BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2015

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

L'usage de la calculatrice est autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Obligatoire

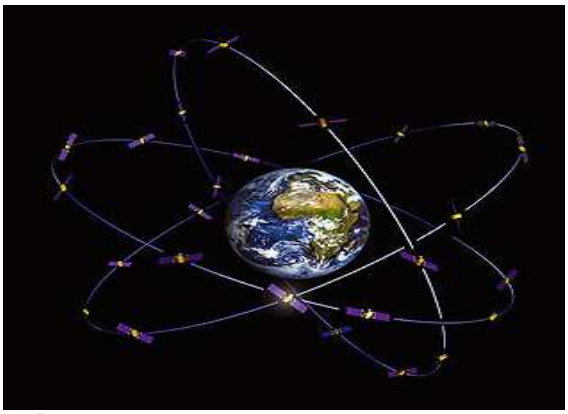
Le sujet comporte trois exercices présentés sur 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14 y compris celle-ci.

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

La page d'annexe 14 EST À RENDRE AGRAFÉE LA COPIE même si elle n'a pas été complétée.

EXERCICE I - GALILEO, SYSTÈME DE NAVIGATION PAR SATELLITE (6 points)

La constellation Galileo désigne le système européen de navigation par satellite initié par l'Union européenne et l'Agence spatiale européenne. À terme, elle sera composée de trente satellites répartis en trois orbites circulaires à une altitude de 23 522 km. Cette configuration permet de recevoir simultanément en tout lieu de la surface terrestre et à tout instant, les signaux émis par un minimum de quatre satellites. Les signaux de Galileo couvriront des latitudes allant jusqu'à 75° nord et sud.



Représentation de la constellation Galileo
d'après le site http://www.cnes.fr

Caractéristiques d'une constellation de satellites

L'altitude du satellite détermine non seulement la durée nécessaire pour faire un tour complet du globe, mais aussi la taille de la zone de surface terrestre qu'il couvre. Un satellite seul ne peut couvrir qu'une partie du globe, d'où l'idée de créer des constellations de satellites.

Dans la conception de ces constellations, de nombreux critères entrent en jeu :

• l'altitude des satellites détermine directement la zone couverte et la durée de visibilité d'un satellite par un utilisateur au sol ;

• le nombre de satellites : au moins quatre satellites doivent être visibles de tout point du globe pour fournir un service de positionnement. Un nombre plus important de satellites offre de meilleures performances, en particulier dans les zones urbaines où la transmission peut être perturbée par la présence d'immeubles ;

• l'inclinaison du plan des orbites par rapport à l'équateur influence directement la visibilité par les usagers des latitudes élevées proches des pôles ;

• la répartition des satellites dans l'espace influence directement les performances du service de positionnement.

d'après « GPS et Galileo : Système de navigation par satellites », Éditions Eyrolles

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Caractéristiques techniques de Galileo et de ses concurrents

Pour certains services, Galileo sera compatible avec les deux principaux réseaux de satellites de radionavigation, le système GPS américain et le système Glonass russe.
Sur le plan technique, il n'y a pas d'innovation majeure ; le relevé de position résultera d'un calcul de durée de parcours du signal entre quatre satellites émetteurs et l'appareil récepteur. C'est dans la précision et la robustesse du signal que Galileo compte se distinguer.
Grâce aux horloges atomiques européennes plus précises, embarquées dans les satellites, le système Galileo aura une précision de localisation en temps réel de moins d'un mètre pour les services de haute précision et de moins de cinq mètres pour le grand public, ce qu'aucun autre système public n'autorise actuellement.

Les satellites du système Galileo utilisent plusieurs bandes de fréquence pour transmettre les différents signaux. Ceci permet de :

