16PYSCOPO1

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2016

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6

**L'usage des calculatrices est autorisé,
conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999.**

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

16PYSCOPO1

EXERCICE I : L'ALANINE EN INFRAROUGE (7 points)

L'alanine, acide aminé créé dans les cellules musculaires, a été isolée dès 1879. Actuellement, elle peut être synthétisée et utilisée dans la fabrication de produits pharmaceutiques. Les spectroscopies IR et RMN s'avèrent alors des techniques privilégiées pour analyser les produits obtenus.

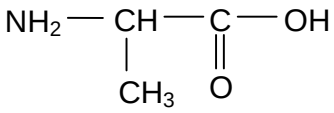
Données :

Masses molaires atomiques : $M(C) = 12$ g.mol^{-1} ; $M(H) = 1$ g.mol^{-1} ; $M(Br) = 80$ g.mol^{-1} ; $M(N) = 14$ g.mol^{-1} ; $M(O) = 16$ g.mol^{-1}

Bandes d'absorption IR de quelques liaisons :

Liaison	Nombres d'onde (cm^{-1})
C-H	2850 - 3020
C=O (aldéhyde)	1720 - 1740
C=O (acide carboxylique)	1700 - 1720
C=O (ester)	1735 - 1750
C=O (acide aminé)	1590 - 1600
O-H (acide carboxylique)	2500 – 3300 (bande large)
O-H (alcool)	3200 - 3550
N-H (amine)	3250 - 3400
N-H (acide aminé)	2600 - 3100

1. L'alanine

La formule semi-développée de l'alanine est : 

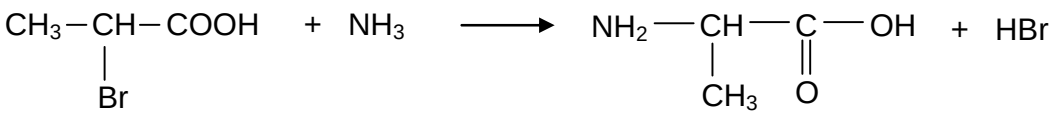
1.1. Molécule d'alanine.

1.1.1. Justifier que le nom donné à l'alanine en nomenclature officielle est l'acide 2-aminopropanoïque.

1.1.2. Pourquoi l'alanine présente-t-elle des stéréoisomères ?
Donner leur représentation de Cram et préciser le type de relation de stéréoisomérie qui les lie.

1.2. Synthèse de l'alanine.

L'une des voies de synthèse de l'alanine consiste à faire réagir l'ammoniac avec l'acide 2-bromopropanoïque. Le bilan de la synthèse peut être modélisé par la réaction chimique d'équation :



1.2.1. Déterminer la catégorie de cette réaction.

1.2.2. Dans les conditions opératoires choisies pour la synthèse, le rendement est de 80 %, l'ammoniac, réactif le moins onéreux, étant mis en excès.
Quelle masse d'acide 2-bromopropanoïque faut-il utiliser pour synthétiser 1,0 kg d'alanine ?

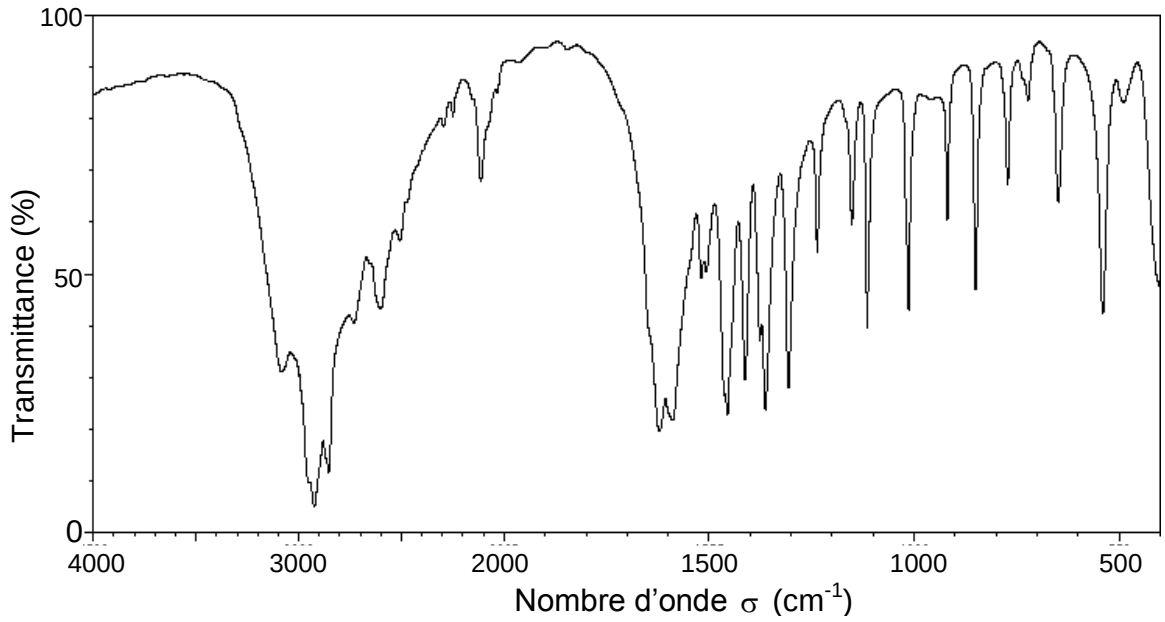
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

