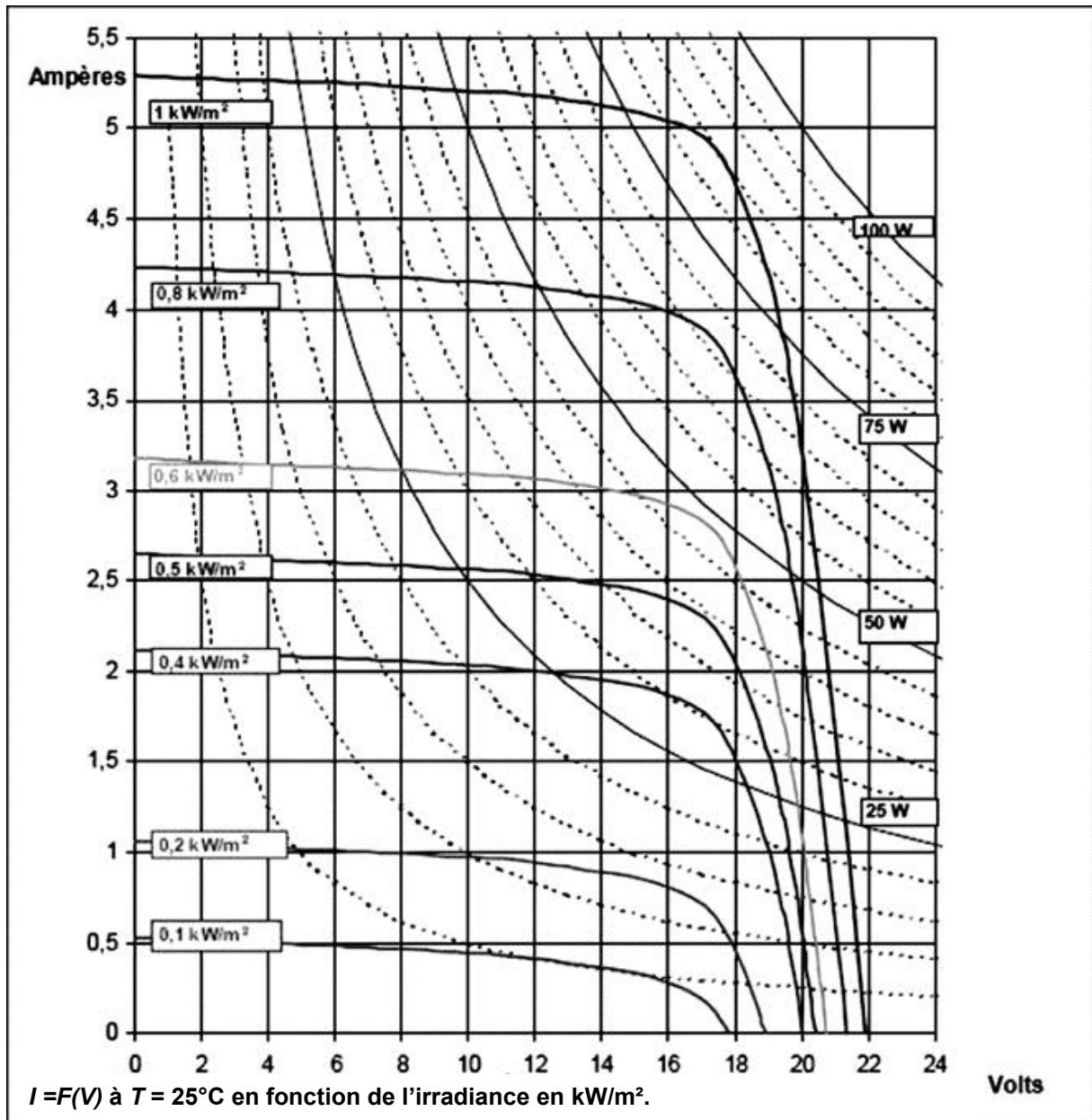


**Document réponse 2 : Diagramme de Moody**



Tournez la page S.V.P.

**Document réponse 3 : Caractéristiques d'un panneau choisi pour le dispensaire du village**



## **Nom de famille :**

\_\_\_\_\_



**Prénom(s) :**

\_\_\_\_\_



**Numéro  
Inscription :**

**Né(e) le :**  /  /

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

**Concours / Examen :** ..... **Section/Spécialité/Série :** .....

**Epreuve :** .....

**Section/Specialité/Série :** .....

**Epreuve :** ..... **Matière :** ..... **Session :** .....

**Matière :** ..... **Session :** .....

## **CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
  - Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
  - Numérotter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
  - Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
  - N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EFE MPC 2

DR4 à DR9

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

# NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

## Document réponse 4 : Production d'élève

Copie à rendre

Nom : Durin

Classe : INELEC B

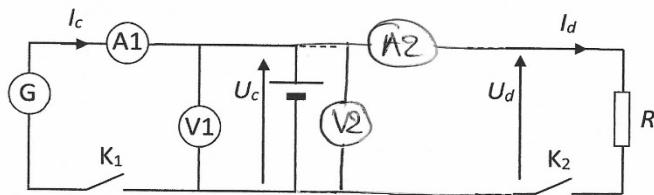
### I – Compréhension :

1. ....Série.....