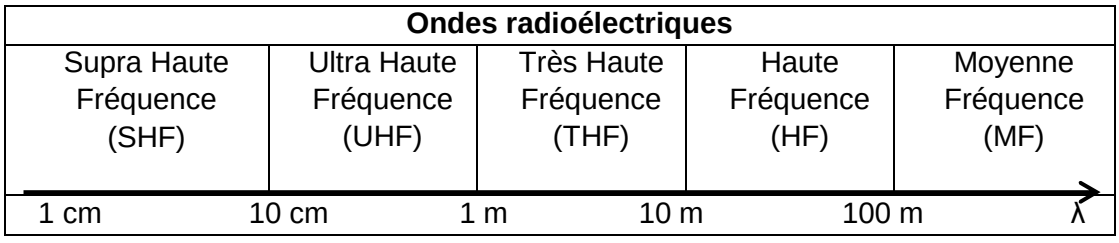
- mieux protéger les données lors du passage de l'ionosphère, couche de l'atmosphère chargée électriquement ;
- limiter les « canyons urbains », zones où les problèmes de réflexion sur les bâtiments sont propices aux erreurs de calcul de position.

d'après Sciences et Avenir - Juin 2014

Nom du dispositif	GALILEO	GPS	GLONASS
Nombre de satellites	30	24	29
Altitude *h* de mise en orbite	23 522 km	20 200 km	19 100 km
Nombre de bandes de fréquence	3	3	2
Période de rotation d'un satellite		11 h 58 min	11 h 15 min

Données :

- Domaines des différentes ondes radioélectriques ;



- célérité des ondes électromagnétiques dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1} ;
- rayon de la Terre : $R_T = 6380$ km ;
- masse de la Terre : $M_T = 5{,}98 \times 10^{24}$ kg ;
- constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ m^3.kg^{-1}.s^{-2} ;
- intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81$ m.s^{-2}.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1. Performances du système Galileo

Les satellites Galileo émettent des signaux d'ondes électromagnétiques générés par leurs émetteurs embarqués. Chaque satellite transmet trois signaux différents utilisant trois bandes de fréquence centrées sur les valeurs suivantes : $f_1 = 1575{,}42$ MHz ; $f_2 = 1278{,}75$ MHz ; $f_3 = 1191{,}80$ MHz.

1.1. Identifier le domaine commun des ondes radioélectriques auquel appartiennent ces trois signaux.

1.2. Les « canyons urbains » sont propices aux erreurs de calcul de position. À l'aide des documents, donner deux critères permettant au système Galileo d'atténuer le phénomène de « canyons urbains » par rapport à ses concurrents.

1.3. Pour certaines applications, la précision de positionnement visée par le système Galileo est de moins de 1,0 m. Montrer, en vous appuyant sur un calcul, que cette précision nécessite l'utilisation d'une horloge atomique.

2. Mise en orbite d'un satellite du système Galileo

Les satellites Galileo sont lancés dans l'espace à l'aide d'une fusée. Des élèves cherchent à estimer la durée nécessaire à la mise en orbite d'un satellite, et ils proposent, après recherche, le raisonnement suivant :

Système étudié : {fusée + satellite + équipement} de masse M constante de 310 tonnes
Référentiel d'étude : terrestre supposé galiléen
Repère d'espace : axe vertical (Oz) orienté vers le haut
Conditions initiales : vitesse nulle (sur la base de lancement) et $z(0) = z_0 = 0$.
Bilan des forces :

- poids $\vec{P}$
- force de poussée verticale $\vec{F}$, de valeur constante : $F = 4 \times 10^6$ N

D'après la deuxième loi de Newton, l'accélération est donnée par :

$$a_z = \frac{F}{M} + g$$

Par deux intégrations successives, l'altitude est donnée par :

$$z(t) = \frac{1}{2}.\left(\frac{F}{M} + g\right).t^2$$

2.1. Repérer et corriger l'erreur commise dans les expressions mathématiques obtenues par les élèves dans le cadre du modèle choisi.

2.2. Après correction des expressions mathématiques et en restant dans le cadre de ce modèle, calculer la durée nécessaire à la mise en orbite du satellite.

2.3. Porter un regard critique sur les hypothèses formulées par les élèves pour construire leur modèle.

3. Étude du mouvement d'un satellite du système Galileo

Dans cette partie, on s'intéresse uniquement au mouvement du satellite sur une orbite considérée comme circulaire.

3.1. Énoncer la deuxième loi de Kepler ou loi des aires dans le cas général et l'illustrer par un schéma.

3.2. Montrer que, dans l'approximation d'une trajectoire circulaire, le mouvement du satellite est uniforme.

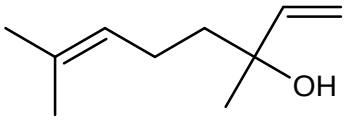
3.3. Comparer qualitativement la période d'un satellite du système Galileo à celles des satellites GPS et Glonass.

