

SESSION 2017

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.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

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

Thème d'étude

Rénovation d'un logement de fonction d'un établissement scolaire

Contexte pédagogique du sujet

Dans un lycée professionnel, lycée des métiers du bâtiment, un logement de fonction (pavillon indépendant à l'entrée du lycée) a été occupé durant de nombreuses années. Ce logement, vétuste, n'est plus utilisé pendant un an de façon à le remettre aux normes et le rendre plus fonctionnel.

En accord avec le directeur délégué aux enseignements technologiques et professionnels, les élèves du lycée professionnel vont travailler sur ce projet de rénovation impliquant les différents enseignants du domaine professionnel et, notamment, les professeurs de mathématiques et physique-chimie.

Des séquences pédagogiques seront donc abordées, régulièrement, en lien avec ce projet.

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 ces 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 2 à 5) ;

Collection 2 : Textes réglementaires et officiels (pages 6 à 8) ;

Collection 3 : Documents supports à l'enseignement et productions d'élèves (pages 9 à 14).

Travail à réaliser par le candidat

Pages 15 à 20. Structuré en différentes 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.

Le candidat rend un ensemble de copies et de documents réponses qu'il convient de numéroter et dans lesquelles il précise intégralement la référence des questions auxquelles il répond. L'attention du candidat est attirée sur le fait que les appels aux documents-réponses ne sont pas nécessairement dans l'ordre chronologique des questions.

DOSSIER DOCUMENTAIRE

Collection 1 – Documentation scientifique et technique

Document 1.a Données et références physico-chimiques

Les quatre premières périodes du tableau périodique

Colonne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	hydrogène 1 H 1,0 -- nom de l'élément -- numéro atomique -- symbole -- masse molaire atomique (g.mol ⁻¹)																	hélium 2 He 4,0
2	lithium 3 Li 6,9	béryllium 4 Be 9,0											bore 5 B 10,8	carbone 6 C 12,0	azote 7 N 14,0	oxygène 8 O 16,0	fluor 9 F 19,0	néon 10 Ne 20,2
3	sodium 11 Na 23,0	magnésium 12 Mg 24,3											aluminium 13 Al 27,0	silicium 14 Si 28,1	phosphore 15 P 31,0	soufre 16 S 32,1	chlore 17 Cl 35,5	argon 18 Ar 39,9
4	potassium 19 K 39,1	calcium 20 Ca 40,1	scandium 21 Sc 45,0	titane 22 Ti 47,9	vanadium 23 Va 50,9	chrome 24 Cr 52,0	manganèse 25 Mn 54,9	fer 26 Fe 55,8	cobalt 27 Co 58,9	nickel 28 Ni 58,7	cuiivre 29 Cu 63,5	zinc 30 Zn 65,4	gallium 31 Ga 69,7	germanium 32 Ge 72,6	arsenic 33 As 74,9	sélénium 34 Se 79,0	brome 35 Br 79,9	krypton 36 Kr 83,8

Concernant l'air :

Masse volumique à 0° C : $\rho_o = 1,29 \text{ kg.m}^{-3}$

Capacité thermique massique : $C_p = 103 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Concernant l'eau :

Masse volumique : $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ kg.L}^{-1}$

Intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

Résistances et conductivités thermiques :

La résistance thermique d'un matériau d'épaisseur e (en m), de surface S (en m²) et de conductivité thermique λ (en W.m⁻¹.K⁻¹) s'exprime par la relation : $R = \frac{e}{\lambda S}$.

Quelques valeurs de conductivité thermique (en W.m⁻¹.K⁻¹)

Béton	Laine de roche	Polystyrène expansé	Verre	Plâtre	Air	Argon
1,75	0,035	0,045	1,00	0,25	0,023	0,016

Document 1.b Quelques informations concernant le logement avant rénovation

Le logement est relié au réseau ERDF (220 V ; 50 Hz).

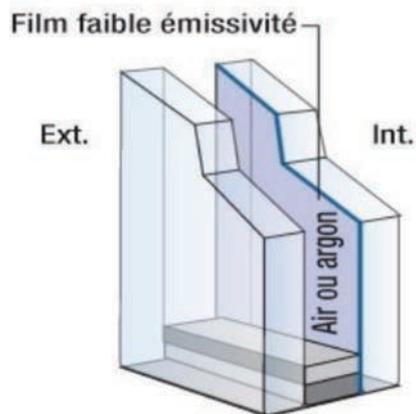
Son chauffage est assuré intégralement par des convecteurs électriques, avec notamment pour le séjour quatre convecteurs de puissance nominale 3,0 kW chacun.

Dans ces conditions, toutes ouvertures étant fermées, la résistance thermique globale R_g du séjour a été estimée à $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$.

Le séjour, situé au rez-de-chaussée, est équipé de deux fenêtres en verre simple d'épaisseur 5,0 mm et d'aire de surface vitrée 0,91 m² chacune.

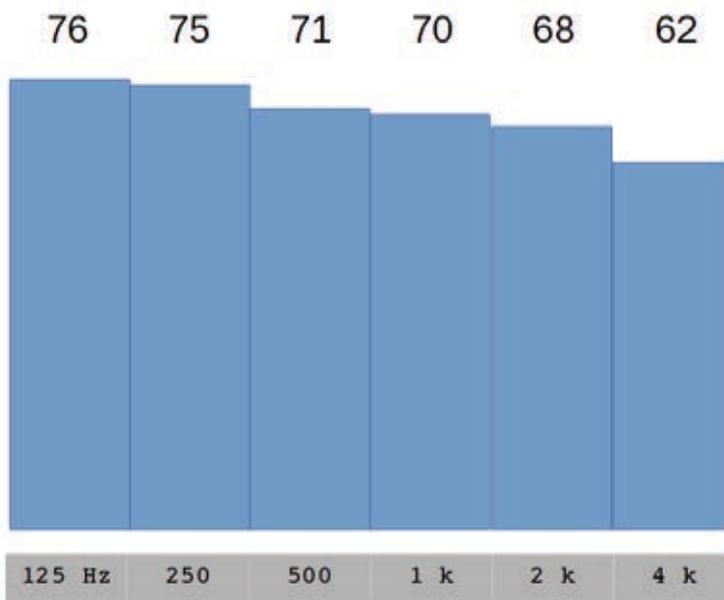
Document 1.c Double vitrage

Le double vitrage standard 4/16/4 (épaisseurs exprimées en millimètres) emprisonne de l'air déshumidifié tandis qu'un double vitrage à isolation thermique renforcée renferme un gaz neutre (argon ou krypton) et des films minces de faible émissivité.

