

SESSION 2020

CAPLP
CONCOURS EXTERNE et CAFEP
3^{ème} CONCOURS

SECTION MATHÉMATIQUES – PHYSIQUE-CHIMIE

ÉPREUVE ÉCRITE SUR DOSSIER DE PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier.

Thème d'étude : Adduction électro solaire d'eau potable pour un village et électrification solaire d'un dispensaire au Mali

Contexte pédagogique du sujet

L'étude de l'amélioration d'installations d'eau potable et d'électrification a été choisie par les enseignants intervenant en sciences et dans le domaine professionnel des sections de baccalauréat professionnel « *Métiers de l'électricité et de ses environnements connectés* » et « *Procédés de la chimie, de l'eau et des papiers cartons* ». Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet pédagogique global sur les trois années de formation et prend appui sur les enseignements disciplinaires, les enseignements généraux liés à la spécialité (EGLS) et le dispositif d'accompagnement personnalisé (AP).

Les enseignants à l'initiative de ce projet ont notamment envisagé et programmé, tout au long du cursus de formation, une organisation pédagogique autour de ce thème d'étude permettant de proposer aux élèves des interventions disciplinaires alignées et des activités d'accompagnement à la poursuite d'études vers une section de techniciens supérieurs (STS) pour un groupe identifié d'élèves.

Structure du sujet

Le sujet est structuré autour d'un « **Dossier documentaire** » et d'un « **Travail à réaliser par le candidat** », adaptés à l'enseignement de la physique-chimie en lycée professionnel. Il permet au candidat :

- de montrer sa maîtrise d'un corpus de savoirs disciplinaires et didactiques ;
- de mobiliser ses savoirs dans le but de présenter, analyser et critiquer des solutions pédagogiques répondant à des situations données ;
- de montrer ses capacités à s'approprier et analyser les informations fournies ;
- de montrer sa capacité à communiquer par écrit de manière précise et adaptée, tant dans l'utilisation de la langue française que dans l'utilisation du langage scientifique (utilisation d'un vocabulaire précis et adapté, maîtrise de l'écriture des résultats numériques).

Dossier documentaire

Il est organisé autour de trois « collections » de documents :

- **collection 1** : documentation scientifique et technique liée au thème du sujet (pages 3 à 11) ;
- **collection 2** : textes réglementaires et officiels (pages 12 à 14) ;
- **collection 3** : documents supports à l'enseignement et productions d'élèves (pages 15 à 18).

Travail à réaliser par le candidat (pages 19 à 24)

Structuré en différentes parties et sous-parties indépendantes les unes des autres, il s'appuie sur un questionnement permettant au candidat de mobiliser des savoirs disciplinaires et didactiques. Les références au dossier documentaire peuvent être précisées ou non dans le questionnement.

Le cas échéant, le candidat indique dans ses réponses les références des documents sur lesquels il s'appuie.

Documents réponses (pages 25 à 30)

Le candidat rend, avec son ensemble de copies, les documents réponses présents en fin de sujet.

DOSSIER DOCUMENTAIRE

Collection 1 : Documentation scientifique et technique

Document 1.1 : Contexte de l'étude

En 2017, la République du Mali comptait plus de 18 millions d'habitants, sur une superficie de 1,24 million de kilomètres carrés. Le pays est traversé, du Sud-Ouest à l'Est, par le fleuve Niger. Le Mali est un pays en développement, avec 65 % de son territoire en région désertique ou semi-désertique. En 2016, le taux d'alphabétisation était de 31 %.

Dans un des villages isolés du Mali un dispensaire a été réhabilité en 2000. Des visites de santé ont lieu plusieurs fois par an. Dès 2001, un périmètre de maraîchage a été créé et une formation adéquate a été donnée. Un forage y a été creusé. Un émetteur de radio/santé diffuse sur un rayon de plus de 50 km, notamment pour lutter contre la malnutrition, améliorer l'hygiène et lutter contre les maladies sexuellement transmissibles.

Les améliorations envisagées sont :

- adduction électro-solaire d'eau potable villageoise à laquelle sera raccordé le dispensaire, à partir du forage proche de l'école, initialement équipé d'une pompe à motricité humaine ;
- alimentation électro-solaire de ce dispensaire, qui dessert une population de 5 000 personnes, afin de permettre les interventions de nuit et d'alimenter un réfrigérateur pour stocker les médicaments.

Document 1.2 : Données chimiques

à 25°C :

$$K_{S1}(\text{Mn}(\text{OH})_2) = 1,9 \cdot 10^{-13}$$

$$K_{S2}(\text{Mn}(\text{OH})_3) = 2,1 \cdot 10^{-36}$$

$$E^\circ(\text{Mn}^{3+} / \text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{I}_2 / \text{I}^-) = 0,62 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,08 \text{ V}$$

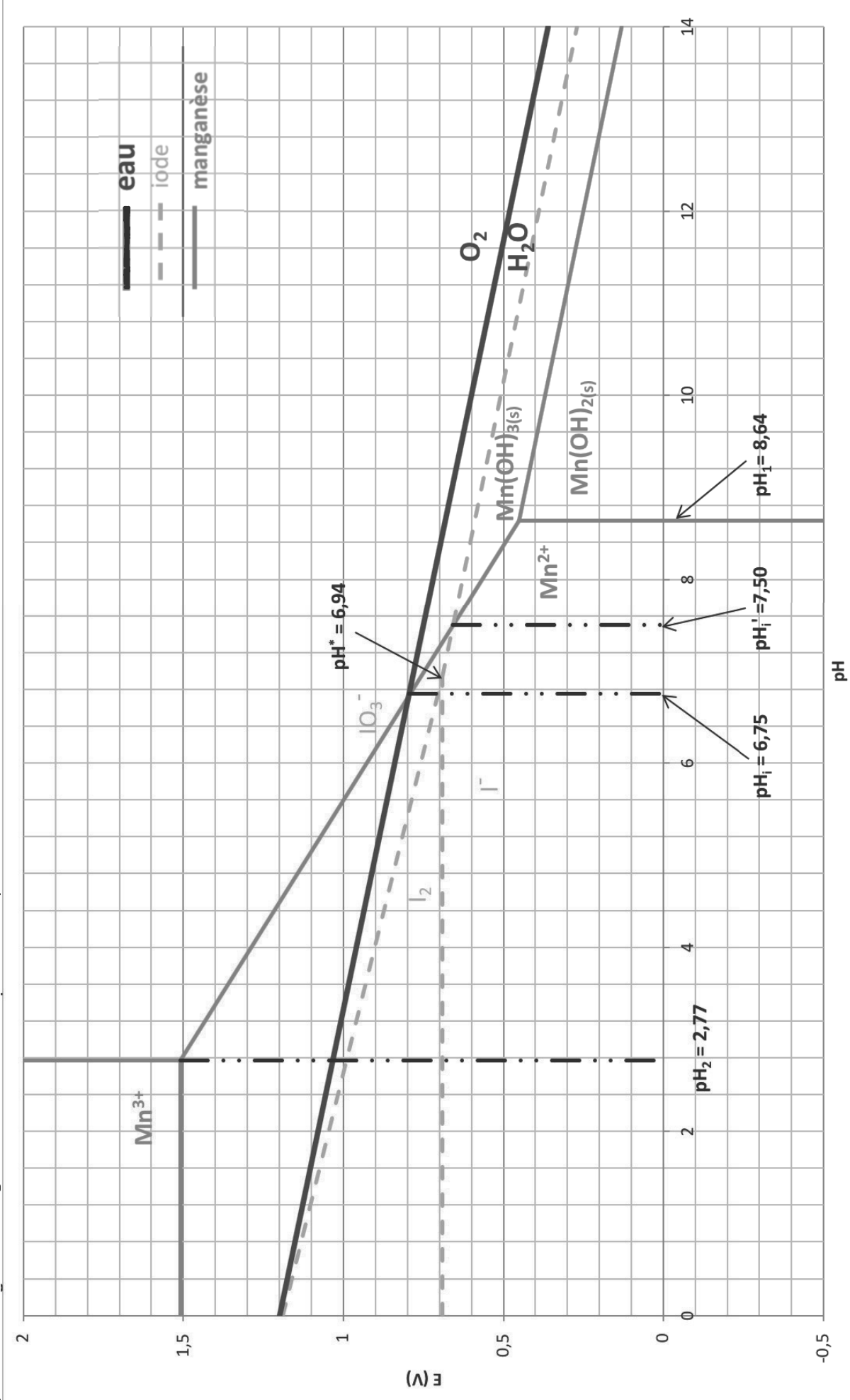
$$E^\circ(\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{IO}_3^- / \text{I}_2) = 1,20 \text{ V}$$

Le thiodène est un solide constitué d'amidon et d'urée.