3.4. Vérifier la réponse de la question précédente par un calcul.

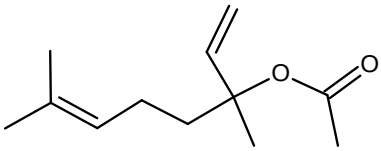
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II. L'ÉTHANOATE DE LINALYLE ET LE LINALOL (9 points)

Le linalol et l'éthanoate de linalyle sont des composés odorants principalement utilisés pour les parfums, cosmétiques, savons, …
Principales espèces chimiques présentes dans la lavande fine (lavandula officinalis) et du lavandin (lavandula hybrida), elles peuvent être extraites de ces fleurs par hydrodistillation.
Elles peuvent aussi être synthétisées. Le linalol est obtenu à partir de la propanone et l'éthanoate de linalyle est obtenu à partir du linalol.



linalol



éthanoate de linalyle

1. Les molécules d'éthanoate de linalyle et de linalol

1.1. Sur la formule topologique de la molécule d'éthanoate de linalyle, donnée en **annexe à rendre avec la copie**, entourer le(s) groupe(s) caractéristique(s) et nommer la (ou les) famille(s) chimique(s) correspondante(s).

1.2. Lors de la synthèse de l'éthanoate de linalyle à partir du linalol racémique, on obtient un mélange de plusieurs stéréoisomères.

1.2.1. La molécule d'éthanoate de linalyle possède-t-elle des carbones asymétriques ? Justifier et les indiquer, à l'aide d'un astérisque, sur la formule topologique donnée en **annexe à rendre avec la copie**.

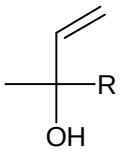
1.2.2. La molécule d'éthanoate de linalyle présente-t-elle une diastéréoisomérie de type Z/E ? Justifier la réponse.

1.2.3. Donner, en conclusion, le type de stéréoisomèrie présent dans le mélange obtenu lors de la synthèse.

1.3. Le linalol a pour nom systématique : 3,7-diméthylocta-1,6-dièn-3-ol.

1.3.1. Justifier ce nom en précisant le raisonnement suivi.

1.3.2. Identifier le groupement R qui apparaît dans la formule simplifiée du linalol ci-dessous.

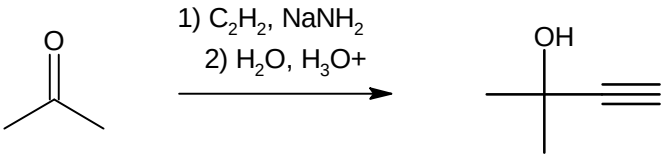


1.3.3. La molécule de linalol présente deux énantiomères. Donner la représentation de Cram de ces deux énantiomères en utilisant la formule simplifiée ci-dessus.

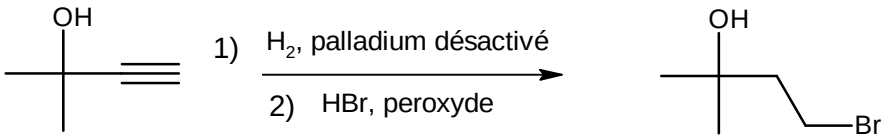
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Synthèse du linalol

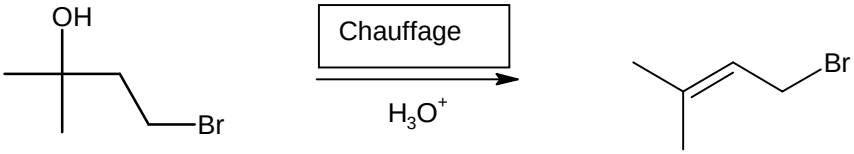
La synthèse du linalol s'effectue en six étapes décrites ci-dessous.