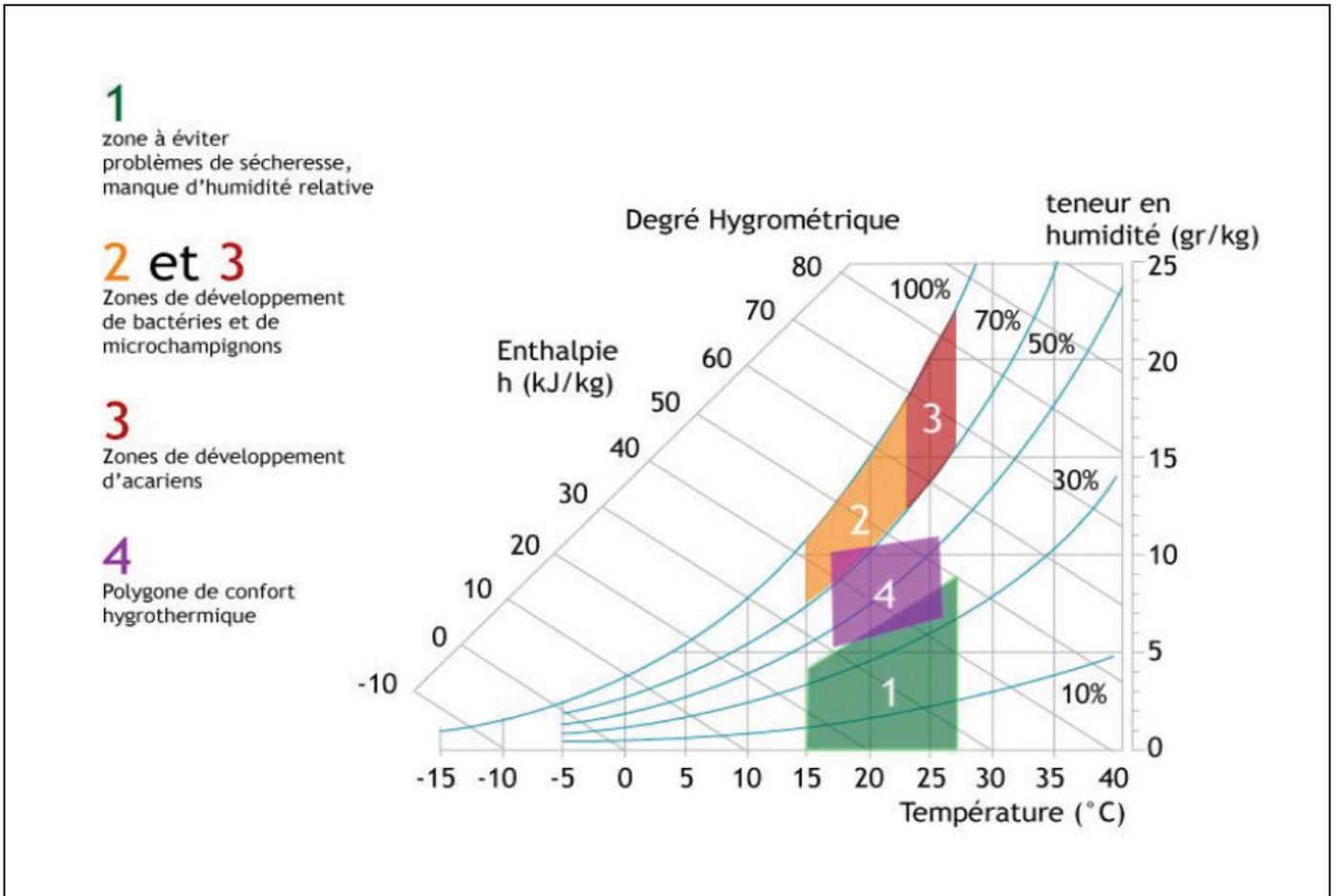


Document 1.d

Spectre en bande d'octaves d'un bruit de route (dB)
(<http://www.acouphile.fr/>)



Document 1.e Qualité de l'air : zone de confort dans l'habitat



Document 1.f Caractéristiques d'une VMC (diamètres de piquages en mm)

Caractéristiques certifiées

Caractéristiques aérauliques	Cuisine (piquage Ø 125)	Sanitaire (piquages Ø 80)	
Petite vitesse	45 m ³ /h	13 m ³ /h	26 m ³ /h
Grande vitesse	135 m ³ /h	15 m ³ /h	30 m ³ /h

Document 1.g Fiche signalétique d'une pompe

<p><i>Pompe collecteur d'eau de pluie Pulsar</i></p> <p>Puissance : 250 W. Débit : 2 500 L/h. Hauteur de refoulement : 9 m. Profondeur maxi d'immersion : 5 m.</p> <p>Matière : Plastique. Dimensions : (l) 22 x (p) 18 x (h) 40 cm³. Niveau résiduel auto/manuel : 5 cm.</p>	
--	---

Document 1.h

Les polystyrènes

Origine et fabrication

La mousse de polystyrène expansé est obtenue à partir d'hydrocarbures (styrène) expansés à la vapeur d'eau et au pentane afin de présenter une structure à pores ouverts.

Issu d'un procédé similaire, le polystyrène extrudé est soumis en outre à un agent gonflant sous pression qui lui assure une structure à pores fermés, et une meilleure résistance à la vapeur d'eau et à la compression, permettant une utilisation en milieu humide.

DOSSIER DOCUMENTAIRE

Collection 2 – Textes réglementaires et officiels

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

CME 3	COMMENT ISOLER UNE PIECE DU BRUIT ?	2 ^{ème} professionnelle
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Mesurer la période, calculer la fréquence d'un son pur.</p> <p>Mesurer le niveau d'intensité acoustique à l'aide d'un sonomètre.</p> <p>Produire un son de fréquence donnée à l'aide d'un GBF et d'un haut parleur.</p> <p>Classer les sons du plus grave au plus aigu, connaissant leurs fréquences.</p> <p>Vérifier la décroissance de l'intensité en fonction de la distance.</p> <p>Comparer expérimentalement l'atténuation phonique obtenue avec différents matériaux, ou un dispositif anti-bruit.</p>	<p>Savoir qu'un son se caractérise par :</p> <ul style="list-style-type: none"> -une fréquence, exprimée en hertz ; -un niveau d'intensité acoustique, exprimé en décibel. <p>Savoir qu'il existe :</p> <ul style="list-style-type: none"> -une échelle de niveau d'intensité acoustique ; -un seuil de dangerosité et de douleur. <p>Savoir que :</p> <ul style="list-style-type: none"> -la perception d'un son dépend à la fois de sa fréquence et de son intensité ; -l'exposition à une intensité acoustique élevée a des effets néfastes sur l'oreille ; -un signal sonore transporte de l'énergie mécanique ; -les isolants phoniques sont des matériaux qui absorbent une grande partie de l'énergie véhiculée par les signaux sonores. 	<p>Étude de la production, propagation et réception d'un son.</p> <p>Étude de l'addition des niveaux sonores.</p> <p>Mise en évidence expérimentale de la plage des fréquences des sons audibles.</p> <p>Interprétation d'un affaiblissement acoustique à partir d'un abaque.</p>

CME 4	COMMENT CHAUFFER OU SE CHAUFFER ?	Cycle terminal Tronc commun
1. Pourquoi le métal semble-t-il plus froid que le bois ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Vérifier expérimentalement que pour un même apport d'énergie la variation de température de deux matériaux est différente.</p> <p>Vérifier expérimentalement que deux corps en contact évoluent vers un état d'équilibre thermique.</p>	<p>Savoir que c'est la quantité de chaleur transférée et non la différence de température qui procure la sensation de froid ou de chaud.</p> <p>Savoir que l'élévation de température d'un corps nécessite un apport d'énergie.</p>	<p>Comparaison de la sensation de chaleur de deux matériaux à une même température (métal/bois ou eau/air)</p> <p>Comparaison des capacités thermiques massiques et de conduction thermique de différents matériaux.</p> <p>Représentation d'une chaîne énergétique par un schéma.</p> <p>Détermination expérimentale de l'ordre de grandeur d'une capacité thermique massique.</p>
2. Comment utiliser l'électricité pour chauffer ou se chauffer ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Mesurer l'énergie et la puissance dissipées par effet Joule par un dipôle ohmique.</p> <p>Calculer une puissance dissipée par effet Joule, la relation $P = \frac{U^2}{R}$ étant donnée pour un dipôle ohmique.</p> <p>Calculer une énergie dissipée par effet Joule, la relation $E = \frac{U^2 t}{R}$ étant donnée pour un dipôle ohmique.</p> <p>Identifier les grandeurs, avec leurs unités et symboles, indiquées sur une plaque signalétique.</p>	<p>Savoir que les dipôles ohmiques transforment intégralement l'énergie électrique reçue en énergie thermique.</p> <p>Savoir que la chaleur et le rayonnement sont deux modes de transfert de l'énergie.</p> <p>Savoir que la chaleur se propage par conduction et par convection.</p>	<p>Mesure d'une quantité d'énergie consommée par l'installation électrique avec un compteur d'énergie électrique.</p> <p>Interprétation des indications fournies par un compteur d'énergie électrique.</p> <p>Analyse de documents sur les convecteurs électriques, les plaques électriques, bouilloires électriques, etc.</p> <p>Évaluation de la consommation en énergie d'une installation domestique.</p>