Document 1.3 : Diagrammes E=f(pH) du manganèse, de l'iode et de l'eau

La concentration de tracé en espèces dissoutes est prise égale à 10^{-2} mol.L⁻¹. La convention de frontière entre deux domaines de prédominance d'espèces dissoutes est l'égalité des concentrations des espèces.



Document 1.4 : Extrait du dossier technique de l'adduction d'eau (www.ias-ch.org)

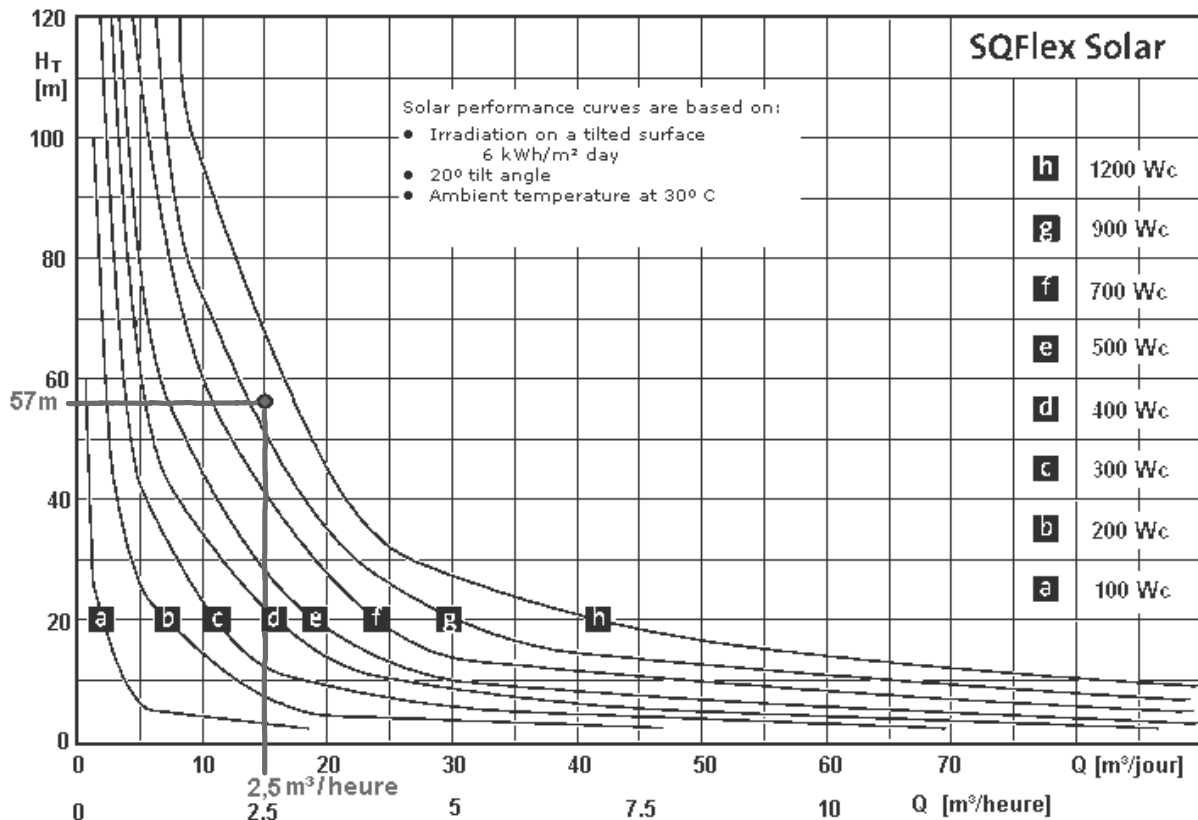
Devant l'école (elle-même parallèle au dispensaire qui en est séparé d'une vingtaine de mètres) se trouve un forage équipé d'une pompe à pieds, réalisé en janvier 1994. D'une profondeur de 58,15 mètres, il peut débiter jusqu'à 5 600 litres par heure, selon sa plaque signalétique.

Idéalement placé pour alimenter directement le dispensaire et l'école et d'une capacité suffisante, ce forage pourrait être réhabilité et doté d'un pompage électro-solaire alimentant en plus le quartier. On évite ainsi les frais de prospection géophysique et un nouveau forage, deux fois plus onéreux que la réhabilitation.

La pompe électrique pourra être placée à une profondeur de 45 m soit 10 m en dessous du niveau d'eau de la nappe phréatique. La cour de l'école est assez vaste pour abriter le château d'eau d'eau de 8,3 m de hauteur. Ainsi, le château d'eau et le forage ne seront séparés que de 5 m horizontalement.

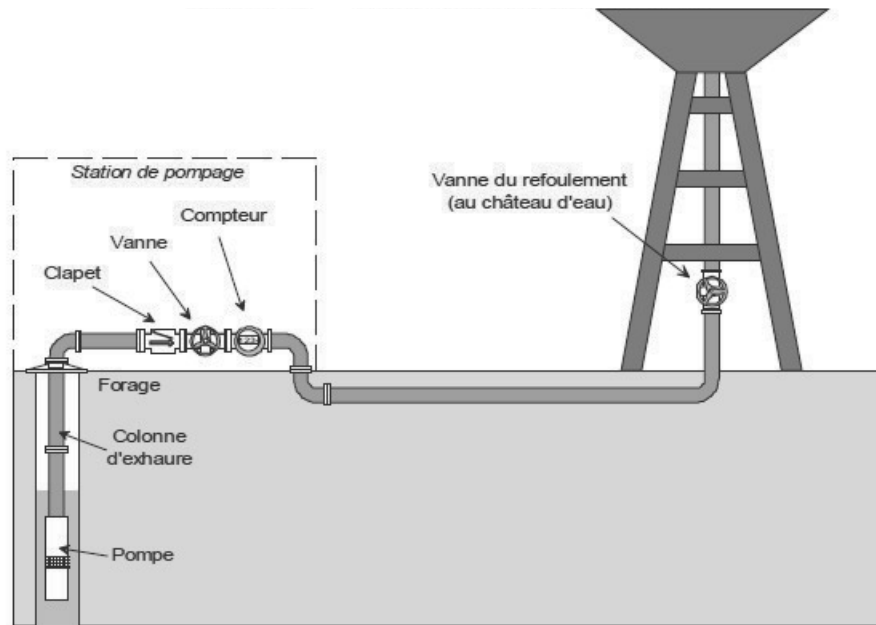
On opte pour un système électro-solaire basé sur une pompe Grundfos SQFlex SQF 2.5-2. Système déjà installé avec succès au Mali en février 2005, ainsi qu'au Bénin en 2005 et au Togo en 2006 qui peut très bien être aussi installé ici où il y a un ensoleillement correspondant à une moyenne de 6 heures d'octobre à mai.

La pompe sera alimentée par des panneaux photovoltaïques à travers un contrôleur Grundfos adéquat. D'après le graphique suivant, à 30°C, sous une irradiation de 6 kW.h/m²/jour, la pompe, alimentée par des panneaux photovoltaïques (inclinés à 20°) de puissance crête totale 1 125 W crête, pourra débiter 2,5 m³/h pour une hauteur manométrique totale de 57 m.



L'eau sera accumulée dans le château d'eau, puis distribuée à 2 bornes fontaines où elle sera vendue à un prix modéré, acceptable par la population et permettant d'alimenter un « fonds d'entretien - renouvellement - investissement ». Pour le dispensaire et l'école, l'eau est installée directement et non facturée. Le fonds servira notamment pour pouvoir remplacer la pompe au bout de quelques années, réparer les robinets usés, etc.