2. Un accumulateur est plus puissant que la pile

### II – Expérimentation sur un accumulateur :

#### 1. Montage pour la décharge :



Valeur de la résistance choisie :  $R = 67 \Omega$

Justification du choix de cette valeur :

#### 2. Mesurer les grandeurs lors de la charge et la décharge :

$$\begin{array}{lll} U_c = 24,9 \text{ V} & I_c = 3,9 \text{ A} & \Delta t_c = 100 \text{ s} \\ U_d = 12,74 \text{ V} & I_d = 2,16 \text{ A} & \Delta t_d = 2 \text{ min } 20 \text{ s} \end{array}$$

#### 3. Énergies mises en jeu lors de la charge et la décharge :

$$\begin{array}{ll} \text{Expression de } W_c(J) = U_c \times I_c \times \Delta t_c \\ W_c(J) = 58,4 \text{ J} \quad W_d(J) = 45,9 \text{ J} \end{array}$$

Comparaison : L'accumulateur donne moins d'énergie que le générateur

#### 4. Même protocole mais avec une tension plus élevée :

$$\begin{array}{lll} U'_c = 3,19 \text{ V} & I'_c = 9,5 \text{ A} & \Delta t_c = 100 \text{ s} & W'_c(J) = 303,1 \text{ J} \\ U'_d = 1,75 \text{ V} & I'_d = 18,5 \text{ A} & \Delta t'_d = 3 \text{ min } 18 \text{ s} & W'_d(J) = 33,8 \text{ J} \end{array}$$

#### 4.2.

Nom des deux gaz produits : Oxygène et Hydrogène

Nom du gaz qui se dégage à la borne + de l'accumulateur avec justification : Hydrogène

### III – Interprétation :

Pour avoir une tension supérieure à 12V,

### Document réponse 5 : Grille d'évaluation

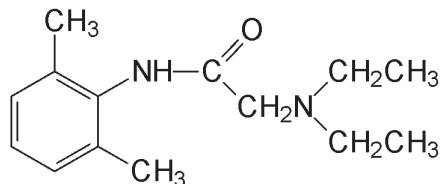
Liste des capacités, connaissances et attitudes évaluées

<b>Capacités</b>	Distinguer pile et accumulateur
<b>Connaissances</b>	Connaître le principe d'un accumulateur.
<b>Attitudes</b>	

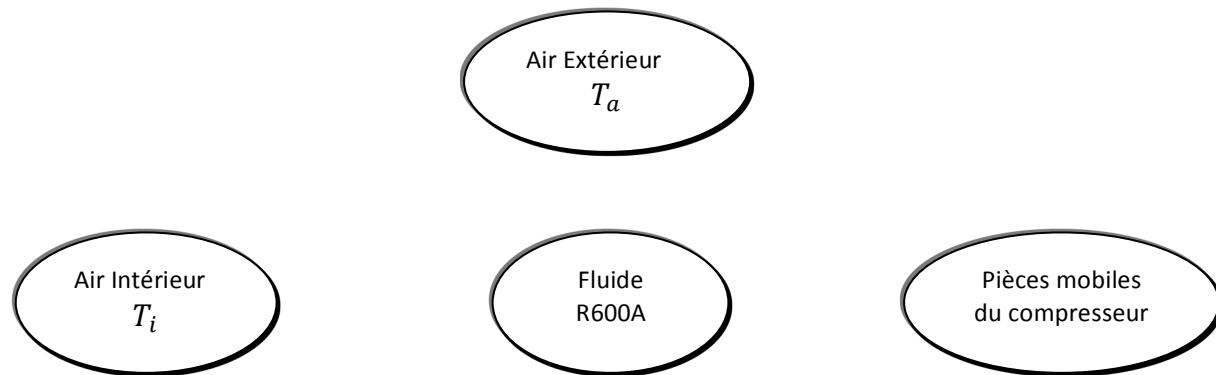
### Évaluation

Compétences	Capacités	Questions	Appréciation du niveau d'acquisition
<b>S'approprier</b>	Rechercher, extraire et organiser l'information.		
<b>Analyser Raisonner</b>	Émettre une conjecture, une hypothèse. Proposer une méthode de résolution, un protocole expérimental.		
<b>Réaliser</b>	Choisir une méthode de résolution, un protocole expérimental. Exécuter une méthode de résolution, expérimenter, simuler.		
<b>Valider</b>	Contrôler la vraisemblance d'une conjecture, d'une hypothèse. Critiquer un résultat, argumenter.		
<b>Communiquer</b>	Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit.		