CME 5	PEUT-ON CONCILIER CONFORT ET DÉVELOPPEMENT DURABLE ?	Cycle terminal Tronc commun
1. Comment économiser l'énergie ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Différencier énergie et puissance.</p> <p>Calculer le rendement des appareils et systèmes de chauffage.</p> <p>Calculer la résistance thermique d'un matériau.</p> <p>Calculer un flux thermique à travers une paroi, la relation étant donnée.</p>	<p>Savoir que les matériaux ont des pouvoirs isolants ou conducteurs de la chaleur différents.</p>	<p>Recherches documentaires sur les différents coûts de l'électricité, sur l'isolation thermique, ...</p> <p>Calcul du coût de plusieurs modes de chauffage ou d'éclairage.</p> <p>Choix d'un mode de chauffage en comparant plusieurs rendements.</p> <p>Recherche documentaire sur les différents modes de production d'énergie.</p> <p>Mise en évidence expérimentale de la résistance thermique d'une paroi.</p> <p>Utilisation d'abaques faisant intervenir le coefficient de conductivité λ, la résistance thermique et l'épaisseur de la paroi.</p> <p>Bilan énergétique d'un appareil électrique ou d'un logement.</p> <p>Etude de documents techniques d'isolation utilisés dans les professions du bâtiment.</p>
2. Qu'est-ce qu'une pluie acide ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Mesurer le pH d'une solution.</p> <p>Calculer le pH d'une solution aqueuse.</p> <p>Déterminer le caractère acido-basique d'une solution dont le pH est connu.</p> <p>Titrer une solution par un dosage acide/base.</p>	<p>Connaître la définition du pH d'une solution aqueuse : $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$</p>	<p>Recherches documentaires sur le cycle de l'eau, sur les pluies acides.</p> <p>Dosage d'un produit domestique d'usage courant.</p> <p>Acidification de l'eau avec un gaz.</p>
3. Pourquoi adoucir l'eau ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Mettre en évidence expérimentalement la présence d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} dans une solution aqueuse.</p> <p>Déterminer expérimentalement le degré hydrotimétrique d'une eau.</p>	<p>Connaître le mécanisme de formation d'un ion positif ou négatif.</p> <p>Savoir que les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} sont responsables de la dureté d'une eau.</p>	<p>Recherche documentaire sur le rôle d'une résine échangeuse d'ions.</p>
4. Les matières plastiques peuvent-elles être recyclées?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Identifier expérimentalement différentes matières plastiques, à partir d'échantillons et d'un protocole d'identification.</p> <p>Reconnaître les matières plastiques recyclables.</p>	<p>Connaître les principales familles de matières plastiques.</p>	<p>Inventaire des matières plastiques existant dans la maison et l'entreprise (objets de la vie courante, machine-outil, ...).</p> <p>Recherche documentaire sur le recyclage des matières plastiques.</p> <p>Test de flottaison, de Belstein, du pH, réaction aux solvants ...</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

¹ Chaque séquence propose la résolution de problèmes issus du domaine professionnel ou de la vie courante. En mathématiques, elle comporte un ou deux exercices ; la résolution de l'un d'eux nécessite la mise en œuvre de capacités expérimentales.

² Des appels permettent de s'assurer de la compréhension du problème et d'évaluer le degré de maîtrise de capacités expérimentales et la communication orale. Il y en a au maximum 2 en mathématiques et 3 en sciences physiques et chimiques.

En mathématiques : L'évaluation des capacités expérimentales – émettre une conjecture, expérimenter, simuler, contrôler la vraisemblance d'une conjecture – se fait à travers la réalisation de tâches nécessitant l'utilisation des TIC (logiciel avec ordinateur ou calculatrice). Si cette évaluation est réalisée en seconde, première ou terminale professionnelle, 3 points sur 10 y sont consacrés.

En sciences physiques et chimiques : L'évaluation porte nécessairement sur des capacités expérimentales. 3 points sur 10 sont consacrés aux questions faisant appel à la compétence « Communiquer ».

³ L'ordre de présentation ne correspond pas à un ordre de mobilisation des compétences. La compétence « Être autonome, Faire preuve d'initiative » est prise en compte au travers de l'ensemble des travaux réalisés. Les appels sont des moments privilégiés pour en apprécier le degré d'acquisition.

⁴ Le professeur peut utiliser toute forme d'annotation lui permettant d'évaluer l'élève (le candidat) par compétences.

DOSSIER DOCUMENTAIRE

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

Document 3.a Un exemple de situation expérimentale

Quel matériau choisir pour l'isolation des murs du logement ?

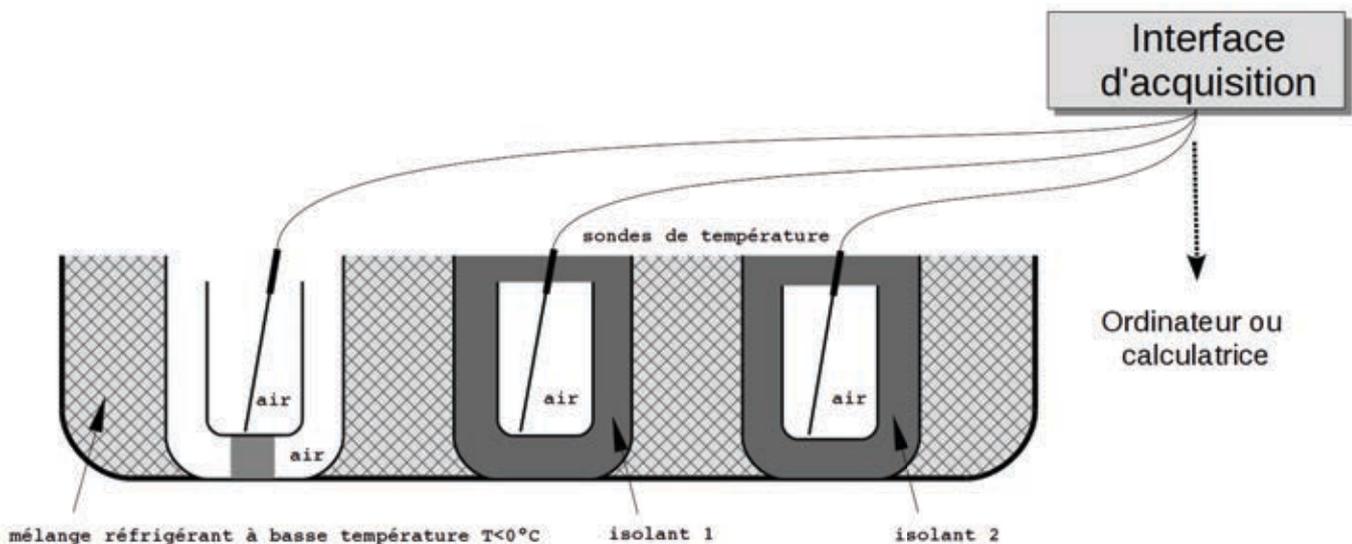
Isolant 1 :

Panneau en laine de roche.
Épaisseur : 40 mm

**Isolant 2 :** Panneau en polystyrène.
Épaisseur : 40 mm

Réaliser le montage expérimental ci-dessous permettant de mesurer l'évolution de la température de l'air contenu dans des récipients non-isolé et isolés.

Lancer l'acquisition pour une durée d'environ 15 minutes avec un enregistrement d'une valeur de température toutes les 10 secondes.



Document 3.b Les pluies acides (Extrait d'un manuel scolaire - Éditions Bertrand-Lacoste)

Les pluies acides, responsables de la corrosion du zinc, métal utilisé pour la réalisation des gouttières, contiennent des ions H_3O^+ (parfois notés H^+_{aq}).

- 1- Déterminer, dans ce type de corrosion du zinc par les ions H_3O^+ , les couples oxydant/réducteur en présence. Nommer dans chaque cas l'oxydant et le réducteur en utilisant la classification électrochimique.
- 2- Écrire la demi-équation électronique d'oxydation du zinc et la demi-équation électronique de réduction des ions H_3O^+ . En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction.
- 3- Proposer un autre métal pour fabriquer les gouttières de façon à ne plus avoir ce phénomène de corrosion.