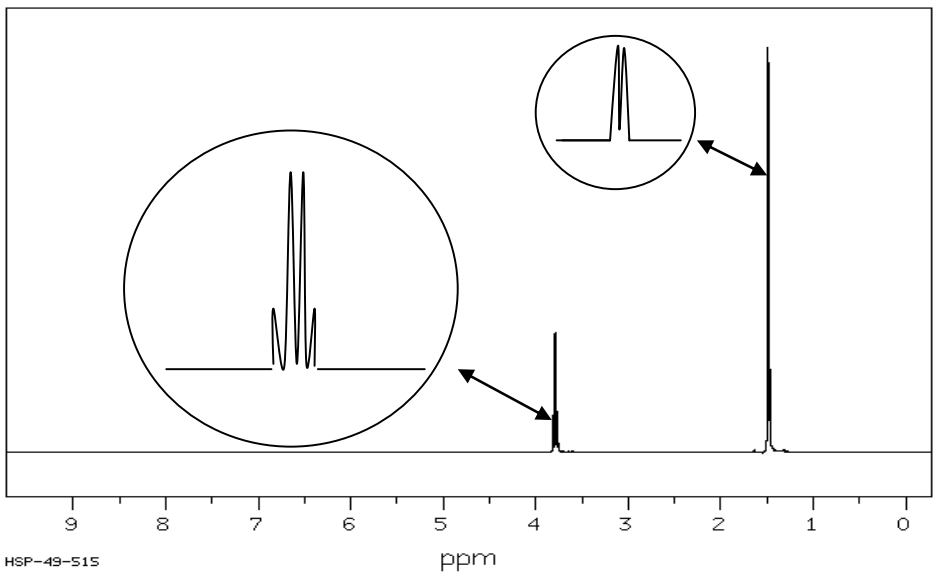
1.3. Spectres IR et RMN du proton de l'alanine.
On dispose des spectres IR et RMN du proton de deux composés dont l'un des deux est l'alanine. Identifier les spectres correspondant à l'alanine. Justifier.

Composé A

Spectre IR



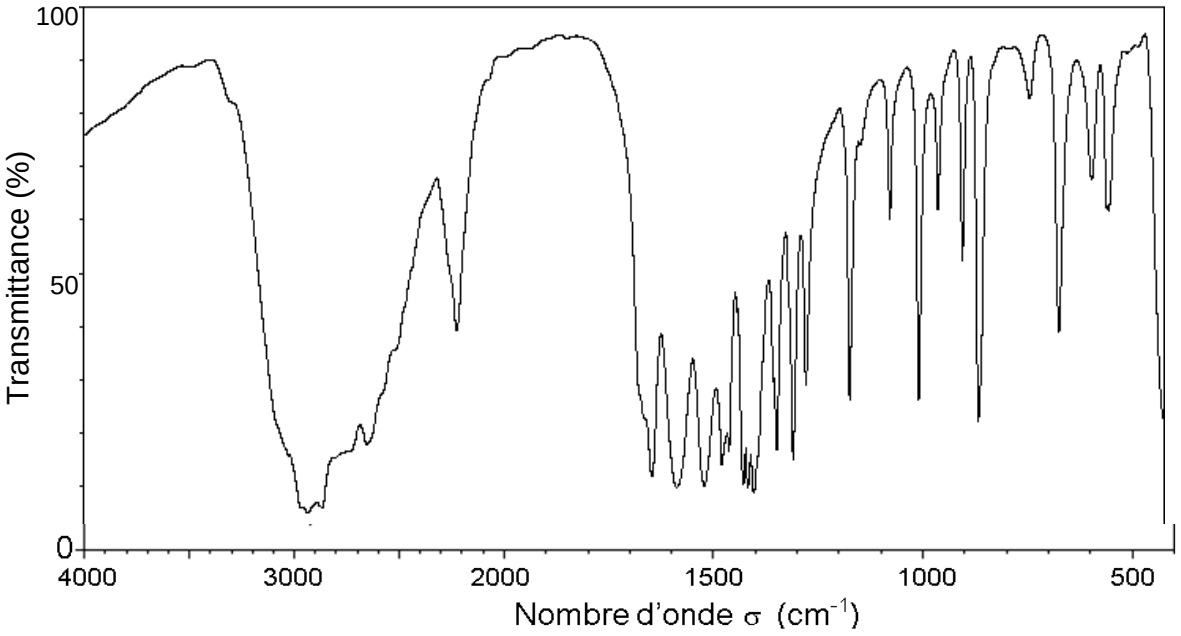
Spectre RMN (obtenu dans des conditions permettant d'éliminer les signaux relatifs à N-H et à O-H)