Étape 1 : propanone 

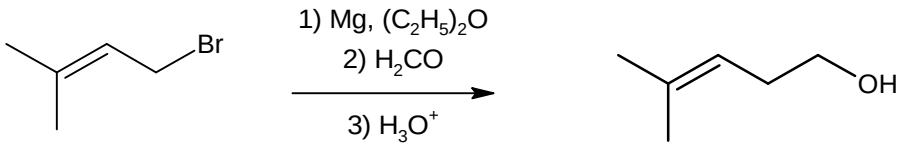
composé B

Étape 2 : composé B 

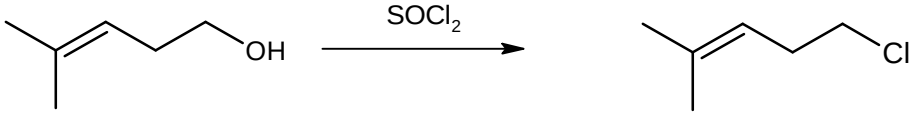
composé C

Étape 3 : composé C 

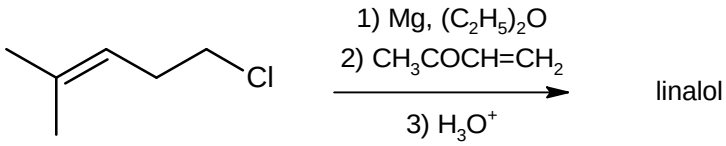
composé D

Étape 4 : composé D 

composé E

Étape 5 : composé E 

composé F

Étape 6 : composé F 

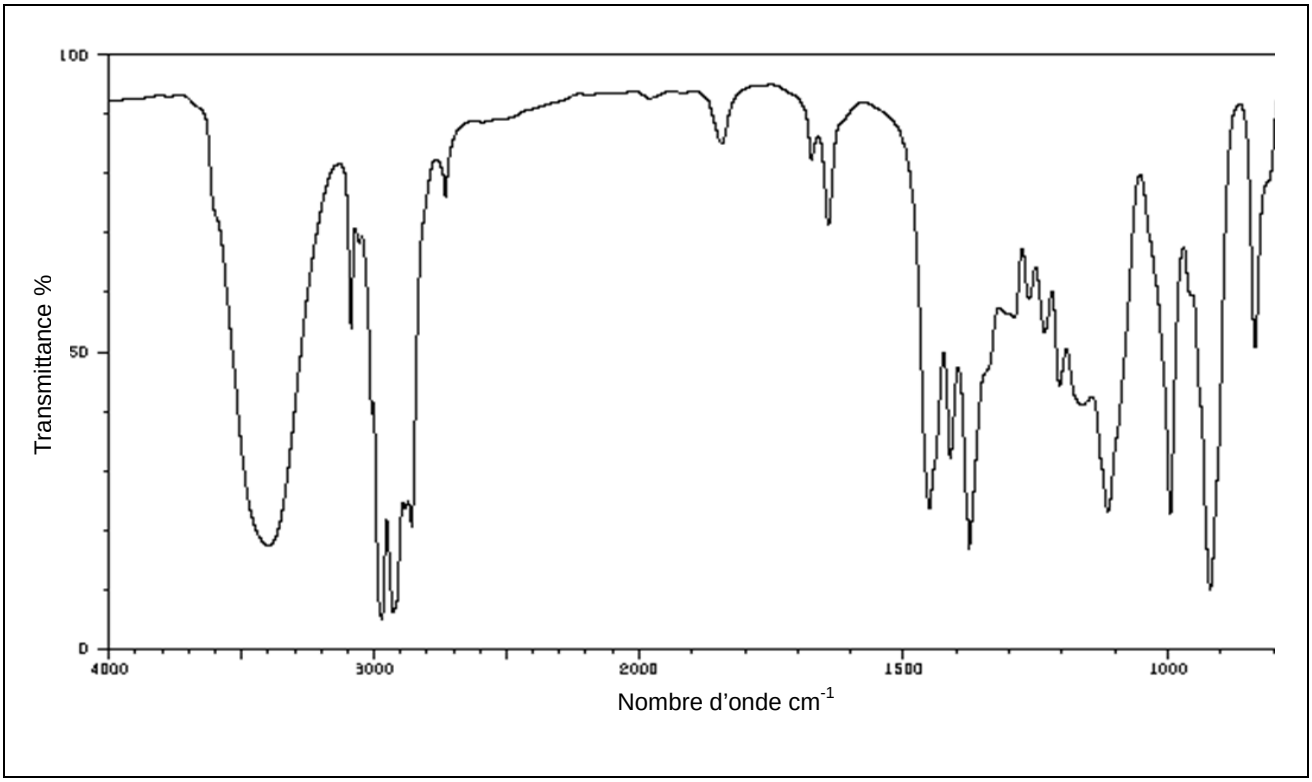
linalol

2.1. Associer aux étapes 3 et 5 de la synthèse, en justifiant votre choix, une catégorie de réaction parmi les catégories suivantes : élimination, addition, substitution.