Pouvoir oxydant croissant ↑	Ag^+		Ag	↓ Pouvoir réducteur croissant
	Cu^{2+}		Cu	
	H^+		H_2	
	Sn^{2+}		Sn	
	Ni^{2+}		Ni	
	Fe^{2+}		Fe	
	Zn^{2+}		Zn	
	Mg^{2+}		Mg	

Document 3.c

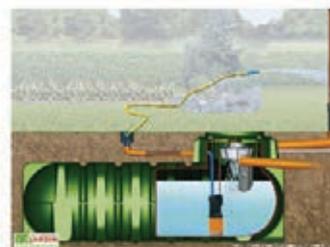
CME5 : Peut-on concilier confort et développement durable ?

Confort dans la Maison et l'Entreprise

Activité 1 : Traitement des eaux de pluie

Objectif : Réaliser un dosage acido-basique pH-métrique.

Situation : Alain a acheté une cuve de récupération d'eau de pluie de 1000 L afin d'arroser son jardin. Le pH de cette eau est trop acide. Dans une revue spécialisée, il est notifié : « Les eaux acides dissolvent les éléments minéraux des sols et endommagent les végétaux ». Une des solutions proposées est la neutralisation de l'eau grâce à la soude caustique.



Quelle sera la quantité de soude à ajouter dans sa cuve pour que l'eau soit utilisable au jardin ?

Alain décide d'abord de donner un échantillon d'eau de pluie à un laboratoire d'analyses biologiques pour en connaître la concentration en acide puis d'acheter la soude nécessaire pour neutraliser toute l'eau de sa cuve.

Document 3.d L'École normale de l'an III. (Vol. 3, Leçons de physique, de chimie)

On se rappelle que les anciens philosophes, quand on leur demandait pourquoi l'eau montait dans les pompes, se tiraient d'affaire, en répondant que la *nature avait horreur du vide* ; ce qui n'était autre chose qu'une manière pompeuse et imposante d'avouer qu'ils n'en savaient rien. Des fontainiers italiens, s'étant avisés de vouloir faire des pompes aspirantes, dont les tuyaux avaient plus de 32 pieds de hauteur, remarquèrent avec surprise que l'eau refusait de s'élever au-dessus de cette limite. Ils demandèrent à Galilée l'explication de ce fait singulier, et l'on prétend que ce philosophe pris au dépourvu, répondit que la nature n'avait horreur du vide que jusqu'à 32 pieds. Torricelli, disciple de Galilée, ayant médité sur le phénomène, conjectura que l'eau s'élevait dans les pompes par la pression de l'air extérieur, et que cette pression n'avait que le degré de force nécessaire pour contrebalancer le poids d'une colonne d'eau de 32 pieds.

Il vérifia cette conjecture par une expérience dont la physique lui a doublement obligation, parce qu'en servant à mettre en évidence une découverte importante, elle nous a procuré le baromètre. Torricelli vit le mercure s'arrêter à 28 pouces dans un tube de verre disposé comme celui de cet instrument ; et la hauteur dont il s'agit étant à celle de 32 pieds dans le rapport inverse des densités de l'eau et du mercure, il en conclut que le phénomène appartenait à la statique, et que c'était réellement, comme il l'avait deviné, la pression de l'air qui déterminait l'eau ou le mercure à s'élever jusqu'à ce qu'il y eût équilibre.

Document 3.e Exemple de situation d'évaluation

Situation d'évaluation

Nom :

Prénom :

Classe : T ELEEC

Tri des déchets plastiques sur un chantier

Présentation du contexte de l'expérimentation

À la fin d'un chantier, les ouvriers veulent se débarrasser des déchets en les brûlant. Parmi ces déchets, on trouve des chevilles plastiques, des morceaux de prises électriques et des chutes de tuyaux de canalisations.

Le brûlage sauvage des déchets des entreprises constitue une infraction à l'article L.541-22 du Code de l'Environnement.

L'incinération de certains déchets dégage des substances toxiques et cancérigènes qui sont disséminées dans l'air, notamment les gaz issus de l'incinération de certains déchets de matières plastiques. Ces substances présentent des risques pour la santé et sont également, entre autres, responsables des pluies acides¹ qui dégradent l'environnement.



Source : www.empreintepositive.org/

Pour diminuer l'impact environnemental, on procède généralement au tri et au recyclage de certains déchets. Concernant les matières plastiques, seules les matières thermoplastiques peuvent être recyclées par fusion et moulage. C'est par exemple le cas du PVC. Les matières plastiques thermodurcissables, ne se ramollissant pas sous l'effet de la chaleur, sont réduites en copeaux puis incinérées ou utilisées comme matériau de remblai.

L'étude porte sur trois échantillons de matières plastiques :

Échantillon 1 : chevilles plastiques **Échantillon 2** : prises électriques **Échantillon 3** : canalisations

Problématique A Certains déchets du chantier sont-ils recyclables ?

A.1 Indiquer en quoi l'incinération de matières plastiques est dangereuse. Justifier la réponse à l'aide d'une phrase.

.....
.....
.....

A.2 Indiquer le test à réaliser afin d'identifier, parmi ces échantillons, les matériaux recyclables.

Test n°

Préparer le matériel nécessaire à la réalisation du test choisi afin de pouvoir le réaliser devant l'examineur.



Appel N° 1

Appeler l'examineur afin de présenter et de justifier oralement la démarche choisie et de réaliser le test d'identification en sa présence.

A.4 Indiquer, en cochant la case correspondante, le(s) échantillon(s) recyclable(s).

- Échantillon 1** : chevilles plastiques
- Échantillon 2** : prises électriques
- Échantillon 3** : canalisations

Problématique B Un de ces échantillons est-il en PVC ?

B.1 Indiquer le test à réaliser afin d'identifier, parmi les échantillons recyclables, le matériau en PVC.

Test n°

B.2 Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer le matériau en PVC

Schéma du dispositif

Description du protocole

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Appel N° 2 :
Appeler l'examineur afin de présenter et de justifier oralement la proposition de protocole expérimental.