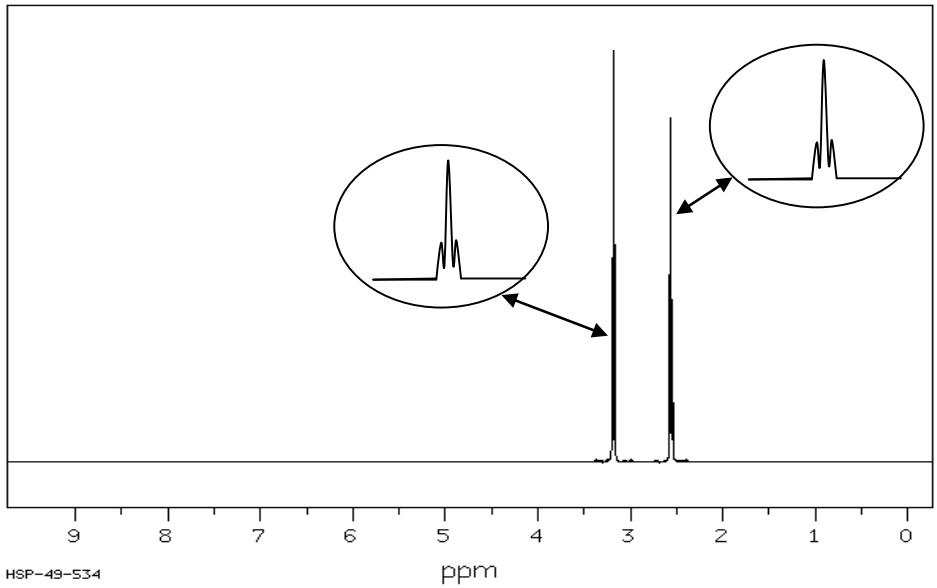
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Composé B

Spectre IR



Spectre RMN (obtenu dans des conditions permettant d'éliminer les signaux relatifs à N-H et à O-H)



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

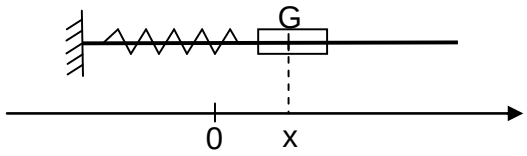
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Spectroscopie infrarouge

Les techniques de spectroscopie reposent sur l'interaction entre un rayonnement électromagnétique et la matière. L'absorption de certaines radiations infrarouges par une molécule organique provoque des vibrations moléculaires.
On s'intéresse aux vibrations d'élongation qui correspondent à une modification périodique de la distance entre deux atomes liés. Elles peuvent être étudiées en modélisant une liaison covalente par un oscillateur mécanique.

2.1 Exemple d'oscillateur mécanique.

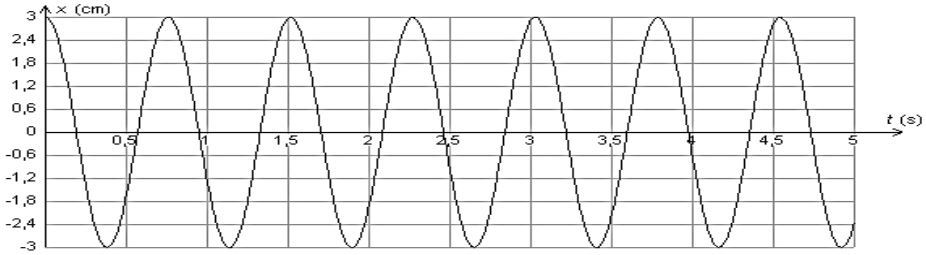
Un solide de masse m pouvant glisser sans frottement sur une tige horizontale et accroché à un ressort de raideur *k* comme l'indique la figure ci-dessous, constitue un exemple oscillateur mécanique.
La position du solide est repérée sur l'axe Ox par l'abscisse de son centre d'inertie G.