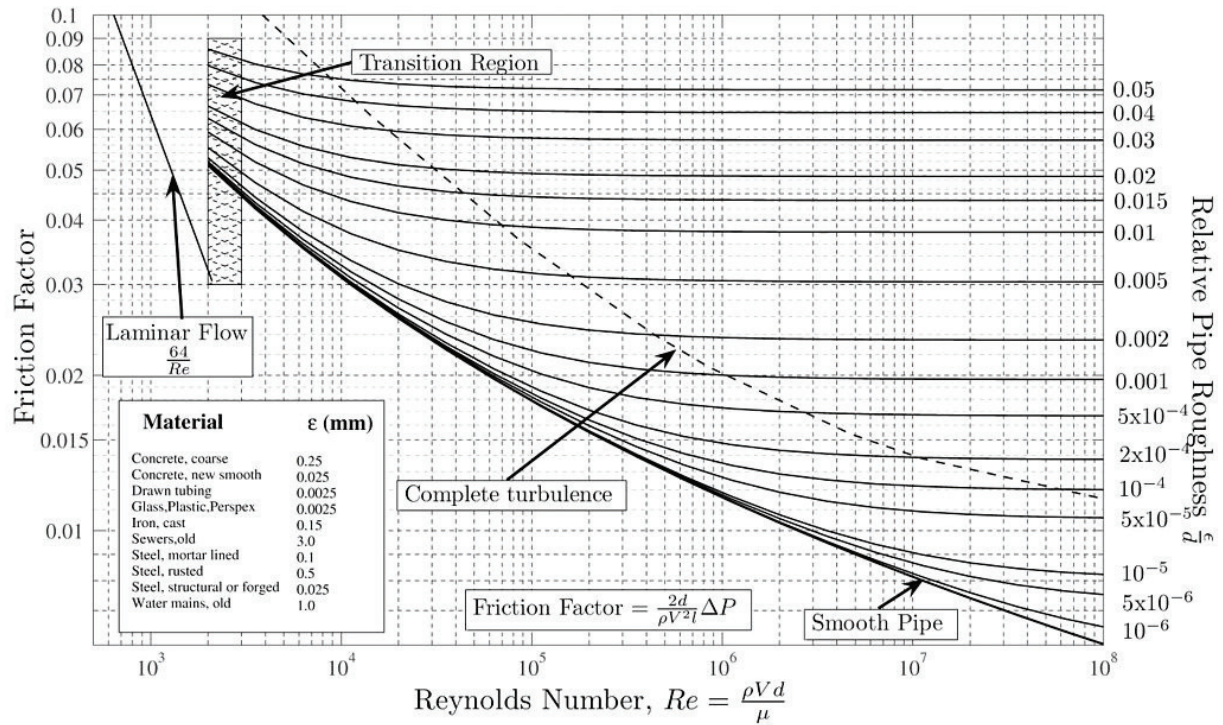
Document 1.5 : Refoulement : du forage au réservoir (schéma de principe sans panneau solaire)



Le refoulement est la partie entre la pompe et le réservoir (voir schéma de principe ci-dessus). La pompe dans le forage refoule l'eau vers le réservoir à travers la conduite de refoulement. En dehors du forage, une partie de la conduite peut être enterrée pour aller vers le réservoir. S'il s'agit d'un château d'eau, une partie de la conduite peut être à l'air libre pour monter à la cuve.

- Le clapet anti-retour ne laisse passer l'eau que dans un seul sens : de la pompe vers le château d'eau. Lorsque le pompage s'arrête, le clapet se referme, et l'eau ne peut pas redescendre vers la pompe. La pompe possède elle aussi un clapet anti-retour à son niveau, par sécurité. En effet, il ne faut pas que l'eau redescende dans le forage à chaque fois que l'on arrête la pompe. Habituellement, on considère que chacun des clapets engendre la même perte de charge qu'un coude à 180°.
- Le premier robinet-vanne sert à faire les « démarrages vanne fermée » lorsque la colonne d'exhaure est vide. Il est donc complètement ouvert en régime de fonctionnement.
- Le compteur volumétrique affiche le nombre de m³ qui sont passés dans la conduite depuis qu'il a été installé. Il sert à indiquer le volume pompé tous les jours. Habituellement, on considère que ce compteur engendre la même perte de charge qu'un clapet anti-retour.
- L'eau monte ensuite dans le réservoir, par la conduite de refoulement sur laquelle il y a le robinet-vanne de refoulement que l'on ne ferme que durant les entretiens du réservoir.
- Les 4 coudes sont de courbure moyenne.

Document 1.6 : Diagramme de Moody et formule de Darcy



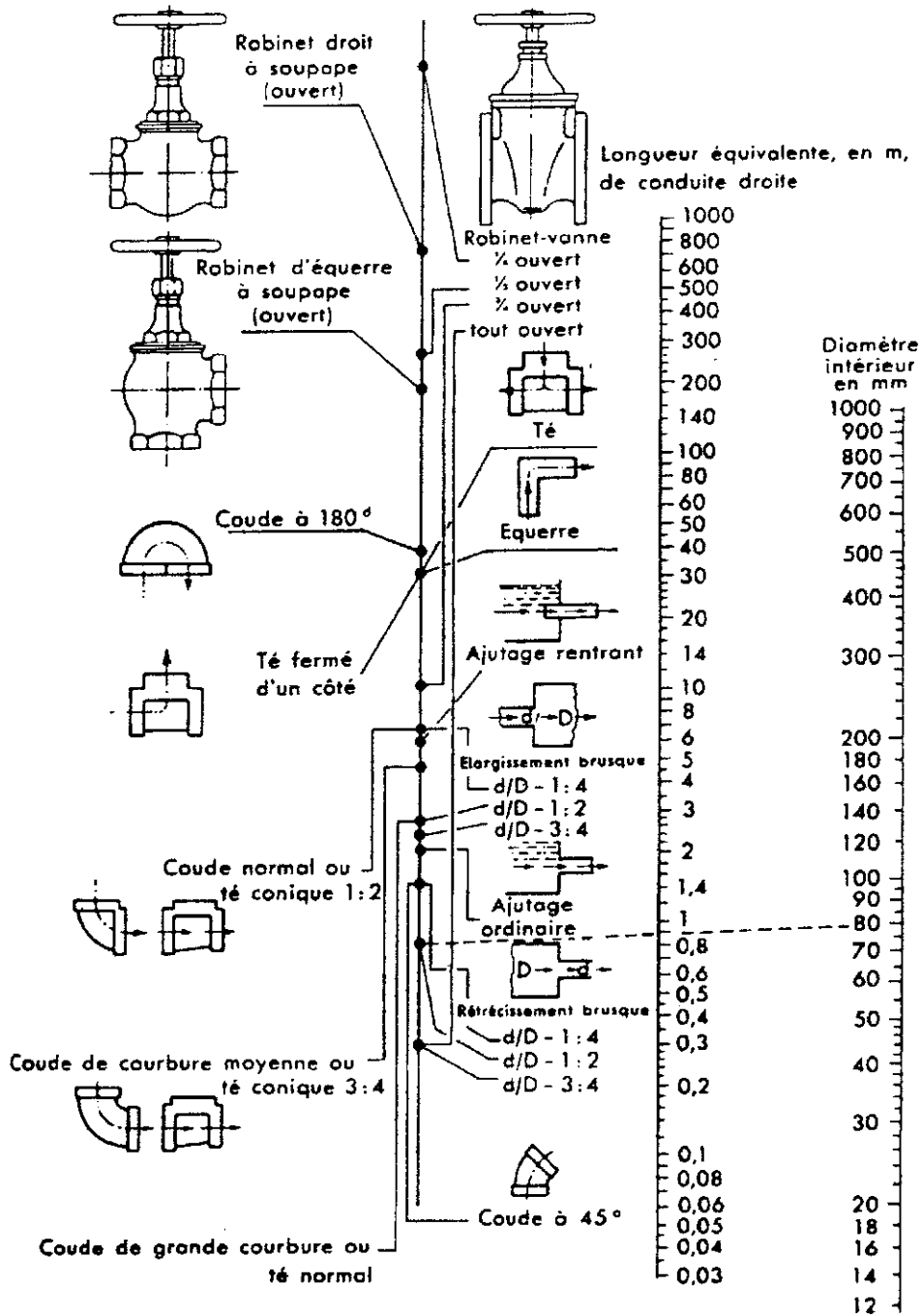
avec : ρ : masse volumique en kg/m^3 , μ : viscosité dynamique en $\text{Pa}\cdot\text{s}$ et V : vitesse en m/s

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 de conduite droite.

Document 1.7 : Diagramme donnant les longueurs équivalentes de conduite droite pour divers accessoires de tuyauterie

Exemple d'utilisation en pointillés :

Un rétrécissement brusque tel que $d/D = 1/2$. Si $D = 80 \text{ mm}$ la longueur équivalente de conduite droite est de **0,90 m**.



Document 1.8 : Énergie solaire disponible dans le village malien (Niakourazana).