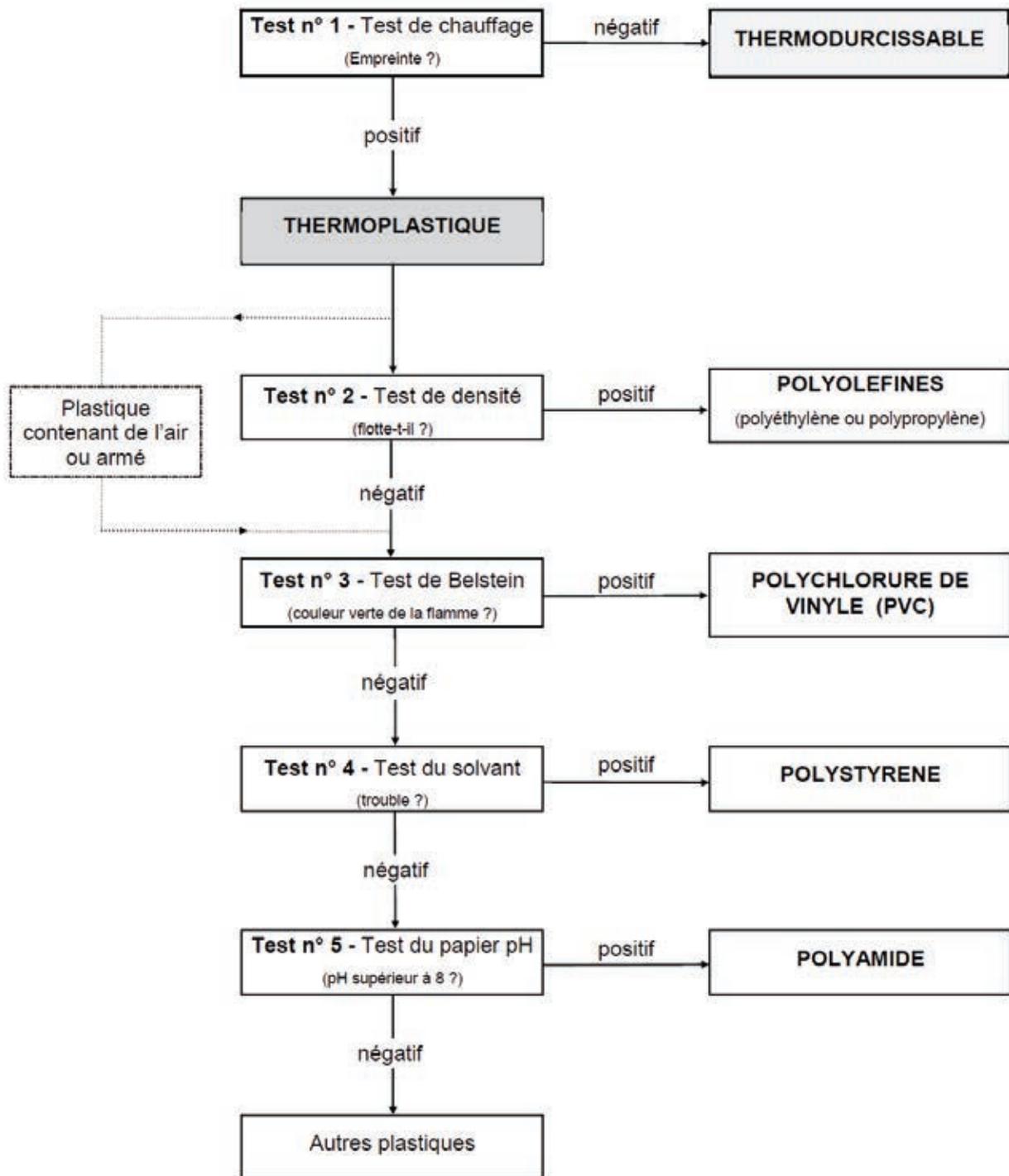
B.3 Réaliser le test d'identification.

B.4 L'échantillon en PVC est l'échantillon n°

Justifier la réponse.

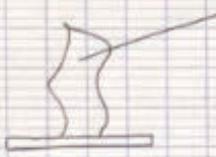
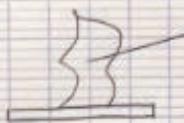
.....
.....

Organigramme des tests d'identification des matières plastiques



Document 3.g Exemple de situation d'évaluation - Production d'élève

TEST DE BEUSTEIN :

- Matériel :
 - Syst de chauffage (avec Eco flam)
 - Fil en cuivre
 - Echantillon plastique
- Expérience :
 -  on chauffe le fil très fort
 -  on met du plastique sur le fil
 -  on regarde la couleur de la flamme.

TRAVAIL À RÉALISER PAR LE CANDIDAT

Pour l'ensemble du sujet :

- le document 1.a fournit des données et références physico-chimiques utiles à la résolution de certaines questions ;
- les documents de la collection 2 du dossier documentaire apportent des éclairages quant aux textes réglementaires.

Ces documents ne feront l'objet d'aucune référence explicite dans le sujet. Il est attendu du candidat qu'il s'y réfère régulièrement et qu'il y fasse référence, si besoin est, dans ses réponses.

Partie A Isolation et chauffage avant rénovation

Pour cette partie, le document 1.b apporte des informations utiles à la résolution de certaines questions.

A.1 Transferts de chaleur

- A.1.1 Citer les noms des trois modes de transferts de la chaleur.
- A.1.2 Rappeler les valeurs limites de longueur d'onde du domaine des infrarouges (IR).
- A.1.3 Expliquer succinctement, d'après la loi de Wien, le principe de la thermographie infrarouge.
- A.1.4 En choisissant un codage explicite, indiquer sur le document-réponse 1, un exemple de partie du logement bien isolée, un exemple de partie du logement mal isolée. Justifier la réponse.

A.2 Chauffage du séjour

- A.2.1 Soit Φ le flux de chaleur sortant de cette pièce. Soit ΔT la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur ($\Delta T = T_{\text{intérieur}} - T_{\text{extérieur}}$). Après avoir rappelé la relation entre ΔT , R_g et Φ , calculer numériquement Φ .
- A.2.2 En déduire, sans calcul mais en justifiant la réponse, la puissance électrique délivrée par les quatre convecteurs. Indiquer s'ils fonctionnent à plein régime.
- A.2.3 Déterminer l'intensité efficace du courant circulant dans le circuit dédié au chauffage du séjour.
- A.2.4 En déduire l'intensité efficace du courant traversant chaque convecteur, supposé purement résistif, en faisant une hypothèse sur leur fonctionnement (valeur arrondie à l'unité).

A.3 Modélisation du chauffage

Dans le cadre du traitement de la partie 2 du module CME 4 du programme, le professeur de mathématiques physique-chimie souhaite proposer une activité expérimentale permettant de modéliser le système actuel de chauffage du séjour et de vérifier, notamment en termes de puissance électrique, les éléments traités dans la partie A.2.

- A.3.1 Indiquer les capacités et connaissances du programme abordées lors de cette activité.
- A.3.2 Proposer une liste de matériel en indiquant, le cas échéant, les caractéristiques des dipôles utilisés et les conditions expérimentales envisagées, notamment au sein du générateur.
- A.3.3 Présenter sous forme de schéma, le montage expérimental attendu, en y intégrant les appareils de mesure.
- A.3.4 Préciser, en termes de puissance électrique, les mesures attendues au regard des conditions expérimentales proposées en A.3.2.

A.4 Isolation initiale du séjour

- A.4.1 Calculer la résistance thermique R_f équivalente des deux fenêtres.
- A.4.2 Comparer la valeur de R_f à la résistance thermique globale de la pièce R_g .
- A.4.3 Montrer, en raisonnant sur les flux de chaleur, qu'on obtient la relation $\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_m}$ où R_m est la résistance thermique des murs, si on néglige les pertes d'énergie par le plancher, le plafond, etc.
- A.4.4 En déduire la valeur de R_m et conclure sur l'isolation prioritaire à entreprendre pour cette pièce.
- A.4.5 Indiquer si l'hypothèse de pertes d'énergie négligées dans le A.4.3 modifie la conclusion du A.4.4.

Partie B Amélioration de l'isolation

Après plusieurs prospections, des doubles vitrages standard ont été choisis tels que décrits dans le document 1.c. Les surfaces vitrées restent de dimensions identiques aux précédentes.

B.1 Changement des fenêtres

- B.1.1 En raisonnant sur le flux de chaleur transféré par les fenêtres, montrer qualitativement que la résistance de celles-ci augmente avec un double vitrage.
- B.1.2 Calculer la résistance thermique R_f' équivalente des deux nouvelles fenêtres.

B.2 Choix du matériau d'isolation mural

Concernant le matériau d'isolation mural, compte tenu de contraintes architecturales, le choix se porte sur une épaisseur de 40 mm de laine de roche ou de polystyrène expansé. Ce matériau sera associé à une plaque de plâtre d'épaisseur 10 mm.

Dans le cadre du traitement de la partie 1 du module du programme CME 5, le professeur de mathématiques physique-chimie propose une activité expérimentale permettant de faire un choix entre ces deux matériaux (document 3.a).