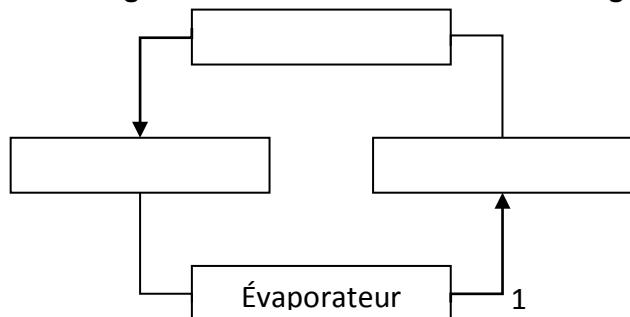
### Document réponse 6 : Formule semi-développée à compléter de la lidocaïne



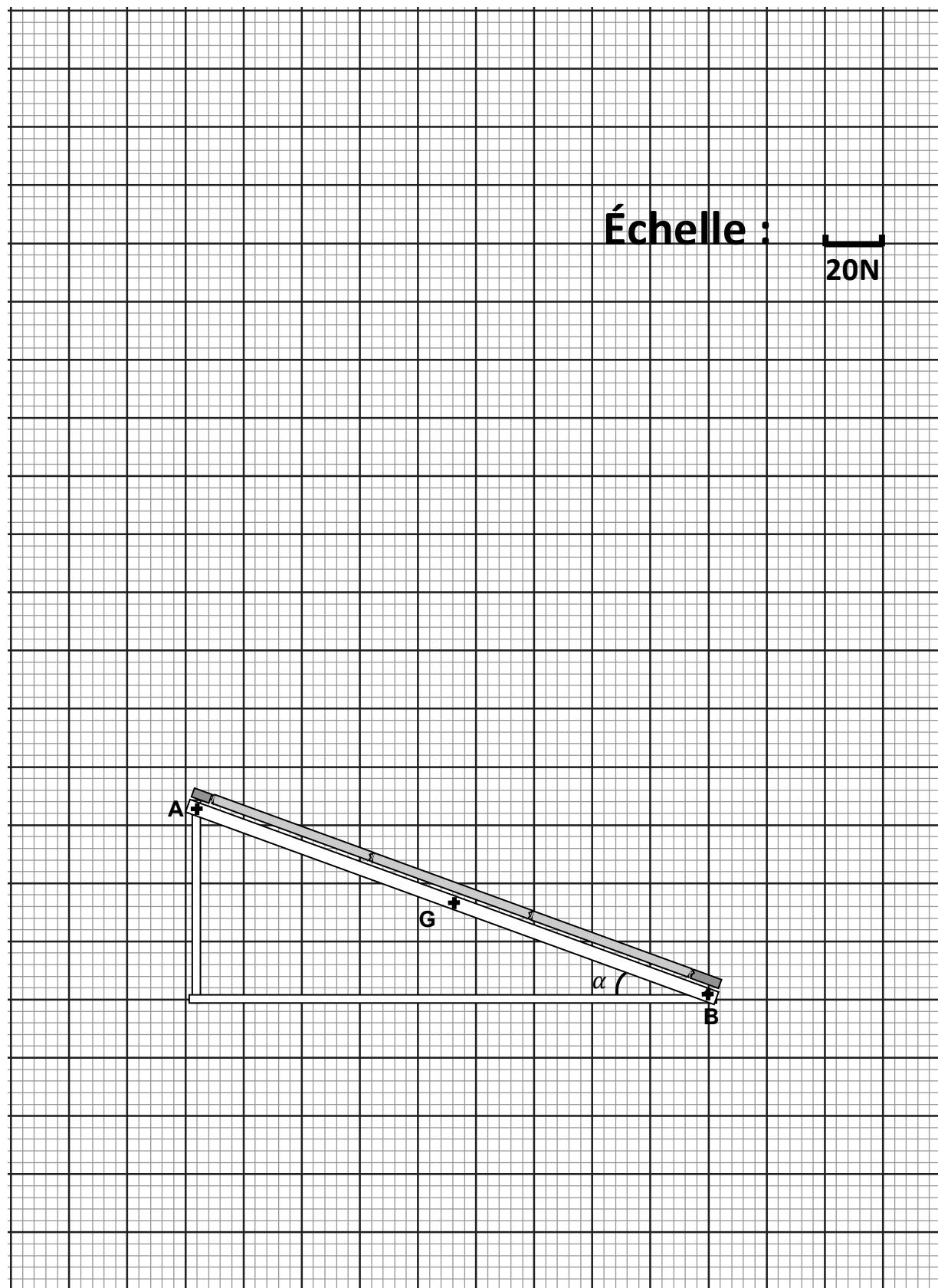
### Document réponse 7 : Schéma de principe du réfrigérateur



### Document réponse 8 : Schéma général de fonctionnement du réfrigérateur



**Document réponse 9 : Dimensionnement du panneau solaire**



**INFORMATION AUX CANDIDATS**

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
<b>E F E</b>	<b>1 3 1 5 J</b>	<b>1 0 2</b>	<b>0 7 2 5</b>

► **Concours externe du CAFEP/CAPLP de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
<b>E F F</b>	<b>1 3 1 5 J</b>	<b>1 0 2</b>	<b>0 7 2 5</b>

► **3<sup>ème</sup> Concours du CAPLP :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
<b>E F V</b>	<b>1 3 1 5 J</b>	<b>1 0 1</b>	<b>0 7 2 5</b>