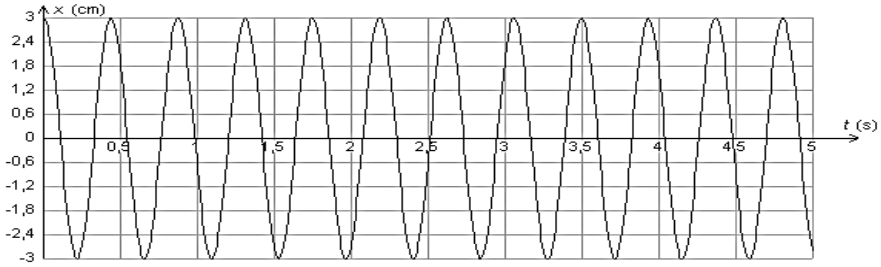
On réalise trois expériences pour étudier l'influence de différents paramètres sur les oscillations. Le solide est écarté de sa position d'équilibre, repérée par l'abscisse $x = 0$, de façon à étirer le ressort, puis est lâché sans vitesse initiale.

L'évolution de la position x en fonction du temps est représentée ci-après pour chaque expérience.

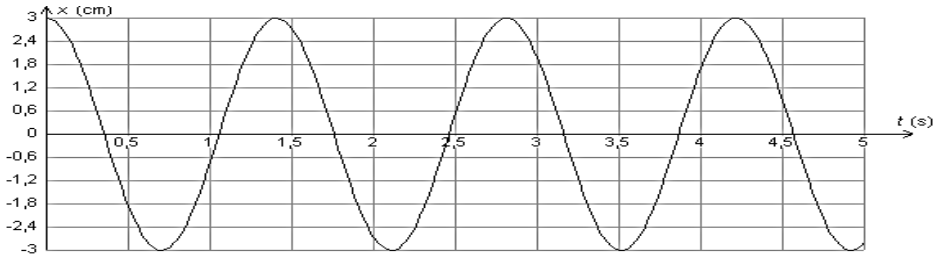
Courbe 1 : $m = 145$ g ; $k = 10$ N.m^{-1}



Courbe 2 : $m = 145$ g ; $k = 30$ N.m^{-1}



Courbe 3 : m = 500 g ; k = 10 N.m^{-1}



Discuter, d'après les courbes 1 à 3, de l'influence de la masse m du solide et de la constante de raideur k du ressort sur les oscillations.

2.2 Vibration d'une liaison covalente.

La vibration de la liaison de covalence liant deux atomes A et B de masses respectives m_A et m_B est due à l'absorption d'une radiation électromagnétique dont le nombre d'onde σ s'exprime par la relation :

$$\sigma = \frac{1}{2\pi c}\sqrt{\frac{\alpha}{\mu}} \text{ (loi de Hooke)}$$

avec

- $\mu = \frac{m_A m_B}{m_A + m_B}$, masse réduite du système des deux atomes A et B calculée à partir des masses atomiques respectives m_A et m_B des atomes A et B et exprimée en g ;
- α : constante de force de la liaison exprimée en g.s^{-2} ;
- c : célérité de la lumière dans le vide en cm.s^{-1}, égale à 3,00 $\times$ 10^{10} cm.s^{-1} ;
- σ : nombre d'onde de la radiation absorbée exprimée en cm^{-1}.

Données :

- Masses atomiques :

m_H = 1,67 $\times$ 10^{-24} g ; m_C = 1,99 $\times$ 10^{-23} g ; m_O = 2,66 $\times$ 10^{-23} g ;

- Constante de force de la liaison C – H : α = 5,0 $\times$ 10^5 g.s^{-2} ;
- Relation liant longueur d'onde et nombre d'onde : $\sigma = \frac{1}{\lambda}$.

2.2.1 Retrouver l'unité du nombre d'onde σ par une analyse dimensionnelle.

2.2.2 Calculer le nombre d'onde correspondant à la vibration d'élongation d'une liaison C – H.
Comparer le résultat aux données.

2.2.3 Dans les acides carboxyliques, l'absorption du rayonnement IR par la liaison simple C – O du groupe d'atomes C – OH est observée vers 1300 cm^{-1} alors que celle de la liaison double C = O est observée aux alentours de 1700 cm^{-1}.
Sachant que les masses réduites des groupes d'atomes C – OH et C = O, peuvent être considérées comme étant égales, proposer une explication.

16PYSCOPO1

EXERCICE II : SE CHAUFFER AVEC LE NUMÉRIQUE (8 points)



Un centre de données (datacenter en anglais) est un lieu où se trouvent regroupés les équipements constituant le système d'information de l'entreprise (ordinateurs centraux, serveurs, baies de stockage, équipements réseaux et de télécommunications, etc.). Les plus connus sont ceux de Google, Facebook, Apple, …

Centre de données de google – source www.google.com

Au Val d'Europe, en Seine-et-Marne, le centre de données de Natixis permet de chauffer le nouveau centre aquatique et une pépinière d'entreprises.
Piscine et pépinière d'entreprises (près de 6000 m^2 au total) sont pourtant loin d'utiliser toute l'énergie disponible. Selon Dalkia, la filiale commune de Veolia et d'EDF qui exploite le réseau de chauffage, le centre de données peut chauffer jusqu'à 600 000 m^2.
Un centre de données de cette importance, avec de telles batteries de serveurs à alimenter et à refroidir en permanence, consomme une énergie électrique considérable : autant qu'une ville moyenne de 50 000 habitants. 30 % de cette énergie est utilisée pour le refroidissement des serveurs. Plutôt que de gaspiller en pure perte cette énergie, autant récupérer la chaleur que dégage la climatisation.