- B.2.1 Lors de l'introduction de la séance, à la question « Qu'est-ce qu'un bon isolant ? », un élève répond : « Un isolant, ça garde la chaleur ! ». Commenter cette conception en argumentant quant à son exactitude.
- B.2.2 Justifier le choix du professeur quant à l'usage de l'ExAO lors de cette activité expérimentale.
- B.2.3 Proposer un protocole détaillé permettant de guider les élèves pour réaliser le « mélange réfrigérant » nécessaire à l'expérimentation proposée.
- B.2.4 On appelle C la capacité thermique globale du bécher rempli d'air (exprimée en $J.K^{-1}$), R sa résistance thermique, T_i sa température initiale et T_a la température du mélange réfrigérant. En raisonnant sur un flux de chaleur instantané $\Phi(t)$, démontrer que l'évolution de la température T du bécher à l'instant t suit une décroissance exponentielle : $T = T_a + (T_i - T_a) e^{-t/(RC)}$.
- B.2.5 Vérifier dans cette expression la valeur de T à $t = 0$ et déterminer la valeur théorique de t pour obtenir $T = T_a$. Commenter cette valeur et donner une valeur caractéristique plus pratique.
- B.2.6 Indiquer ce qu'il faut modifier dans la formule du B.2.4 si le bécher est maintenant isolé. Montrer sans calcul, à partir de cette formule, que le refroidissement sera ralenti.
- B.2.7 Les résultats partiels de cette expérimentation sont présentés dans le document-réponse 3. Compléter ce document-réponse 3 en associant l'isolant 1 ou 2 considéré à la courbe correspondante. Tracer sur cette annexe l'allure de la courbe correspondant au bécher non isolé. Justifier les réponses.

- B.2.8 En déduire le matériau qu'il convient de choisir pour l'isolation du logement. Justifier la réponse.
- B.2.9 Une fois l'isolation réalisée, et tenant compte d'inévitables ponts thermiques ou autres transferts indésirables, la résistance thermique du séjour est désormais $9.10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$. Déterminer la puissance nécessaire totale des convecteurs pour maintenir la température à 19°C . Commenter le résultat.
- B.2.10 Expliciter l'expression « ponts thermiques » employée au B.2.9 en quelques mots accompagnés, si nécessaire, d'un schéma explicite.

B.3 Une conséquence indirecte de l'isolation thermique : l'isolation acoustique

Le logement donnant sur une rue recevant un trafic routier important, le professeur de mathématiques physique-chimie décide d'utiliser cette situation pour aborder le module CME 3 du programme.

Le document 1.d propose une représentation du spectre des niveaux acoustiques en fonction des gammes de fréquences émises. Ainsi, les poids lourds ont des émissions sonores dans les basses valeurs du spectre, avec un niveau acoustique plus élevé. Un poids lourd a une émission sonore d'intensité maximale autour de 125 Hz, une voiture autour de 1 000 Hz.

- B.3.1 Expliquer la différence entre son et bruit, telle qu'elle pourrait être donnée en classe.
- B.3.2 Rappeler la relation entre intensité sonore I et niveau d'intensité acoustique en décibels L_{dB} . On rappelle que l'intensité sonore de référence (minimum audible) est $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.
- B.3.3 On suppose le croisement, devant le logement, de deux poids lourds. Déterminer le niveau acoustique relevé.
- B.3.4 Procéder au même calcul dans le cas du croisement, dans les mêmes conditions, d'un poids lourd et d'une voiture particulière.
- B.3.5 En réalité, les niveaux sonores mesurés dans la maison sont inférieurs à ces valeurs. Citer deux raisons à cette différence.
- B.3.6 Après changement des fenêtres dans le séjour et avant l'application sur les murs de l'isolation thermique, le niveau d'intensité acoustique mesuré au sonomètre est en moyenne de 38 dB pour des fréquences sonores de 800 Hz.

Proposer une activité permettant d'évaluer expérimentalement l'atténuation du niveau d'intensité acoustique attendue avec le matériau choisi en B.2.8 (les conditions expérimentales seront précisées et le protocole expérimental sera accompagné d'un schéma légendé).

Partie C La qualité de l'air intérieur dans la cuisine

On rappelle que la température de l'air dans la cuisine est de 19°C , le volume de la pièce étant d'environ 30 m^3 .

C.1 Étude de la situation, avant rénovation : absence de ventilation

- C.1.1 Rappeler le nom des trois constituants principaux de l'air sec, en précisant leurs pourcentages approximatifs, et écrire leurs formules de Lewis.
- C.1.2 Écrire les configurations électroniques (couches et sous-couches) des atomes rencontrés dans ces constituants.
- C.1.3 En assimilant l'air sec à un gaz parfait, montrer que, à pression constante, sa masse volumique ρ est reliée à sa température T par la relation $\rho T = \rho_0 T_0$, ρ_0 et T_0 étant les valeurs à 0°C .
- C.1.4 En déduire la valeur de la masse volumique de l'air sec à 19°C .
- C.1.5 En supposant que le taux d'humidité relative est de 60 %, placer, sur le diagramme du document-réponse 2, le point P_0 correspondant.

- C.1.6 Considérant qu'une cuisson génère 200 g de vapeur d'eau, déterminer la masse d'eau par m³ d'air ainsi rajoutée. Placer en conséquence le point P₁ correspondant à cette nouvelle situation et proposer une analyse du résultat en termes de confort, en référence au document 1.e.
- C.1.7 La cuisson continuant, 200 g supplémentaires de vapeur d'eau sont dégagés. Placer le point P₂ correspondant en commentant les phénomènes qui seront observés.

C.2 Vers une aération contrôlée

Un moyen de résoudre les problèmes rencontrés plus haut est de renouveler régulièrement l'air, notamment par l'installation d'une ventilation mécaniquement contrôlée (VMC) dont la fonction est d'extraire l'air humide de la pièce, à un certain débit (document 1.f).

- C.2.1 En appelant d le débit de la VMC, S la surface du piquage, c'est à dire de l'embouchure installée dans le plafond, montrer que la vitesse de l'air à l'entrée du piquage s'exprime par : $V_{\text{air}} = d/S$.
- C.2.2 Vérifier que V_{air} pour le régime de petite vitesse de la VMC est approximativement 1 m.s^{-1} .
- C.2.3 Écrire l'équation de Bernoulli pour le cas de l'écoulement de l'air en rappelant les conditions d'application de cette relation.
- C.2.4 Faire les simplifications dans celle-ci en supposant l'absence de dénivelé entre la VMC et la bouche d'extraction et la quasi immobilité de l'air dans la pièce, loin de l'embouchure. On assimilera également la masse volumique de l'air humide à celle de l'air sec.
- C.2.5 En déduire la dépression en pascals au niveau de l'embouchure.
- C.2.6 Un élève sur le chantier veut tester l'efficacité de l'aspiration et approche une feuille de papier devant l'embouchure. La feuille reste plaquée à l'embouchure.
Faire un schéma en faisant le bilan des forces qui s'exercent sur la feuille.
- C.2.7 Déterminer la masse maximale de la feuille qui pourra être plaquée à l'embouchure.
- C.2.8 L'air ainsi rejeté est remplacé par de l'air extérieur, provenant d'ouvertures dans les huisseries et d'écartes sous les portes intérieures de la maison.
Déterminer la quantité d'énergie nécessaire pour porter 45 m³ d'air extérieur de 0°C à 19 °C.
- C.2.9 Comparer cette énergie à celle nécessaire au chauffage de la pièce et conclure sur les intérêts et limites d'une VMC.

Partie D La récupération des eaux de pluie

D.1 Phénomène de corrosion

La toiture du garage du logement est en tôle ondulée en acier galvanisé. Datant de plusieurs décennies, cette toiture est en mauvais état et devra être changée. L'étude consiste ici à comparer les caractéristiques redox des métaux pour comprendre le mauvais état de la toiture.

- D.1.1 Un exercice (document 3.b) est proposé aux élèves. Indiquer la grandeur physique permettant de classer les couples redox.
- D.1.2 Proposer une correction de cet exercice telle qu'elle serait présentée aux élèves.
- D.1.3 Expliquer ce que les élèves doivent retenir de la réponse à la question : « Qu'est-ce qu'une pluie acide ? ».
- D.1.4 En dehors de la pollution atmosphérique, une eau de pluie a un pH inférieur à 7 (en général entre 5 et 6). Ce caractère acide provient naturellement du dioxyde de carbone présent dans l'air.
Écrire l'équation de l'action du CO₂ sur l'eau expliquant ce caractère acide.