2.2. Pour les étapes 4 et 5 de la synthèse, indiquer s'il s'agit d'une modification de chaîne et/ou d'une modification de groupe caractéristique.

2.3. Le mécanisme réactionnel de l'étape 1 est donné en **annexe à rendre avec la copie**. Compléter le mécanisme des sous-étapes (a) et (b) avec les flèches courbes et les doublets non liants. Indiquer les produits formés manquants dans la sous-étape (c).

2.4. Le spectre infrarouge du produit obtenu lors de l'étape 6 est représenté ci-dessous. Quel (s) élément(s), dans ce spectre, permet(tent) de montrer sans ambiguïté, qu'il y a bien eu formation de linalol lors de cette étape ?



Extrait d'une table de données de spectroscopie I.R. :

Liaison	C = C	ester C = O	cétone C = O	CO−H	C − O
Nombre d'onde (cm^{-1})	1620 - 1680	1730 - 1750	1705 - 1725	3200 - 3500	1050 - 1450

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 8 / 14

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3. Différentes méthodes pour synthétiser l'éthanoate de linalyle

Il existe plusieurs méthodes pour synthétiser l'éthanoate de linalyle. On peut faire réagir le linalol soit avec un acide carboxylique soit avec un anhydride d'acide.

Données :

Nom de l'espèce chimique	Éthanoate de linalyle	Linalol	Acide éthanoïque	Anhydride éthanoïque	Acide sulfurique
Densité	0,89	0,87	1,05	1,08	1,83
Température d'ébullition (°C) sous pression atmosphérique	220	199	118	139	337
Masse molaire ($g.mol^{-1}$)	196	154	60	102	98
Pictogrammes de sécurité					
Mentions de danger	H315 H319	H315 H319 H335	H226 H314	H226 H302 H314 H332	H 290 H 314

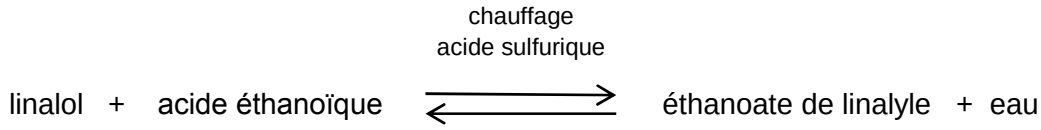
Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1,0\ g.mL^{-1}$

Quelques mentions de danger :

H226 : Liquide et vapeurs inflammables ;
H290 : Peut être corrosif pour les métaux ;
H302 : Nocif en cas d'ingestion ;
H314 : Provoque des brûlures de la peau et lésions oculaires graves ;
H315 : Provoque une irritation cutanée ;
H319 : Provoque une sévère irritation des yeux ;
H332 : Nocif par inhalation ;
H335 : Peut irriter les voies respiratoires.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

3.1. Première méthode : obtention de l'éthanoate de linalyle à partir de l'acide éthanoïque.
Pour obtenir de l'éthanoate de linalyle, on chauffe à reflux du linalol avec un excès d'acide éthanoïque, en présence d'acide sulfurique. On obtient, après séparation, rinçage et séchage, l'éthanoate de linalyle. Le rendement de cette synthèse, modélisée ci-dessous, est de 5 %.

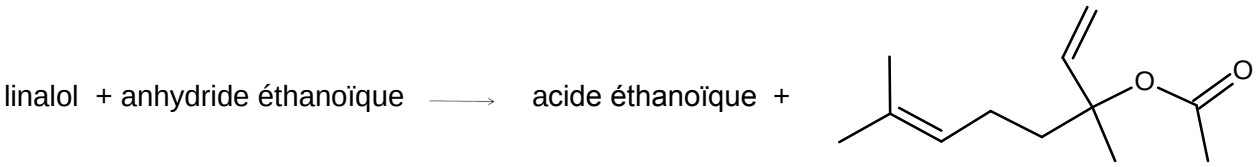


3.1.1. Écrire l'équation de la réaction de synthèse.