D'après le site www.alliancy.fr

Données numériques :

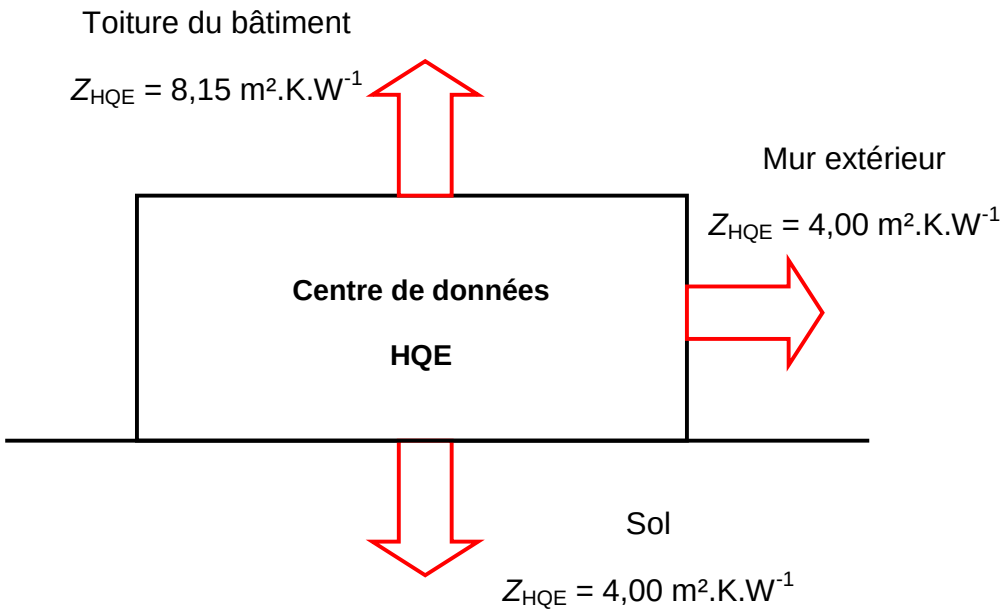
Matériau	Laine de verre	Polystyrène	Laine de roche	Béton armé	Polymère
Conductivité thermique λ ($W.K^{-1}m^{-1}$)	0,032	0, 038	0,034	2,2	0,18

- $1kWh = 3,6 \times 10^6$ J

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Données :

- Conditions d'obtention du label HQE (Haute Qualité Environnementale) :
On note Z la résistance thermique d'une paroi ayant une surface de 1 m². Pour obtenir le label HQE, la valeur de Z doit avoir une valeur minimale notée Z_{HQE}. Cette valeur minimale dépend de la paroi étudiée. Les valeurs minimales sont données sur le schéma ci-dessous.



- L'énergie thermique transférée à un système par un flux thermique φ pendant la durée Δt est :

$$Q = \varphi \, \Delta t$$

avec Q : énergie thermique transférée (J)
φ : flux thermique (W)
Δt : durée du transfert (s)

- Lorsque les températures extérieure T_{ext} et intérieure T_{int} sont constantes au cours du temps, avec $T_{int} > T_{ext}$, le flux thermique φ à travers une paroi s'exprime par :

$$\varphi = \frac{T_{int} - T_{ext}}{R_{th}}$$

avec φ : flux thermique (W)
R_{th} : résistance thermique de la paroi considérée (K.W^{-1})

- La résistance thermique R_{th} d'une paroi plane est définie par la relation :

$$R_{th} = \frac{Z}{S} \quad \text{avec} \quad Z = \frac{e}{\lambda}$$

avec e : épaisseur de la paroi (m)
λ : conductivité thermique (en unité du système international USI)
S : surface de la paroi (m^2)
Z : résistance thermique d'une paroi ayant une surface égale à 1 m^2.

- Les résistances thermiques de plusieurs matériaux superposés s'ajoutent.

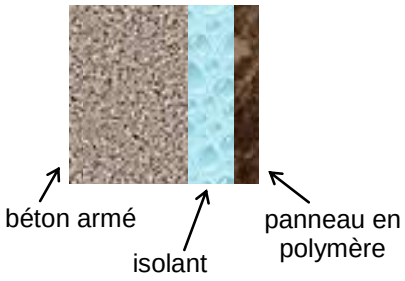
16PYSCOPO1

1. Isolation thermique des murs du centre de données

Lors de l'élaboration des plans du centre de données, l'objectif était d'obtenir le label HQE pour le bâtiment. Dans toute cette partie, on raisonnera sur un mur extérieur dont la surface est de 1,0 m^2.