D.2 Étude de l'eau de pluie

On a récupéré de l'eau de pluie à proximité de ce logement, dans l'enceinte du lycée. Une activité expérimentale, proposée aux élèves, consiste à étudier cette eau. Une mesure du pH indique 4.

- D.2.1 Indiquer s'il y a eu un phénomène de pluie acide. Justifier la réponse.
- D.2.2 Un dosage acido-basique de cette eau de pluie doit être réalisé par les élèves. Présenter un schéma complet et annoté de ce dosage.
- D.2.3 Préciser, en fonction du protocole choisi, la façon de repérer l'équivalence du dosage.
- D.2.4 On utilise 100 mL d'eau de pluie. Calculer le volume équivalent V_e pour une solution titrante d'hydroxyde de sodium de concentration $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$.
- D.2.5 Critiquer, au regard du résultat précédent, les conditions expérimentales du dosage. Proposer au besoin des améliorations.
- D.2.6 Une situation pédagogique est présentée dans le document 3.c. Calculer la masse de soude nécessaire à cette neutralisation, en supposant le pH de l'eau de pluie toujours égal à 4.
- D.2.7 Dans le cas d'une pluie acide due à l'acide nitrique, indiquer le nom des espèces chimiques présentes dans le réservoir à la fin de cette opération.

Partie E Utilisation des eaux de pluie récupérées

L'établissement désire utiliser l'eau de pluie, stockée dans une citerne enterrée, à différentes fins : arrosages, nettoyages des murs et sols extérieurs... L'installation d'une pompe aspirante est envisagée. Pour cette partie, les documents 1.g et 3.d apportent des informations utiles à la résolution de certaines questions.

E.1 Étude mécanique

- E.1.1 Expliquer pourquoi une pompe aspirante ne peut pas aspirer de l'eau sur un dénivelé supérieur à environ 10 mètres.
- E.1.2 Exposer en quoi la construction du savoir scientifique procède par problèmes à résoudre. Faire le lien avec les situations d'enseignement.
- E.1.3 Donner deux raisons qui justifieraient la non-utilisation du document 3.d en classe.
- E.1.4 Déterminer l'énergie nécessaire pour remonter de la citerne une masse m d'eau d'une hauteur H . En déduire l'expression de cette énergie en fonction de g , de H , du débit volumique d de l'eau, de sa masse volumique ρ et du temps de fonctionnement t .
- E.1.5 En déduire que la puissance mécanique correspondante P_{mec} s'exprime par $P_{\text{mec}} = d \rho g H$.
- E.1.6 À l'aide du document 1.g, calculer la valeur numérique de P_{mec} .
- E.1.7 La donnée de puissance fournie par le constructeur dans le document 1.g est celle de la consommation électrique. En déduire le rendement de la pompe. Indiquer ce qui a été négligé dans les questions précédentes, expliquant ce faible rendement.

E.2 Étude électrique

Ce moteur est électrique et peut être assimilé en première approche à une inductance associée en série à une résistance électrique. Le facteur de puissance ($\cos \varphi$) de ce moteur est de 0,80. Il est branché sur le secteur ERDF.

- E.2.1 En déduire la puissance réactive et la puissance apparente de cette installation, en utilisant les unités usuelles adaptées. Vérifier les résultats en utilisant le principe du triangle des puissances.
- E.2.2 Déterminer l'intensité du courant, en valeur efficace, de cette installation de pompage.

E.3 Modélisation expérimentale

On utilise en classe un petit moteur électrique, alimenté par un générateur de basses fréquences (signal sinusoïdal, 12 V efficace, 50 Hz). L'oscillogramme, en document-réponse 4, a permis d'enregistrer la tension $u(t)$, aux bornes du GBF, et la tension $v(t)$, aux bornes du moteur et proportionnelle à $i(t)$.

- E.3.1 Vérifier, en référence à l'oscillogramme, que la fréquence est bien de 50 Hz, et légender le document-réponse 4 afin d'identifier $u(t)$ et $v(t)$. Justifier les réponses.
- E.3.2 Montrer qu'une valeur du facteur de puissance de 0,80 est compatible avec l'oscillogramme, en particulier en faisant apparaître un tracé sur le document-réponse 4 pour expliquer la mesure.

Partie F Fin de chantier – Tri des matières plastiques

Sur le chantier (document 3.e), différents déchets sont récupérés, notamment des matières plastiques non identifiées. Le professeur de mathématiques physique-chimie propose à ses élèves de faire un tri de ces matières plastiques dans le cadre du traitement de la partie 4 du module CME 5 « Les matières plastiques peuvent-elles être recyclées ? ».

F.1 Un exemple de polymère : le polystyrène

- F.1.1 Définir le terme « polymère ».
- F.1.2 Le styrène est un composé organique aromatique de formule brute C_8H_8 . Définir, du point de vue de la terminologie chimique, l'adjectif « aromatique ».
- F.1.3 En déduire l'écriture de la formule du polystyrène.
- F.1.4 La masse molaire du polystyrène étant de $155 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$, calculer le degré de polymérisation du styrène.
- F.1.5 En référence au document 1.h, où il est précisé comment l'expansion du polystyrène est réalisée, préciser à quelle famille appartient le pentane et donner sa formule brute.
- F.1.6 Ecrire les formules semi-développées de ses isomères en les nommant au regard de la nomenclature UICPA.

F.2 Étude d'une situation d'évaluation

À l'issue du traitement de la partie du module CME 5 « Les matières plastiques peuvent-elles être recyclées ? », le professeur de mathématiques physique-chimie propose une situation d'évaluation (document 3.e), les élèves disposant en ressource du document 3.f.

- F.2.1 Indiquer ce qui caractérise un thermodurcissable d'un thermoplastique.
- F.2.2 Proposer, en prenant appui notamment sur la réaction chimique associée, une argumentation permettant de justifier les dangers pour l'environnement et la santé du « brûlage » du PVC.
- F.2.3 Indiquer les réponses attendues aux questions A.2 et B.1 de la situation d'évaluation.
- F.2.4 Le document-réponse 5 présente une version incomplète de la grille d'évaluation associée à la situation proposée par le professeur. Compléter la colonne « Questions » de cette grille :
 - en positionnant la question A.1 au regard d'une ou plusieurs compétences ;
 - en indiquant les questions permettant d'évaluer la compétence Analyser-Raisonner.
- F.2.5 En référence aux capacités du programme, indiquer en quoi la question B2 de cette situation d'évaluation est lacunaire et proposer un aménagement du sujet permettant d'y remédier.
- F.2.6 Un élève propose pour cette question B.2 du sujet désormais aménagé le protocole expérimental présenté dans le document 3.g. Analyser cette production au regard des attendus de l'évaluation.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Documents-réponses à rendre avec la copie