3.1.2. Quel est le rôle d'un chauffage à reflux ?

3.1.3. L'acide sulfurique joue le rôle de catalyseur. Parmi les caractéristiques d'une transformation chimique, proposées ci-après, indiquer celle(s) qui est (sont) modifiée(s) par ajout d'un catalyseur : la cinétique, la composition finale du mélange, le mécanisme réactionnel.

3.2. Deuxième méthode : obtention de l'éthanoate de linalyle à partir de l'anhydride éthanoïque.
On réalise le chauffage à reflux de 10,0 mL de linalol et d'un excès d'anhydride éthanoïque. On obtient, après séparation, rinçage et séchage, 8,4 g d'éthanoate de linalyle. Cette transformation, modélisée ci-dessous, est rapide.



3.2.1. Indiquer les précautions à prendre lors de cette synthèse. Justifier.

3.2.2. Déterminer le rendement de cette synthèse.

3.3. En fin de synthèse, on réalise le spectre R.M.N. du proton du produit obtenu, afin de s'assurer qu'il s'agit bien de l'éthanoate de linalyle. Quel(s) changement(s) (nombre et multiplicité des signaux, courbe d'intégration) va-t-on observer sur le spectre du produit obtenu par rapport à celui du linalol ?

3.4. D'après les informations fournies, comparer les deux méthodes proposées pour synthétiser l'éthanoate de linalyle.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III. LE REFUGE DU GOÛTER, UN PROJET H.Q.E. (5 points)

Le refuge du Goûter, situé à proximité du Mont Blanc à 3835 m d'altitude, est l'un des plus hauts refuges de montagne d'Europe. Sa construction répond à des normes Haute Qualité Environnementale (H.Q.E).
Cet exercice porte sur les performances énergétiques du bâtiment et sur les choix des matériaux par les concepteurs du projet afin de rendre cet habitat « passif ».



Le refuge du Goûter, un des plus hauts chantiers d'Europe

D'architecture ovoïde, conçu pour s'intégrer sur le plan technique et esthétique aux contraintes d'un environnement difficile, le refuge du Goûter préfigure une nouvelle génération de bâtiments. Ce chantier est un véritable défi architectural et technique puisqu'il s'agit de construire un bâtiment avec une structure en bois, sur quatre étages, avec un revêtement extérieur en inox et d'utiliser efficacement les technologies innovantes.
Mais c'est aussi un défi humain pour les ouvriers qui travaillent sur ce chantier hors norme, situé à 3835 m avec des contraintes climatiques. Les rafales de vent peuvent dépasser 250 $km.h^{-1}$. Les températures peuvent chuter à - 35°C en hiver et -10°C en plein été.
Tout a été mis en œuvre pour faire de ce chantier un projet bas carbone, « pilote » sur le plan environnemental :

- structure en bois local des Alpes françaises (épicéa, sapin blanc et mélèze), majoritairement issu des forêts de Saint- Gervais (vallée proche du site) ;
- modules bois fabriqués dans la vallée et transportés par hélicoptère. Toute la structure a été pensée comme un « jeu de construction » géant pouvant être assemblé rapidement sur site. La masse maximale des éléments héliportés sur site est de 550 kg. La fabrication en atelier est prévue pour réduire les temps de pose et faciliter la tâche aux ouvriers montant la structure ;
- recours aux énergies renouvelables (solaire, photovoltaïque, biomasse) et mise en place de technologies innovantes (gestion de l'électricité à distance, cogénération, fondoir à neige, traitement des eaux usées…).

Extrait du dossier de presse du site «le refuge du Goûter» juillet – Août 2012

1. Un modèle de fenêtre développé spécifiquement pour le refuge du Goûter

Pour répondre aux conditions climatiques extrêmes liées à cette altitude, un modèle de fenêtre très performant a été réalisé. Elle est constituée d'un triple vitrage et d'un survitrage spécifique. Pour l'isolation entre chaque vitre, l'argon a été choisi comme gaz plutôt que l'air, augmentant ainsi la résistance thermique de la fenêtre.