1.1. Quelle devrait être l'épaisseur du mur extérieur si celui-ci n'était constitué que de béton armé ?

L'épaisseur des murs en béton armé est en réalité de 20 cm.
Pour améliorer la résistance thermique des murs, on se propose d'ajouter une couche d'isolant et de la recouvrir de panneaux en polymère de 5,0 cm d'épaisseur afin de réaliser une étanchéité à l'eau et à l'air (schéma ci-contre).

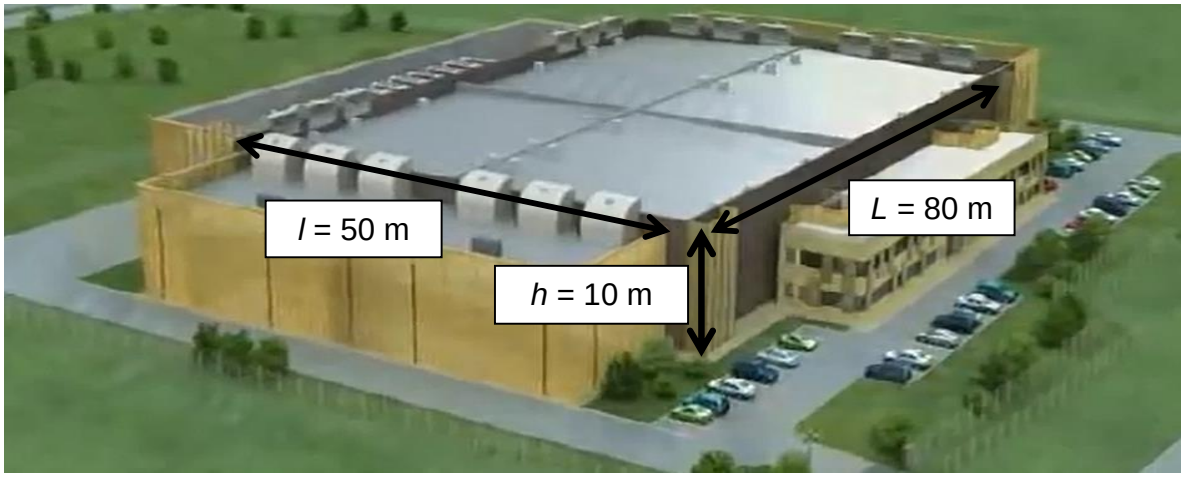


1.2. L'isolant choisi est la laine de verre. Justifier ce choix.

1.3. Déterminer l'épaisseur minimale de laine de verre nécessaire pour que la condition d'obtention du label HQE soit vérifiée.

2. Bilan thermique du centre de données

Un bâtiment contenant 20 000 serveurs a une longueur de 80 m, une largeur de 50 m et une hauteur de 10 m. Le reste du bâtiment contient des bureaux et des locaux techniques qui ne seront pas pris en compte.
Le bâtiment respecte les normes HQE.
La puissance électrique consommée par un serveur est de 480 W.



D'après le site www.econovista.blogspot.fr

On admettra que toute l'énergie électrique consommée par les 20 000 serveurs est transformée en énergie thermique.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

On se placera dans la situation où la valeur de la résistance thermique de chaque paroi de surface de 1,0 m^2 est égale à la valeur minimale Z_{HQE}.

2.1. Citer les trois modes de transfert qui permettent aux ordinateurs de céder de l'énergie thermique à la pièce où ils sont stockés.

2.2. Montrer, dans le cadre des hypothèses faites, que l'énergie thermique $Q_{serveurs}$ libérée en une journée par les serveurs est égale à $8{,}3 \times 10^{11}$ J.

2.3. Les températures moyennes au Val d'Europe au cours d'une journée d'hiver sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

	Air extérieur	Sol	Intérieur
Température (°C)	7,0	11	23

2.3.1. Calculer le transfert thermique Q_{sol} à travers le sol pour une journée d'hiver.

2.3.2. Sachant que les transferts thermiques à travers les murs et la toiture, pour une journée d'hiver, sont respectivement $Q_{murs} = 9{,}0 \times 10^8$ J et $Q_{toiture} = 6{,}8 \times 10^8$ J, déterminer l'énergie thermique totale perdue par l'ensemble des parois du centre de données au cours d'une journée d'hiver.

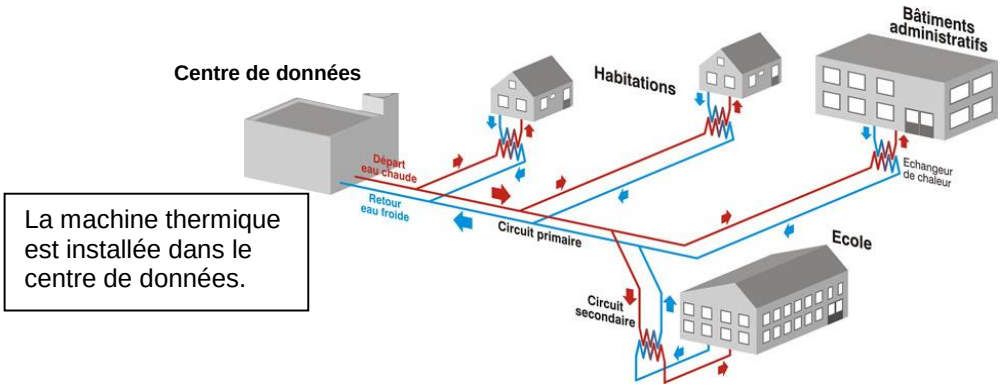
2.4. Que risque-t-il de se passer au niveau du bâtiment du centre de données si rien n'est fait ?

3. Valorisation de l'énergie produite par les serveurs

3.1. L'énergie thermique libérée en six mois par les serveurs est égale à $1{,}5 \times 10^{14}$ J.
On estime qu'il faut 50 kWh pour chauffer 1 m^2 de logement récent durant les six mois de l'année où le chauffage est en fonctionnement.
Quelle surface de logement ce système permet-il de chauffer, durant ces six mois, grâce au centre de données ?
La valeur annoncée dans le texte introductif est-elle réaliste ?

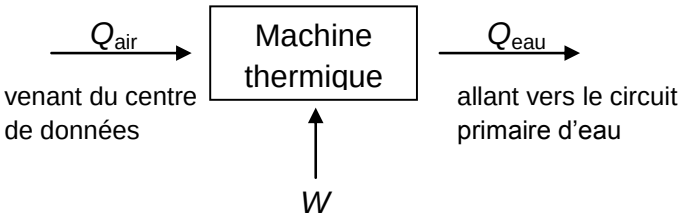
3.2. Plutôt que de rejeter de l'air chaud à l'extérieur, il est possible d'utiliser l'énergie thermique libérée pour chauffer des bureaux ou des logements voisins. Une machine thermique, aussi appelée climatiseur, refroidit l'air du centre de données et chauffe l'eau d'un circuit d'eau chaude primaire. Le circuit d'eau chaude primaire permet ensuite de chauffer l'eau des différents bâtiments par l'intermédiaire d'un échangeur.

16PYSCOPO1



La machine thermique est installée dans le centre de données.

Dans le cadre d'un modèle simplifié, les échanges énergétiques au niveau de la machine thermique peuvent être représentés sur le schéma ci-dessous :



avec : Q_{air}, énergie thermique fournie par l'air en une journée

$$Q_{air} = 5{,}2 \times 10^{11} \text{ J}$$

Q_{eau}, énergie thermique reçue par l'eau en une journée

W, énergie électrique reçue par la machine thermique en une journée

$$W = 1{,}0 \times 10^{5} \text{ kWh}$$

Sachant que la machine thermique ne fait que convertir sans perte l'énergie qu'elle reçoit, donner la relation entre Q_{eau}, Q_{air} et W.

3.3. Sachant que dans le circuit primaire l'eau entre dans la machine thermique à la température moyenne de 10°C pendant les 6 mois de fonctionnement du chauffage des logements et bureaux, avec un débit de 2×10^{2} $m^3.h^{-1}$, quel mode de chauffage peut-on envisager pour chauffer les logements voisins ?

Toute démarche de résolution, même partielle, sera valorisée.

Données :

Mode de chauffage	Radiateur	Plancher chauffant
Température de l'eau	50°C à 65°C	25°C à 30°C

	eau
Capacité calorifique ($J.kg^{-1}.K^{-1}$)	4185
Masse volumique ($kg.m^{-3}$)	$1{,}0 \times 10^{3}$

16PYSCOPO1

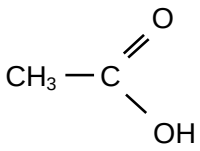
EXERCICE III : DU JUS DE POMME AU VINAIGRE (5 points)

Le vinaigre de cidre est obtenu par double fermentation de jus de pomme, la fermentation alcoolique et la fermentation acétique.



La fermentation alcoolique est due à l'oxydation du glucose contenu dans le jus de pomme en présence de levures. Il se forme de l'éthanol et du dioxyde de carbone. On obtient du cidre.
La principale transformation du cidre en vinaigre est due à des micro-organismes, *Mycoderma acetii,* qui fixent les molécules de dioxygène sur l'éthanol, ce qui conduit à la formation d'acide acétique. Cette transformation est appelée fermentation acétique.

Données :

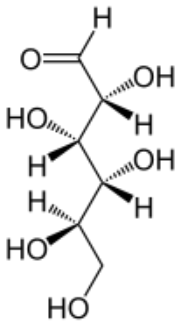
Formule semi-développée de l'acide acétique : 

Masse molaire moléculaire de l'acide acétique : $M = 60\ g.mol^{-1}$

L'oxydation d'une espèce chimique correspond à une perte d'électron(s).

1. Fermentation alcoolique

Le glucose linéaire se trouve sous deux formes énantiomères, le D-glucose et le L-glucose.
Lors de la fermentation alcoolique, seul le D-glucose majoritairement présent dans la nature se transforme sous l'effet de la zymase, une enzyme produite par des levures.



La représentation de Cram de la molécule de D-glucose est donnée ci-contre.

1.1. Établir l'équation de la réaction de fermentation alcoolique du D-glucose.
Pourquoi cette fermentation est-elle qualifiée de fermentation alcoolique ?

1.2. Quel est le rôle de la zymase dans la fermentation alcoolique ?

2. Fermentation acétique

2.1. Donner le nom en nomenclature systématique de l'acide acétique.

2.2. Écrire la réaction de fermentation acétique due aux *Mycoderma acetii* en identifiant les deux produits formés.
Montrer que l'éthanol subit une oxydation lors de la fermentation acétique et en déduire les couples oxydant/réducteur mis en jeu dans cette réaction.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

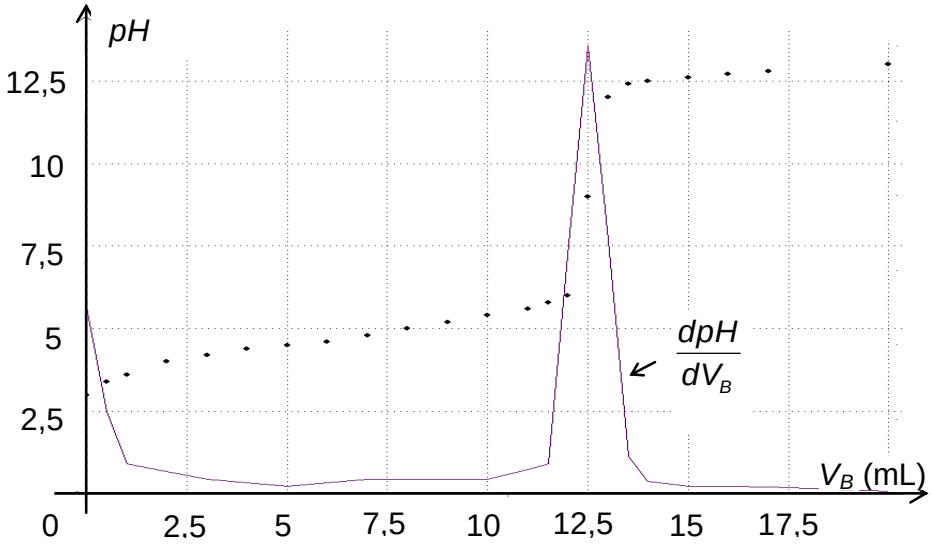
3. Analyse d'un cidre en cours de fermentation

La teneur acétique d'un vinaigre, exprimée en degré acétimétrique, est égale à son acidité totale mesurée à 20 °C et exprimée en gramme d'acide acétique pour 100 mL de vinaigre.
La teneur acétique minimale des vinaigres est de 5,0 g d'acide acétique pour 100 mL de vinaigre. Néanmoins une différence de 0,2 degré, soit deux grammes d'acide acétique par litre de vinaigre, peut être admise en moins dans la mesure de cette teneur.

D'après « Décret n°88-1207 du 30 décembre 1988, modifié par n°2005-553 du 19 mai 2005 »

Un échantillon de cidre mis à fermenter est prélevé pour vérifier sa teneur acétique.
Un volume prélevé $V = (25{,}0 \pm 0{,}1)$ mL de l'échantillon de cidre dilué dix fois est titré par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) de concentration molaire $c = (0{,}15 \pm 0{,}005)$ moL.L^{-1}.

Le suivi pH-métrique du titrage du cidre au cours de sa fermentation conduit au graphe représenté ci-dessous et donnant l'évolution du pH du milieu réactionnel et de sa dérivée en fonction du volume V_B de solution d'hydroxyde de sodium versé.



Déterminer si le cidre mis en fermentation depuis plusieurs semaines et analysé ci-dessus peut être commercialisé sous l'appellation vinaigre.

Toute prise d'initiative et toute démarche, même partielle, sera valorisée.

Donnée :

L'incertitude relative $\frac{U(d)}{d}$ du degré d'acidité d est donnée par la relation :

$$\frac{U(d)}{d} = \sqrt{\left(\frac{U(V)}{V}\right)^2 + \left(\frac{U(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U(C_B)}{C_B}\right)^2}$$

avec V_E, volume versé à l'équivalence, et $U(V_E) = 0{,}2$ mL.