Document réponse 1



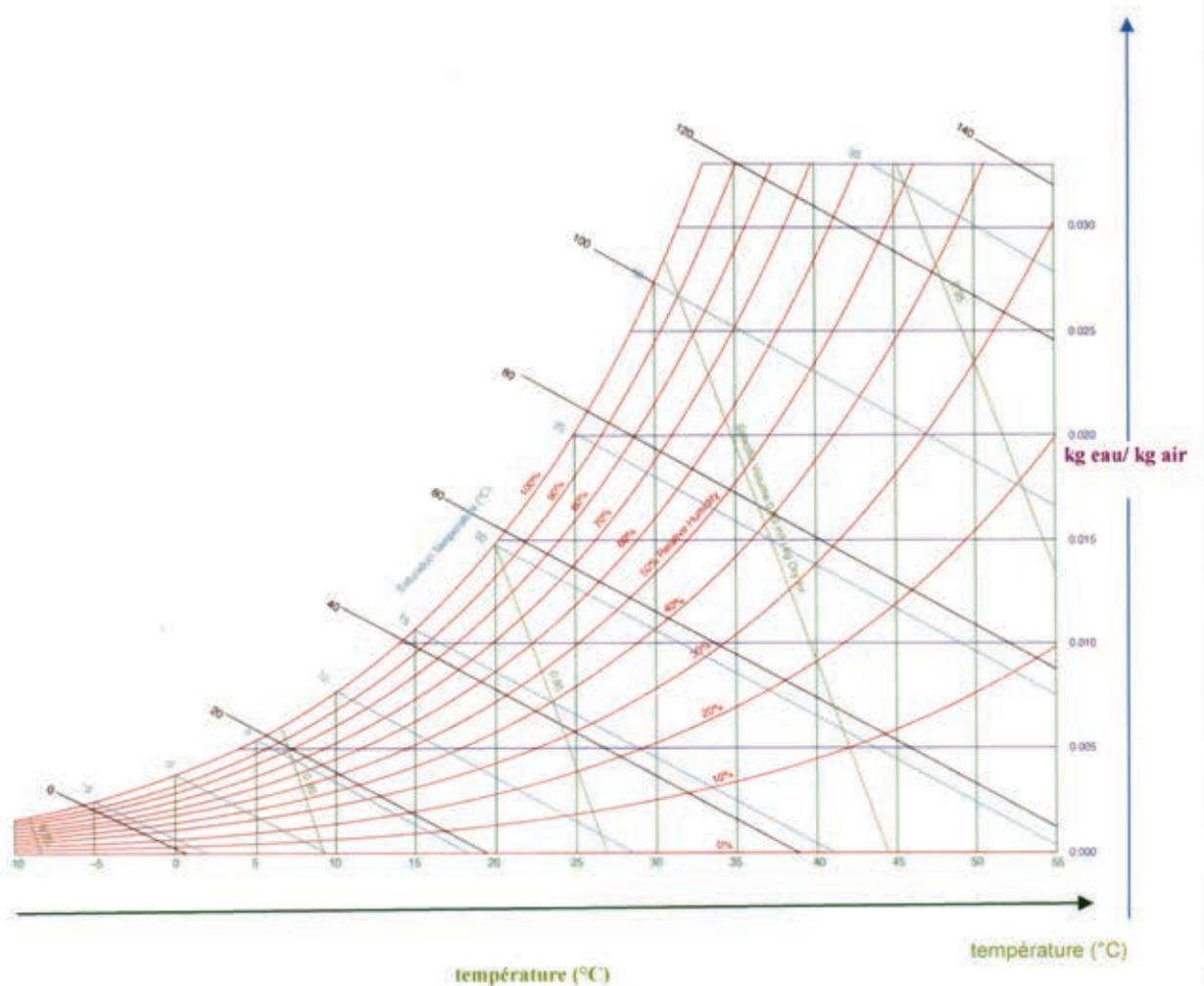
La thermographie infrarouge, ci-contre, illustre, en termes d'isolation thermique, la situation initiale du logement (température extérieure 0 °C, température des pièces du logement stabilisée à 19 °C en régime permanent), toutes ouvertures fermées. La flèche indique le sens de variation de la température selon les couleurs (dites fausses).

Température

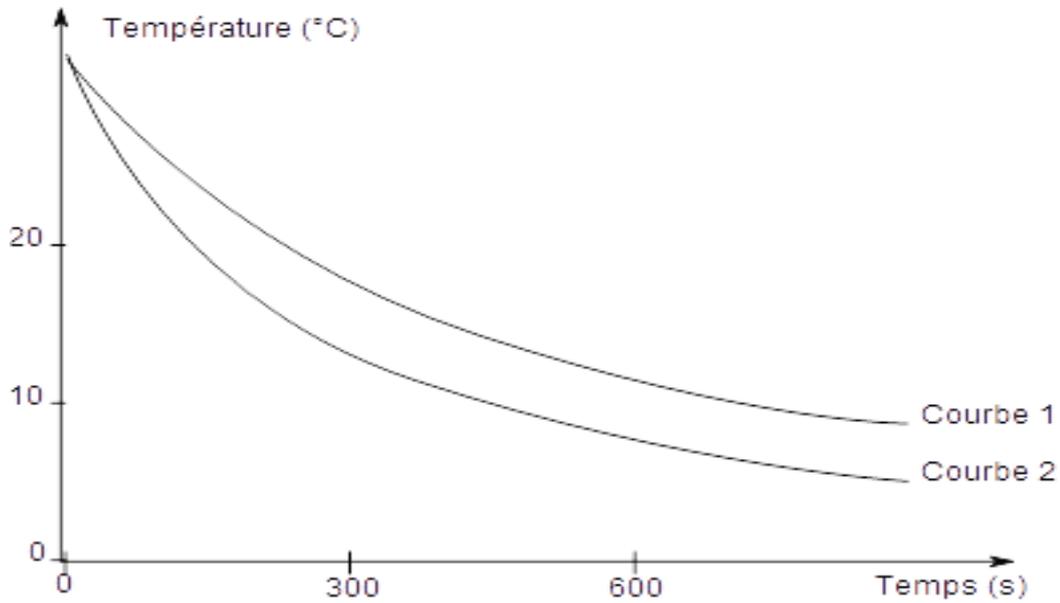
Codage choisi pour une partie bien isolée :

Codage choisi pour une partie mal isolée :

Document réponse 2

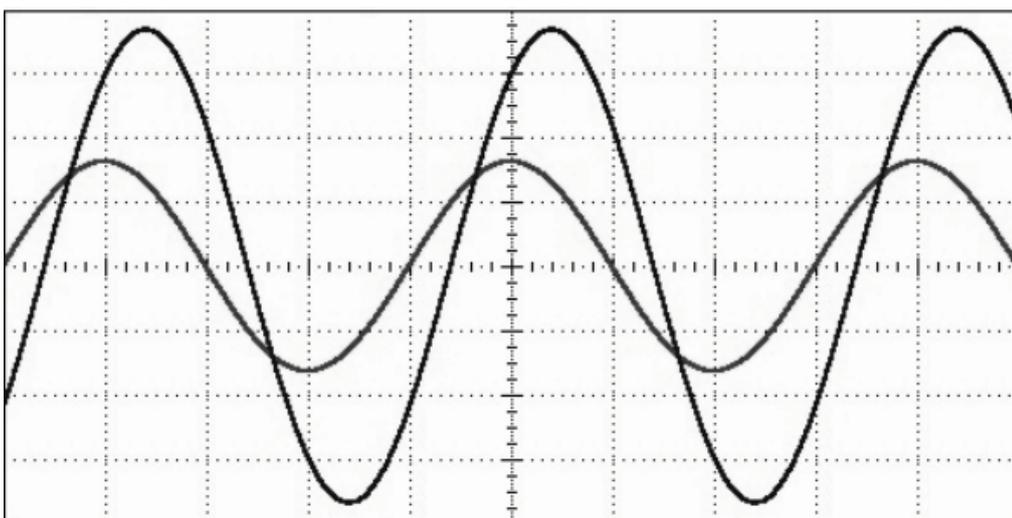


Document réponse 3



- Récipient avec l'isolant 1 : Courbe n°.....
- Récipient avec l'isolant 2 : Courbe n°.....

Document réponse 4



Voie 2 : 0,2V/div

Voie 1 : 5 V/div

Balayage : 5 ms/div

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Document réponse 5

GRILLE D'ÉVALUATION Sujet : Tri des déchets plastiques sur un chantier

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

1. Liste des capacités, connaissances et attitudes évaluées

Capacités	Identifier expérimentalement différentes matières plastiques, à partir d'échantillons et d'un protocole d'identification Reconnaître les matières plastiques recyclables
Connaissances	Connaître les principales familles de matières plastiques
Attitudes	Le sens de l'observation, l'ouverture à la communication, au dialogue et au débat argumenté, le respect des règles élémentaires de sécurité.

2. Évaluation

Compétences	Capacités	Questions	Notation
S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information.	A.2 B.1	/ 7
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.	A.3 B.3	
Valider	Contrôler la vraisemblance d'une conjecture, d'une hypothèse. Critiquer un résultat, argumenter.	A.4 B.4	
Communiquer	Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit.	A.2 B.2 B.4	/ 3
			/ 10