1.1. Les échanges thermiques s'effectuent selon trois modes. Associer, à chacune des définitions données ci-dessous, le nom du mode de transfert thermique correspondant :
- définition 1 : transfert d'énergie par ondes électromagnétiques, ne nécessitant pas de milieu matériel ;
- définition 2 : transfert d'énergie dans un milieu matériel, sans déplacement de matière, sous l'influence d'une différence de température ;

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

- définition 3 : transfert d'énergie associé à des mouvements de matière, généralement au sein d'un gaz ou d'un liquide.

1.2. Calculer, pour une surface de 1,0 m^2, la résistance thermique totale R_{th1} du triple vitrage d'une fenêtre du refuge, sachant que la résistance thermique totale du triple vitrage est la somme des résistances thermiques de chaque matériau constituant le triple vitrage.

1.3. Dans le cas d'un triple vitrage utilisant l'air, et pour une même surface de 1,0 m^2, la résistance thermique de la fenêtre vaut R_{th2} = 1,1 $K.W^{-1}$. Évaluer alors la variation relative de la résistance thermique suite à la substitution de l'air par l'argon.

1.4. Augmenter l'épaisseur du verre aurait-t-il une grande influence sur les performances thermiques du vitrage ? Justifier votre réponse.

Informations sur les fenêtres du refuge



Fenêtre à triple vitrage
Photo site Internet :
http://www.cpassif-menuiserie.fr/contact/

Données :

Matériau	Conductivité thermique λ ($W.m^{-1}.K^{-1}$)
air	0,026
argon	0,017
verre de vitre	1,2

Composition du triple vitrage :
- 2 lames d'argon de 14 mm d'épaisseur chacune ;
- 3 vitres de 4 mm d'épaisseur chacune.

Apport théorique

La résistance thermique R_{th} (en $K.W^{-1}$) d'une paroi a pour expression :

$$R_{th}=\frac{e}{\lambda.S}$$

λ : conductivité thermique en $W.m^{-1}.K^{-1}$;
e : épaisseur de la paroi en m ;
S : surface de la paroi en m^2.

Caractéristiques de quelques matériaux

Matériau	Conductivité thermique λ ($W.m^{-1}.K^{-1}$)	Masse volumique ρ ($x10^3\ kg.m^{-3}$)
acier inoxydable	26	7,8
béton plein	1,8	2,3
brique	0,84	2,1
pierre	3,5	2,7
sapin/épicéa	0,13	0,45
polystyrène	0,036	0,034
laine de verre	0,032	0,025
fibre de bois	0,038	0,2

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Le choix du bois

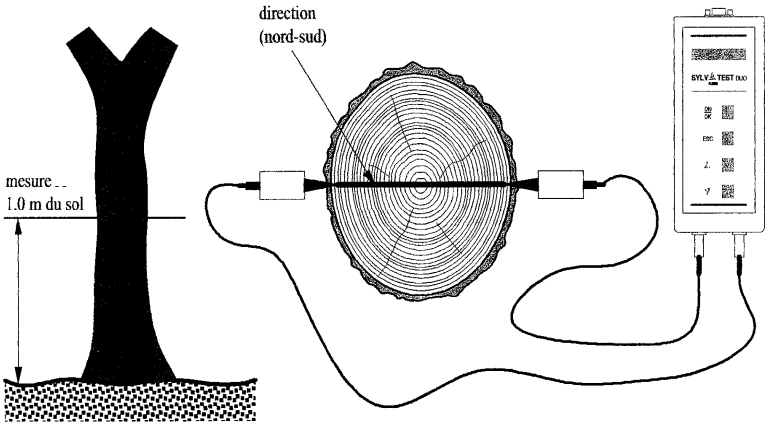
Les différents niveaux du refuge, base, dalle, toiture et façades sont réalisés en bois. Les bois utilisés sont auparavant sélectionnés et testés. Un bois peut présenter des microfissures qui réduisent ses qualités mécaniques. La qualité biologique interne des arbres sur pied peut être évaluée par une méthode non destructive utilisant la mesure de la vitesse des ultrasons, suivant l'axe transversal, appelée vitesse radiale. Comparée à la valeur de vitesse de référence de chaque essence de bois, la vitesse radiale des ultrasons donne le pourcentage de dégradation de l'arbre.