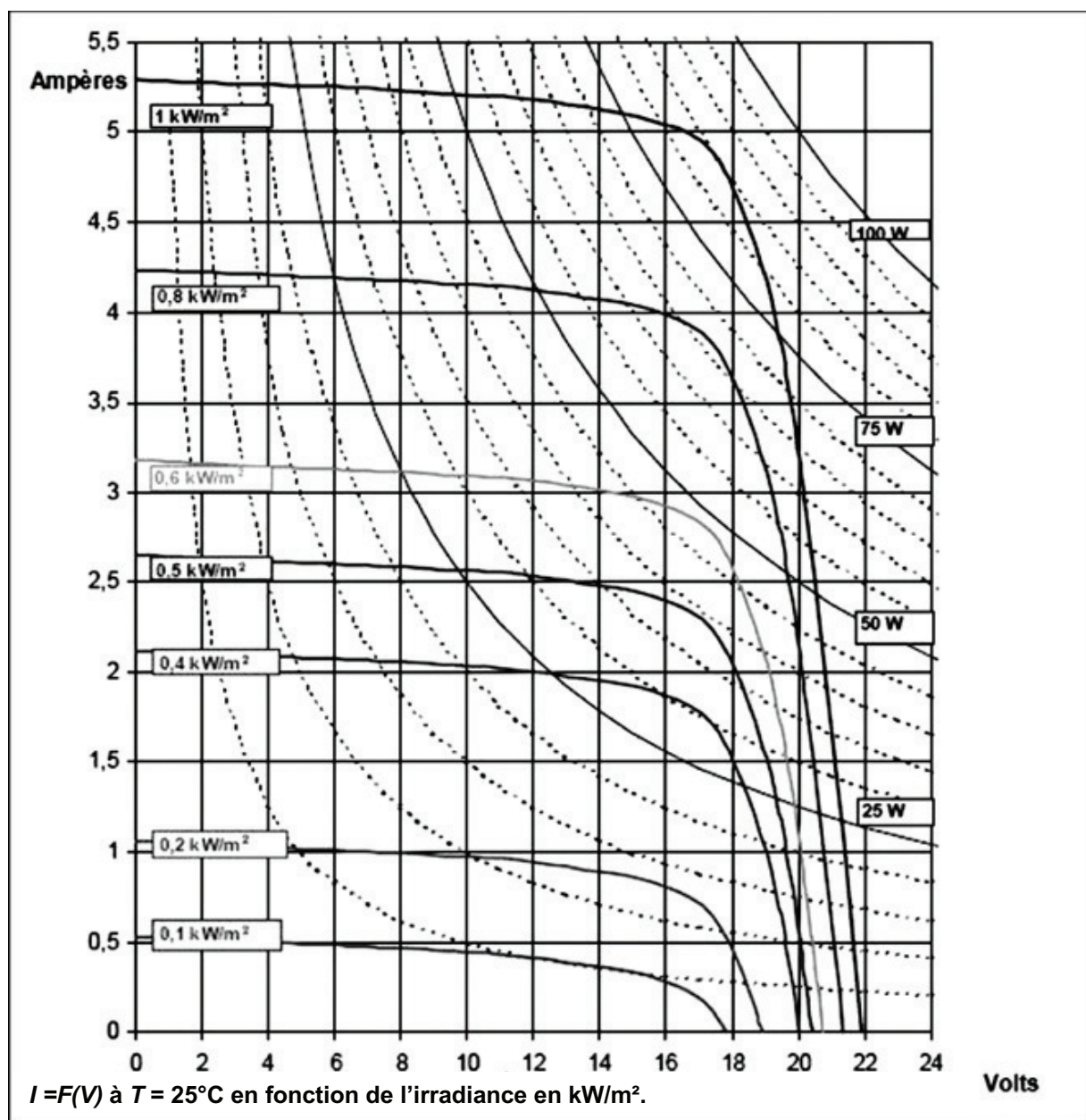
La situation de la région est très favorable de ce point de vue. Les données montrent que l'on peut compter sur une irradiance solaire, en moyenne sur une journée de beau temps, d'au moins $I_{r_{village}} = 0,20 \text{ kW.m}^{-2}$ d'octobre à mai (saison sèche) si on incline les panneaux vers le sud à 20 degrés.

On voit de plus sur le tableau suivant que la probabilité d'avoir deux jours consécutifs sans soleil est quasiment nulle.

Il s'agit donc d'un climat très favorable aux installations électro-solaires.

Nbre équiv. de jours sans soleil par mois dans la région de Niakourazana (NASA Solar Energy Data Set)												
mois	JAN	FÉV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOÛT	SEP	OCT	NOV	DÉC
jours	1.7	1.5	2.3	1.8	2.6	1.3	1.2	2.9	2.6	2.0	0.9	1.3

Document 1.9 : Caractéristiques d'un panneau choisi pour le dispensaire du village.



Document 1.10 : Consommation électrique envisagée pour le dispensaire :

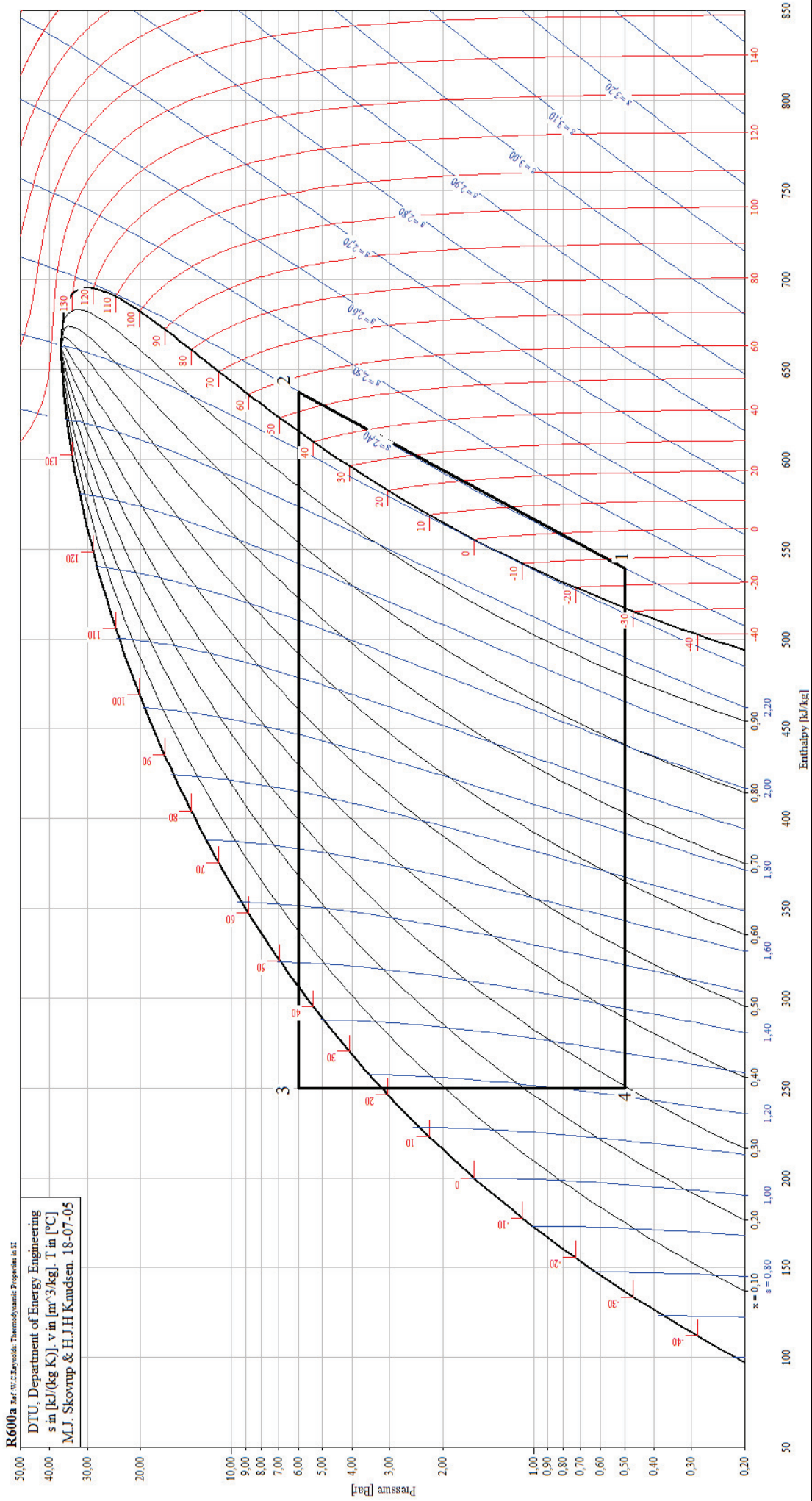
- 20 lampes à LED à très haut rendement de 6 W utilisées en moyenne 4 heures par jour ;
- radio de 100 W utilisée en moyenne 6 heures par jour ;
- réfrigérateur de stockage des médicaments : consommation électrique 860 W.h/jour.

Document 1.11 : Caractéristiques des panneaux photovoltaïques

Les panneaux ont chacun une surface de 1 m² et sont inclinés vers le sud à 20 degrés.

Les pertes électriques (notamment au niveau des batteries) et de salissure du panneau entraînent une correction à apporter : la puissance produite n'est que 65 % de celle qu'on aurait pu attendre.

Document 1.12 : Cycle dans le diagramme des frigorigères du R600A



DOSSIER DOCUMENTAIRE

Collection 2 : Textes réglementaires et officiels

Document 2.1 : Extraits du B.O. spécial n°2 du 19 février 2009 Programmes de Sciences Physiques et Chimiques de Bac Pro.

T 3	COMMENT PROTÉGER UN VÉHICULE CONTRE LA CORROSION ?	Cycle terminal Tronc commun
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Mettre en évidence expérimentalement l'influence de certains facteurs extérieurs sur la corrosion du fer.</p> <p>Identifier dans une réaction donnée un oxydant et un réducteur.</p> <p>Classer expérimentalement des couples rédox.</p> <p>Prévoir si une réaction est possible à partir d'une classification électrochimique.</p> <p>Écrire et équilibrer les demi-équations</p> <p>Écrire le bilan de la réaction d'oxydoréduction.</p>	<p>Savoir que certains facteurs tels que l'eau, le dioxygène et le sel favorisent la corrosion.</p> <p>Savoir qu'un métal s'oxyde.</p> <p>Savoir qu'une réaction d'oxydoréduction est une réaction dans laquelle intervient un transfert d'électrons.</p> <p>Savoir qu'une oxydation est une perte d'électrons.</p>	<p>Observation et interprétation de l'expérience d'un clou plongé dans de l'eau de Javel.</p> <p>Action de l'eau de Javel sur un clou entouré de cuivre, de zinc, d'aluminium</p> <p>Protection cathodique d'un métal</p> <p>Protection à l'aide d'un inhibiteur, par anode sacrificielle, par dépôt électrolytique d'un métal (chromage, nickelage, ...), par peinture, voile plastique.</p> <p>Passivation d'un métal par l'acide nitrique fumant</p>

T 4	POURQUOI ÉTEINDRE SES PHARES QUAND LE MOTEUR EST ARRÊTÉ ?	Cycle terminal Tronc commun
1. Quelle est la différence entre une pile et un accumulateur ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Réaliser une pile et mesurer la tension aux bornes de cette pile.</p> <p>Distinguer pile et accumulateur.</p>	<p>Connaître le principe d'une pile.</p> <p>Connaître le principe d'un accumulateur.</p>	<p>Fabrication d'une pile Daniell.</p> <p>Réalisation d'une pile au citron.</p> <p>Recherche historique sur Volta.</p>
2. Comment recharger un accumulateur ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Mettre en évidence expérimentalement le rôle d'une diode dans un circuit.</p> <p>Réaliser le redressement d'un courant.</p>	<p>Savoir que :</p> <ul style="list-style-type: none"> -un accumulateur se recharge à l'aide d'un courant continu ; -le générateur qui charge l'accumulateur délivre une tension supérieure à celle-ci ; -un alternateur fournit un courant alternatif ; -le redressement permet de passer d'un courant électrique alternatif à un courant électrique continu. 	<p>Étude d'oscillogrammes obtenus par un générateur à courant continu (pile, accumulateur) et à courant alternatif (alternateur de voiture).</p> <p>Vérification expérimentale de l'inversion du sens de courant lors de la charge et de la décharge d'un accumulateur.</p> <p>Réalisation expérimentale du redressement d'un courant par un pont de diodes.</p> <p>Étude documentaire concernant les différents types d'accumulateurs.</p> <p>Recherche documentaire sur les principes de production d'électricité dans un véhicule (cellule photovoltaïque, pile à combustible ...).</p> <p>Détermination de la durée de charge d'un accumulateur à l'aide de ses caractéristiques et de celles du chargeur.</p>

CME 6	COMMENT FONCTIONNENT CERTAINS DISPOSITIFS DE CHAUFFAGE ?	Cycle terminal Spécialité
1. Comment fonctionne une plaque à induction ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Identifier les pôles d'un aimant et d'une bobine parcourue par un courant continu.</p> <p>Déterminer expérimentalement le sens d'un champ magnétique créé par un courant électrique.</p> <p>Déterminer le sens d'un courant induit.</p> <p>Mettre en évidence les effets du courant induit.</p>	<p>Savoir comment peut être créé un champ magnétique.</p> <p>Savoir que la variation du flux magnétique produit un courant électrique (loi de Faraday).</p> <p>Savoir que le courant induit s'oppose à la cause qui lui a donné naissance (loi de Lenz).</p> <p>Connaître le principe de chauffage dans une casserole placée sur une plaque à induction.</p>	<p>Mise en évidence expérimentale d'un courant induit dans un circuit par la variation du flux magnétique.</p> <p>Détermination expérimentale du sens du champ magnétique.</p> <p>Mise en évidence expérimentale de la loi de Lenz.</p> <p>Mesure d'un champ magnétique à l'aide d'un teslamètre.</p> <p>Recherches et analyses documentaires relatives aux plaques à induction et vitrocéramiques.</p>
2. Comment faire varier la température d'un gaz sans le chauffer ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Mesurer une pression à l'aide d'un manomètre.</p> <p>Calculer une pression et la convertir en bar ou en pascal.</p> <p>Vérifier expérimentalement la loi de Boyle-Mariotte ($P V = n R T$).</p>	<p>Connaître l'influence de la pression et du volume sur la température.</p> <p>Connaître l'unité du système international de mesure de la pression.</p>	<p>Utilisation d'un dispositif expérimental permettant d'étudier la compression et la détente d'un gaz.</p> <p>Analyse de documents relatifs aux pompes à chaleur (air/air, air/eau, eau/eau), aux compresseurs et aux détendeurs.</p> <p>Étude du cas d'une pompe à chaleur qui peut produire du froid (réfrigérateur, climatiseur).</p> <p>Étude de documents techniques relatifs aux climatisations, aux machines thermiques.</p> <p>Recherches documentaires sur l'histoire de la thermodynamique (Carnot, Clapeyron, etc.)</p>
3. Quelles contraintes faut-il prendre en compte dans une installation de chauffage central ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Calculer une vitesse moyenne d'écoulement.</p> <p>Calculer un débit volumique.</p> <p>Déterminer expérimentalement les pressions et vitesses d'écoulement en différents points d'un fluide en mouvement.</p> <p>Appliquer l'équation de conservation du débit.</p> <p>Appliquer l'équation de conservation de l'énergie mécanique dans un fluide en mouvement (Bernoulli).</p>	<p>Connaître le principe de conservation du débit volumique d'un fluide en écoulement permanent.</p>	<p>Analyse de documents relatifs au chauffage central.</p> <p>Mesure d'une vitesse d'écoulement (tube de Pitot relié à un manomètre différentiel).</p> <p>Mesure du débit avant, après et dans un étranglement (tube de Venturi).</p> <p>Mesure et calcul de vitesses d'écoulement et de débits sur une installation professionnelle.</p>

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

NOM et Prénom :	Diplôme préparé :	Séquence d'évaluation ¹ n°
-----------------	-------------------	---------------------------------------

1. Liste des capacités, connaissances et attitudes évaluées

Capacités	
Connaissances	
Attitudes	

2. Évaluation²

Compétences ³	Capacités	Questions	Appréciation du niveau d'acquisition ⁴
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 $K^{\circ}(T) = \frac{[O_2]_{aq}^{équilibre}}{P_{O_2}^{équilibre}} \cdot \frac{P^{\circ}}{C^{\circ}}$, 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'erlenmeyer 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'erlenmeyer ;
- remplir l'erlenmeyer 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'erlenmeyer sans emprisonner de bulles d'air. Pour cela, mettre du parafilm sur l'erlenmeyer 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'erlenmeyer dans la cuvette. L'ouvrir et ajouter rapidement 20 mL d'acide sulfurique très concentré à la pipette graduée en fond d'erlenmeyer ;
- ajouter 3 g d'iodure de potassium KI (solide). Boucher, essuyer l'erlenmeyer 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 bécher, 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 thiodène 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 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_2 dissous mg.L^{-1}	>7	5 à 7	3 à 5	
DCO mg.L^{-1}	<20	20 à 25	25 à 40	40 à 80
DB05 mg.L^{-1}	<3	3 à 5	5 à 10	10 à 25
N mg.L^{-1}	<1	1 à 2	2 à 3	>3

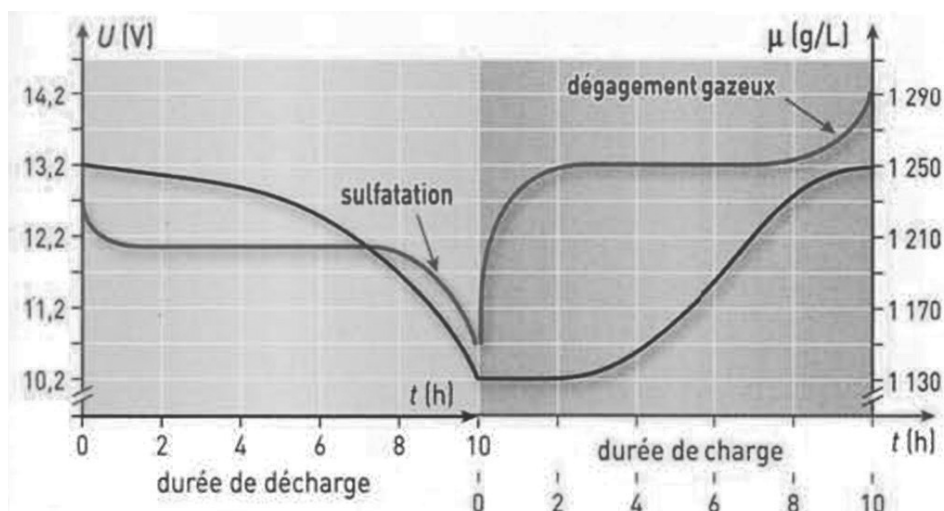
DCO = demande chimique en O_2 ; c'est ce que les substances chimiques dissoutes ou en suspension sont susceptibles de consommer comme dioxygène.

DB05 = demande biochimique en O_2 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 μ 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 :

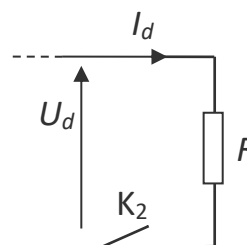
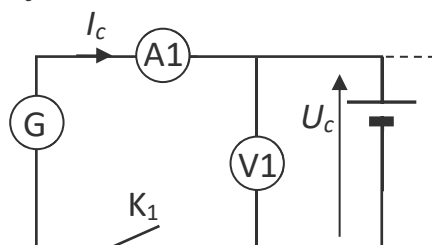
- Une électrode en plomb et une électrode en plomb recouverte de dioxyde de plomb.
- Tension de charge maximale : 2,5 V.
- Capacité maximale d'acide sulfurique : 300 mL.



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 Ω ; 47 Ω ; 67 Ω . 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 Δt_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_1 et K_2 doivent être ouverts. Régler préalablement le générateur afin qu'il délivre une tension de 2,5 V.

a) Charge : Basculer l'interrupteur K_1 en position fermée et déclencher le chronomètre. Maintenir K_1 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_1 et remettre le chronomètre à zéro.

b) Décharge : l'interrupteur K_1 reste en position ouverte. Fermer l'interrupteur K_2 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 Δt_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 :

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

- Donner l'expression de W_d l'énergie reçue par l'accumulateur lors de la décharge.
- 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 H^+ , H_3O^+ et H_2O ? Que peut-on en conclure quant aux éventuelles réactions d'oxydo-réduction entre ces espèces ?
4. Déterminer l'équation de la frontière du couple $H_2O/H_{2(g)}$ 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 $Mn(OH)_2(s)$. 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 $I_{(aq)}^-$ peuvent réduire les ions $Mn_{(aq)}^{3+}$ en ions $Mn_{(aq)}^{2+}$ en formant du diiode $I_{2(aq)}$. 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 $I_{2(aq)}$ par l'ion thiosulfate $S_2O_3^{2-}_{(aq)}$ 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 : $M(O_2) = 32,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Les résultats littéraux seront exprimés en fonction de $[S_2O_3^{2-}]$, V_e , V_0 , (notations du document 3.1) et $M(O_2)$.

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

16. En déduire l'expression littérale du nombre de moles d'ions $Mn_{(aq)}^{3+}$ présents lors de la deuxième étape et correspondant au volume V_0 .
17. Ces ions $Mn_{(aq)}^{3+}$ 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 $V_e = 10,8$ 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 ρ 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 $d = 32$ mm dont la rugosité maximale est estimée à $\varepsilon = 0,032$ mm lorsqu'il est usagé. C'est l'objet des trois questions suivantes. On considèrera 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 : $\Delta P_f = f \frac{\rho V^2 (L+L_e)}{2a}$ 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 W.m^{-2} , placer :

- le point de fonctionnement A correspondant à l'intensité de court-circuit.
- le point de fonctionnement B correspondant à un circuit ouvert.
- 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 ?

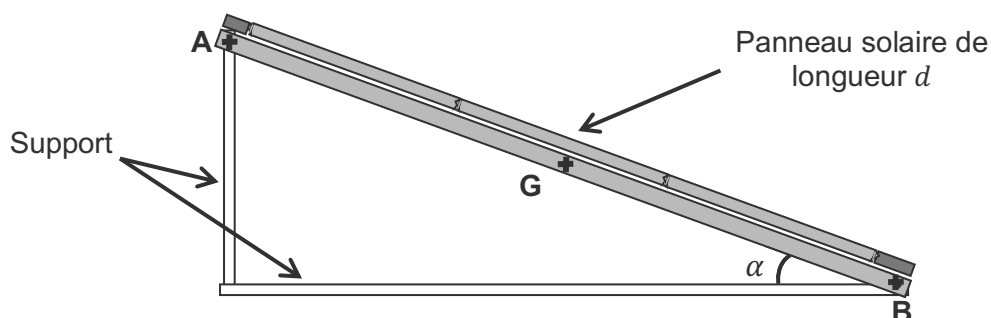
40. À l'issue du traitement de la partie 1 du module T4 « *Quelle est la différence entre une pile et accumulateur ?* » (document 2.1), le professeur de mathématiques - physique-chimie propose une activité expérimentale (document 3.4) dont on a relevé une copie d'un des élèves (document réponse 4). Réaliser 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 Δ 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 $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $d = 1,0 \text{ m}$ 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_Δ du poids du panneau par rapport à Δ est d'environ 56 N.m.
44. En utilisant la condition d'équilibre d'un solide susceptible d'être mis en rotation autour de Δ , 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 , α et g puis on effectuera l'application numérique.

Partie D : Réfrigérateur pour stocker les médicaments

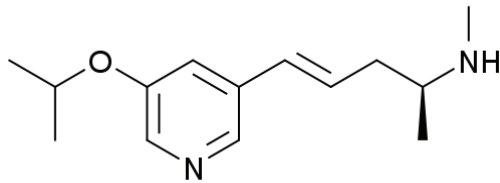
Partie D1 : Lidocaïne

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'ispronidline a pour formule brute $C_{14}H_{22}N_2O$. 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 frigorigène 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 $5,0\text{ }^\circ\text{C}$.

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

- h (en $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$) en abscisse,
- P (en bar) en ordonnée (avec une échelle logarithmique).
- Sur ce diagramme, d'autres courbes sont représentées :
 - les isotitres en noir (x est la fraction massique en vapeur)
 - les isothermes en rouge (T en $^\circ\text{C}$). 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 $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$). 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

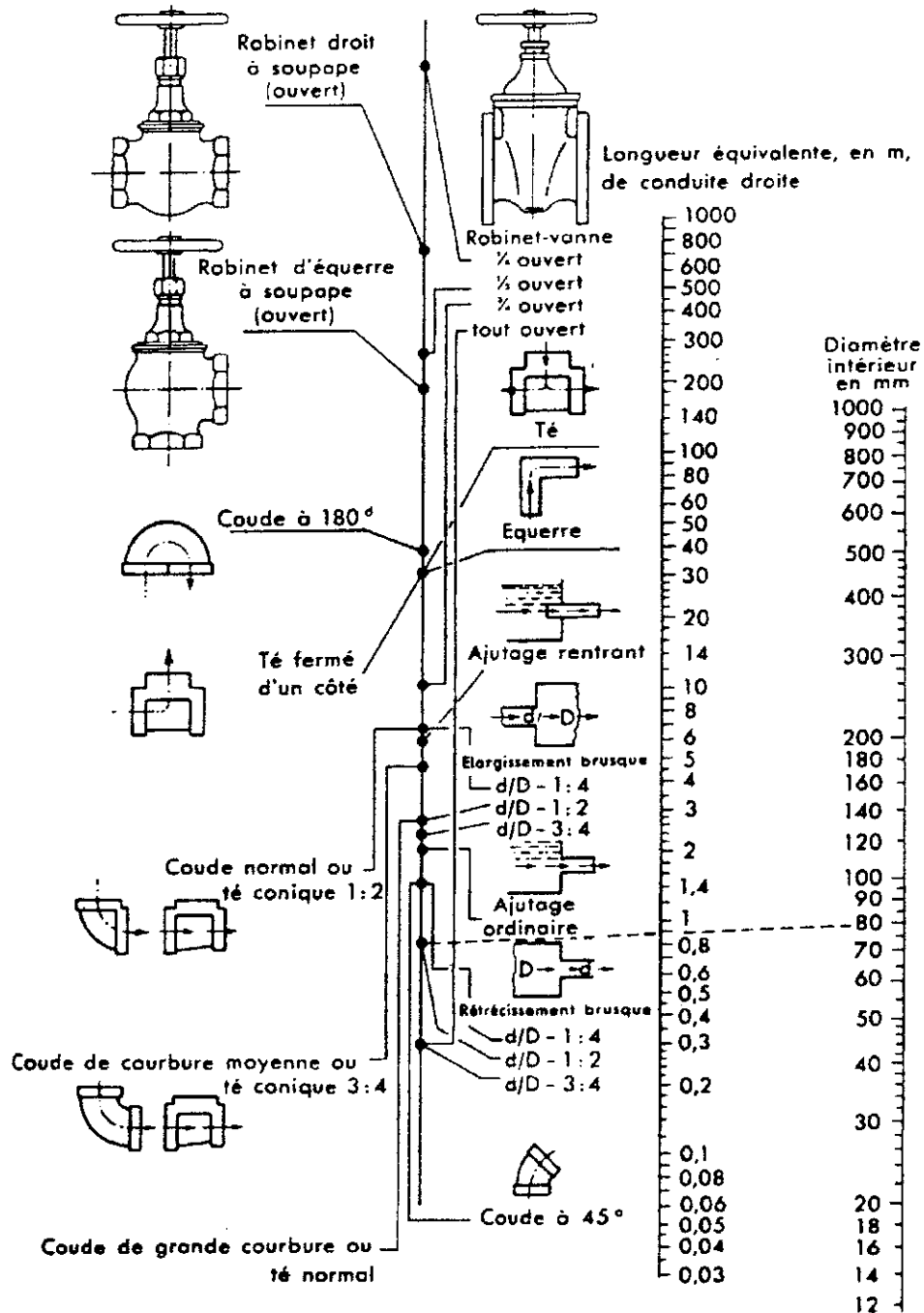
59. Cette allure de cycle pourrait-elle être aussi celle d'un climatiseur ?
60. Le cycle est décrit dans le sens $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \dots$. Compléter le schéma du document réponse 8 en identifiant la nature des différents blocs (dans le désordre : condenseur, compresseur, 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

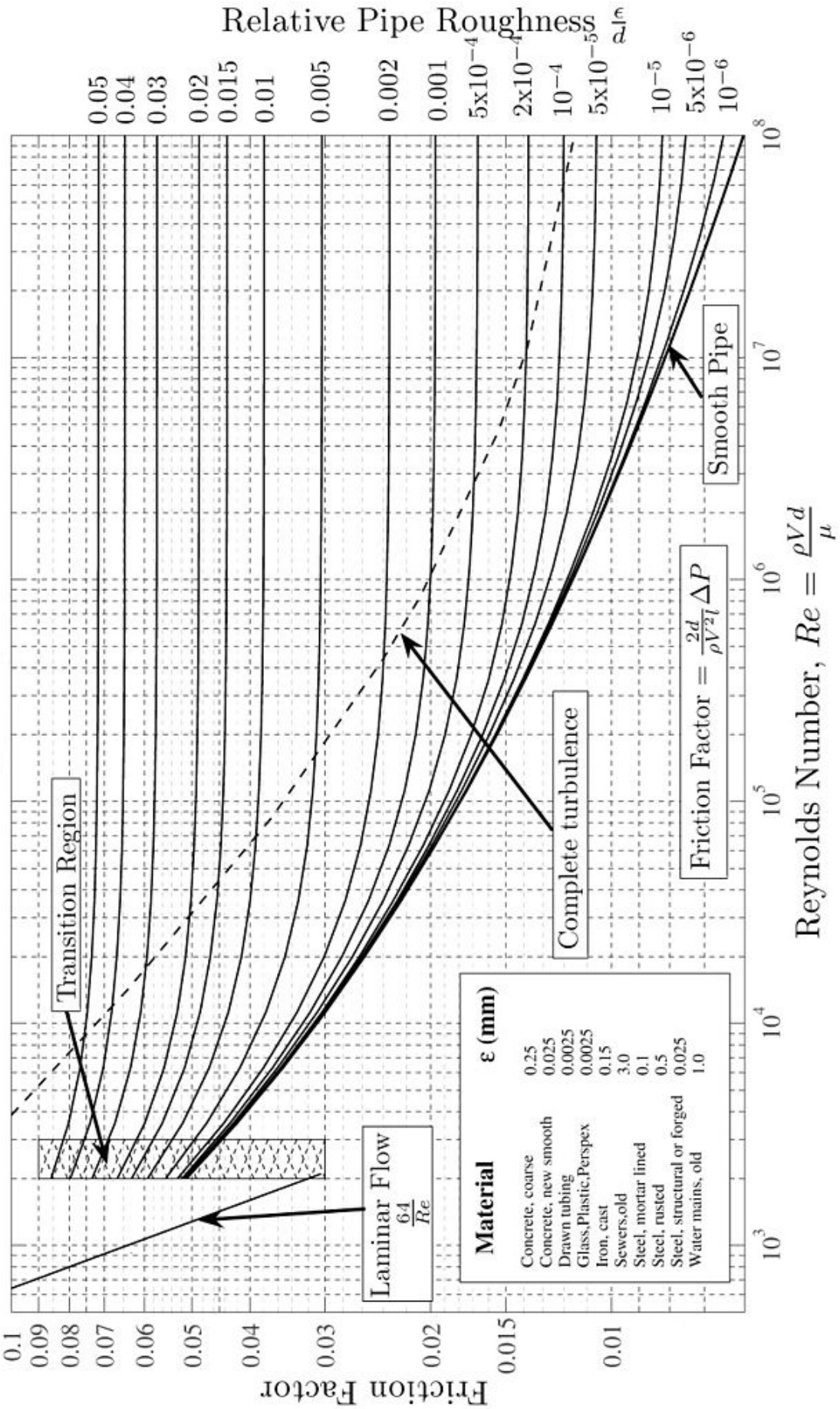
64. Préciser les hypothèses permettant d'arriver à l'expression simplifiée du premier principe industriel : $\Delta h = w_i + q$ et préciser les notations utilisées.
65. Montrer que la transformation subie par le fluide dans le détendeur est isenthalpique.
66. Dans quelle partie du circuit le fluide 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 $30 \text{ }^\circ\text{C}$.
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.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

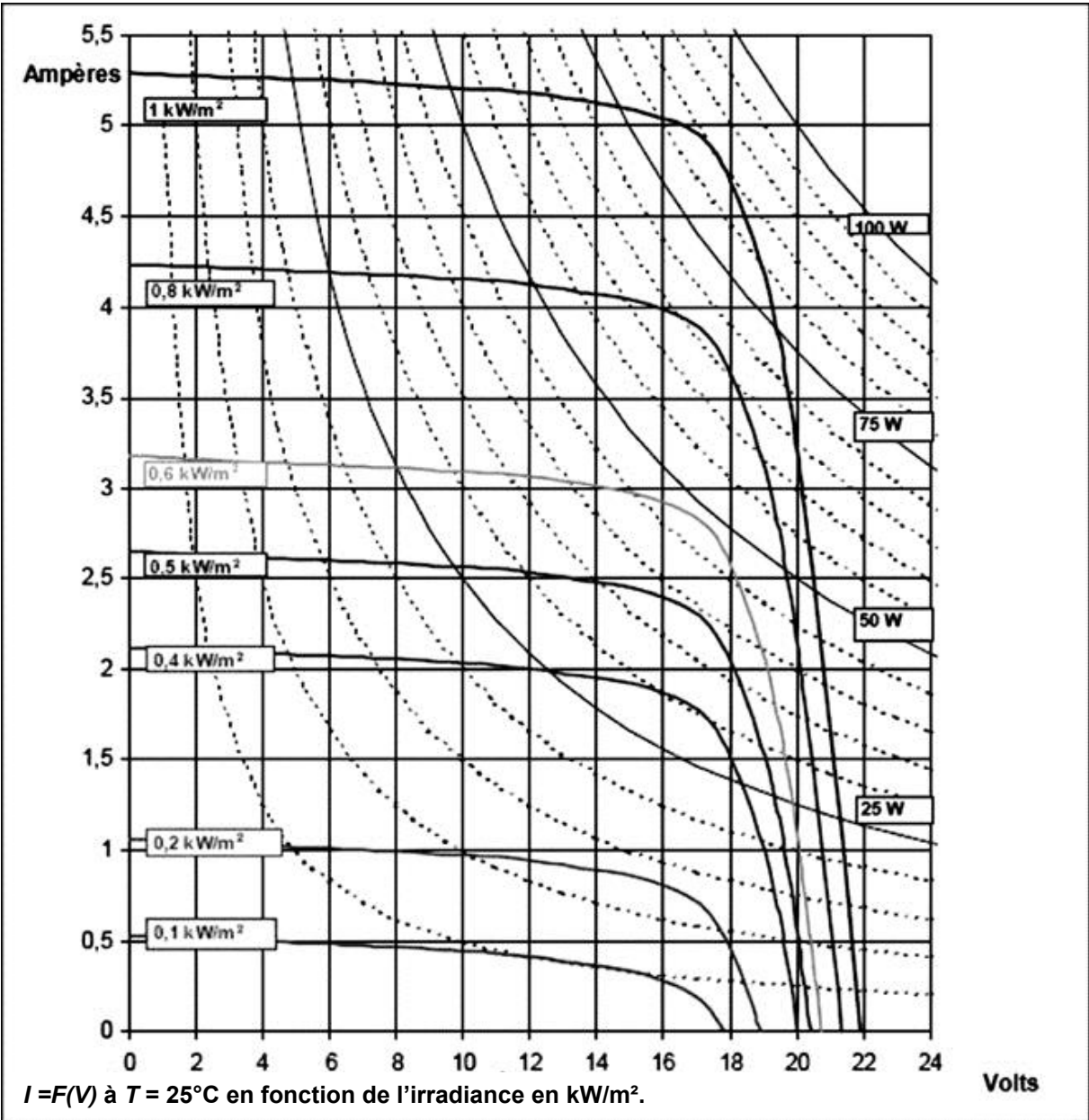
Document réponse 1 : Diagramme donnant les longueurs équivalentes de conduite droite pour divers accessoires de tuyauterie



Document réponse 2 : Diagramme de Moody



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



NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Document réponse 4 : Production d'élève

Copie à rendre

Nom : Durin

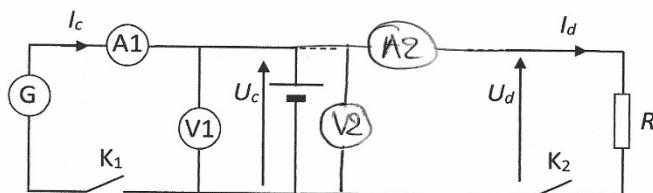
Classe : 1NELECB

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 :

$U_c = 2,49 V$ $I_c = 39,5$ $\Delta t_c = 100 s$
 $U_d = 1,74 V$ $I_d = 21,6$ $\Delta t_d = 2 \text{ min } 20$

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

Expression de $W_c(J) = U_c \times I_c \times \Delta t_c$
 $W_c(J) = 98,4 J$ $W_d(J) = 45,9 J$

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

4. Même protocole mais avec une tension plus élevée :

4.1.
 $U'_c = 3,19$ $I'_c = 9,5$ $\Delta t_c = 100 s$ $W'_c(J) = 303,1$
 $U'_d = 1,75$ $I'_d = 18,5$ $\Delta t'_d = 3 \text{ min } 8 s$ $W'_d(J) = 73,8$

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 ~~le~~ avoir une tension supérieure à 12V.

Document réponse 5 : Grille d'évaluation

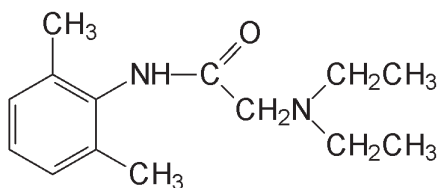
Liste des capacités, connaissances et attitudes évaluées

Capacités	Distinguer pile et accumulateur
Connaissances	Connaître le principe d'un accumulateur.
Attitudes	

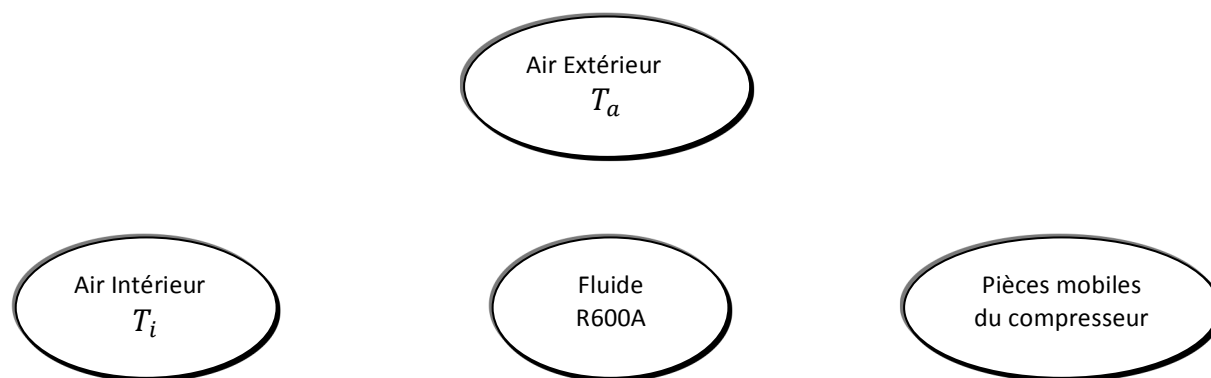
Évaluation

Compétences	Capacités	Questions	Appréciation du niveau d'acquisition
S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information.		
Analyser Raisonnement	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.		

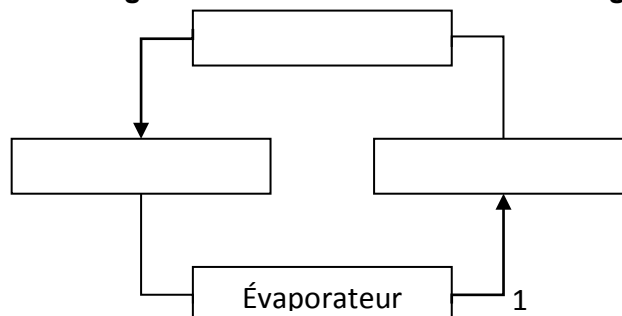
Document réponse 6 : Formule semi-développée à compléter de la lidocaïne




Document réponse 7 : Schéma de principe du réfrigérateur

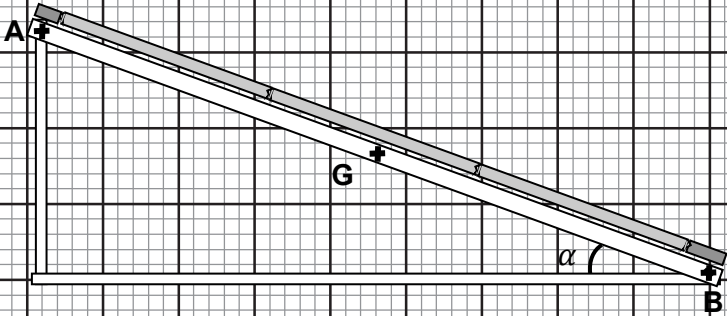


Document réponse 8 : Schéma général de fonctionnement du réfrigérateur



Document réponse 9 : Dimensionnement du panneau solaire

Échelle : 
20N



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
E F E	1 3 1 5 J	1 0 2	0 7 2 5

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

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

► **3^{ème} Concours du CAPLP :**

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