2.1. Deux capteurs, un émetteur et un récepteur d'ultrasons, sont situés de part et d'autre d'un tronc d'épicéa de diamètre D = 60 cm. La durée mesurée entre l'émission et la réception des ondes ultrasonores vaut $\Delta t = 3{,}4 \times 10^{-4}$ s.
Le résultat de la mesure effectuée permet-il de conclure que l'arbre est sain ?

Vitesse radiale des ultrasons dans un arbre sur pied

Essence de bois	Vitesse radiale de référence des ultrasons ($m.s^{-1}$)
Pin sylvestre	1500
Épicéa	1600
Douglas	1700
Hêtre	1700
Chêne	1800
Érable	1900
Séquoia	1900

Extrait de « technique et forêt »



Principe de mesure de dégradation du bois d'un tronc par méthode non destructive
Schéma extrait du site http://www.espaces-verts.net/

Calcul du pourcentage de dégradation noté Deg.%

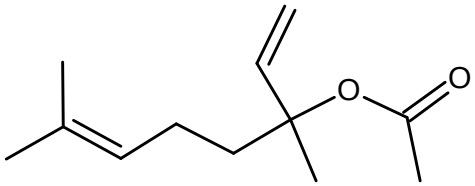
$$Deg.\% = \frac{Vref - Vm}{Vref} .100$$

Vref est la vitesse radiale de référence d'une essence de bois.
Vm est la vitesse radiale mesurée sur le spécimen.
Si le pourcentage de dégradation donne une valeur négative, l'arbre est considéré comme sain.
Extrait de la notice du Sylvatest Concept bois structure

2.2. Rédiger un paragraphe de quelques lignes répondant à la question : « Pourquoi avoir choisi le bois pour construire ce refuge ? »

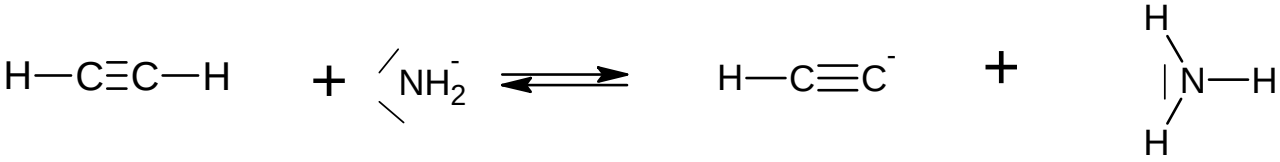
ANNEXE DE L'EXERCICE II À RENDRE AVEC LA COPIE

Formule topologique de la molécule d'éthanoate de linalyle

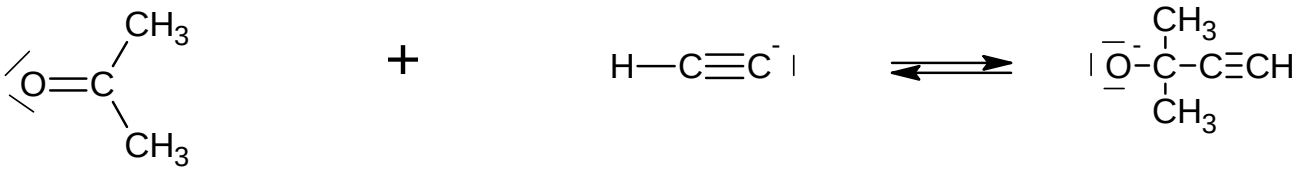


Mécanisme réactionnel de l'étape 1

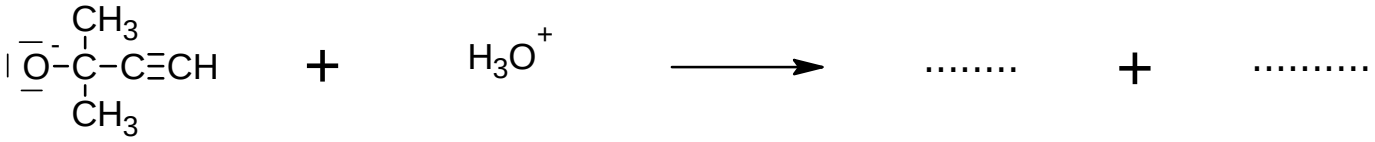
Sous-étape (a)



Sous-étape (b)



Sous-étape (c)



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 14 / 14

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer