Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
DÉVELOPEMENT ET RÉALISATION BOIS

SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2014

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **2h**

COEFFICIENT : **2**

Matériel autorisé :
Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique pourvu que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante. (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 7 pages, numérotées de 1 sur 7 à 7 sur 7.

L'ANNEXE 1 PAGE 6 ET L'ANNEXE 2 PAGE 7 SONT À RENDRE AVEC LA COPIE.

Les données sont en italique.
Les données numériques sont indiquées dans chaque exercice.

Les quatre premières parties A, B, C, D du sujet sont indépendantes.

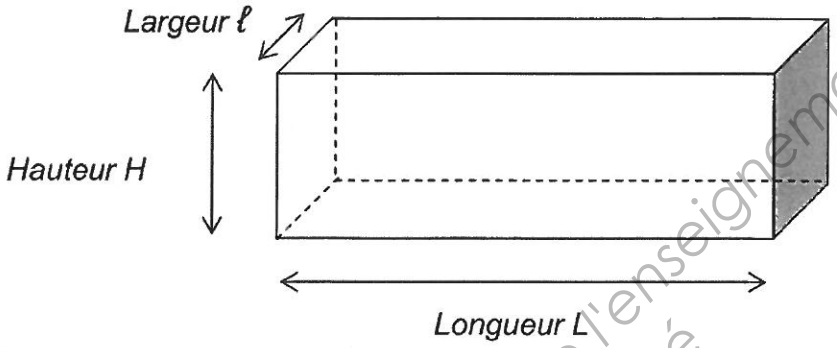
La correction de l'épreuve tiendra le plus grand compte du soin et de la qualité rédactionnelle de la copie.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Étude d'un séchoir à bois ACC (Air Chaud Climatisé)

Description du système : *On étudie ici le fonctionnement simplifié d'un séchoir à bois de type ACC (Air Chaud Climatisé). La partie A concerne l'étude thermique de la structure, la partie B concerne l'étude du système de ventilation, la partie C concerne l'étude du système de chauffage, la partie D concerne l'étude du séchage d'un stock de hêtre, et la partie E permet d'estimer le coût total d'un cycle complet de séchage. Le système d'humidification de l'air dans le séchoir n'est pas étudié ici.*

Schéma simplifié d'un séchoir à bois sans souci d'échelle :



Données :

Dimensions du séchoir :

- *Longueur : L = 6,4 m*
- *Largeur : ℓ = 2,5 m*
- *Hauteur : H = 2,0 m*

Isolation thermique : Mousse calorifuge sur l'ensemble des parois

- *Épaisseur : e = 80 mm*
- *Masse volumique : ρ_{mousse} = 28 kg.m^{-3}*
- *Résistance thermique : R_{th} = 2,5 m^2.K.W^{-1}*

Ventilateur :

- *Diamètre : d = 500 mm*
- *Débit max : D = 15000 m^3.h^{-1}*

Moteur des ventilateurs :

- *Moteur asynchrone :*
  - *puissance absorbée : 1500 W*
  - *vitesse de rotation à vide : 1500 tr.min^{-1}*

- *Masse volumique de l'air : ρ_{air} = 1,2 kg.m^{-3}. On la considérera constante dans les conditions de température et de pression du problème.*
- *Capacité thermique massique de l'air c_{air} = 1015 J.kg^{-1}.K^{-1}. On la considérera constante dans les conditions de température et de pression du problème.*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Partie A
Montée en température. Bilan thermique de la structure (7 points)

On considère dans cette partie que le séchoir n'est pas ventilé et que la porte est fermée, on néglige les déperditions de chaleur dans le sol.

1. *À partir des données et en négligeant l'épaisseur des parois*, calculer la surface totale S des parois en contact avec l'air extérieur, et montrer que le volume V du séchoir est égal à 32 m^3.

2. *On considère qu'en moyenne, pendant les phases de fonctionnement du séchoir, l'écart de température $\Delta\theta$ entre la température θ_{ext} de l'air extérieur et la température θ_{int} souhaitée à l'intérieur est de 55 °C.*

2.1. Déterminer l'énergie nécessaire W_1 pour chauffer l'air à l'intérieur du séchoir. Exprimer cette énergie en joule et en kilowatt-heure.

2.2. Déterminer la puissance correspondante P_1 *si la montée en température se fait en 6,0 h.*

3. Déperditions thermiques :

3.1. *On admet que la résistance thermique R_{th} donnée ne prend en compte que la mousse calorifuge.*
Calculer la valeur de la conductivité thermique λ de la mousse.

3.2. *À l'aide du tableau de la* ***feuille annexe 1 page 6***, préciser quel matériau est utilisé pour cette mousse.

3.3. Calculer le flux thermique Φ traversant l'ensemble des parois (murs et plafond) du séchoir, de *surface totale égale à 52 m^2, dans le cas d'un écart de température $\Delta\theta$ entre la température θ_{ext} de l'air extérieur et la température θ_{int} à l'intérieur égal à 55 °C.*

3.4. En déduire la puissance thermique de chauffage P_2 nécessaire pour compenser les déperditions à travers les parois.

3.5. *On considère une durée de séchage de 14 jours.* Calculer l'énergie W_2 en kilowatt-heure nécessaire pour compenser les déperditions à travers les parois du séchoir pendant le séchage.

Partie B
Étude de la ventilation (4,5 points)

Le séchoir étudié comprend un seul ventilateur. Les caractéristiques mécaniques du ventilateur et du moteur sont données en ***feuille annexe 1 page 6 à rendre avec la copie.***
Indications sur le moteur : 230V / 400V, 50Hz

1. *Le moteur est couplé à un réseau triphasé 230V / 400V, 50 Hz.*
Déterminer le type de couplage du moteur sur ce réseau. Justifier la réponse.

2. *À l'aide de la représentation graphique figurant en* ***feuille annexe 1 page 6 à rendre avec la copie***, déterminer la vitesse de rotation du ventilateur en expliquant la démarche.

3. Compléter le schéma du montage représenté en ***feuille annexe 1 page 6 à rendre avec la copie*** en indiquant le branchement du wattmètre pour faire la mesure de la puissance active absorbée par une phase du moteur.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

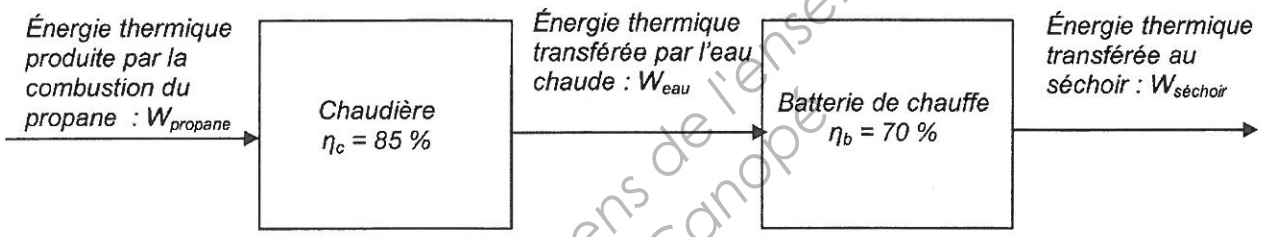
4. *La puissance active totale absorbée par le moteur est P_{aM} = 1500 W.*
Quelle est la valeur de la puissance lue P_{lue} sur le wattmètre lorsqu'il mesure la puissance active absorbée par une seule phase du moteur ?

5. *Pour le point de fonctionnement considéré, on admet que le rendement η du moteur est de 70 %.*
Déterminer la puissance utile P_u sur l'arbre du moteur.

6. *Sur certains modèles de séchoir, il est possible de faire varier la vitesse du ventilateur.*
Donner le nom d'un variateur qui permet de faire varier la vitesse d'un moteur asynchrone.

Partie C
Chauffage de l'air entrant dans le séchoir (4 points)

Il existe plusieurs solutions techniques pour chauffer l'air entrant dans le séchoir. Dans le système étudié, c'est une chaudière au gaz (propane) qui réchauffe de l'eau. L'eau chaude circule dans deux « batteries de chauffe ». On admettra que le rendement des batteries de chauffe est de 70 % et que le rendement énergétique de la chaudière est de 85 %.



Chaîne énergétique

Données :
Formule brute du propane : C_3H_8
Le pouvoir calorifique du propane dans les conditions d'utilisation est : PC = 2030 kJ.mol^{-1}
Masse molaire atomique du carbone : M(C) = 12,0 g.mol^{-1}
Masse molaire atomique de l'hydrogène : M(H) = 1,00 g.mol^{-1}

1. Écrire l'équation de la réaction de combustion complète du propane dans le dioxygène.

2. *On admet que l'énergie thermique transmise au séchoir pendant une heure de chauffage est $W_{séchoir}$ = 3,80 kWh = 13,7× 10^3 kJ.*

2.1. Déterminer l'énergie thermique W_{eau} transférée par l'eau chaude en kilojoule.

2.2. En déduire l'énergie thermique $W_{propane}$ qui doit être libérée par la combustion complète du propane pour cette heure de chauffage en kilojoule.

2.3. En déduire le rendement global η_T de l'ensemble « chaudière + batteries de chauffe ».

3. Calculer la quantité de matière de propane consommée en une heure de fonctionnement du brûleur. En déduire la masse de propane consommée.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Partie D
Séchage d'un stock de hêtre (3 points)

On souhaite faire l'étude du séchage d'un stock de 2,0 m^3 de planches de hêtre d'épaisseur 27 mm. La mesure du taux d'humidité noté H % à l'entrée dans le séchoir est de 60 %. On souhaite qu'en fin du cycle de séchage le taux d'humidité soit égal à 10 %.
La masse volumique du hêtre anhydre est de 650 $kg.m^{-3}$. On néglige la variation de volume au cours du séchage.

1. Déterminer la masse de hêtre humide $M_{H(introduite)}$ introduite dans le séchoir, puis la masse de hêtre humide $M_{H(sortie)}$ à la sortie du séchoir.
En déduire la masse d'eau extraite M_{eau}.

2. En utilisant les données ci-dessous, déterminer l'énergie E nécessaire pour sécher le stock de hêtre.

Données :
L'énergie nécessaire pour le séchage est donnée par la relation :

$$E = V_B.\rho_B.\frac{\Delta H\%}{100}.Coef$$

où :

- *E est l'énergie nécessaire pour sécher le bois en kilowatt-heure.*
- *V_B est le volume de bois à sécher en m^3.*
- *ρ_B est la masse volumique du bois à sécher (la masse volumique du hêtre anhydre est de 650 $kg.m^{-3}$).*
- *ΔH % est la variation d'humidité du bois avant séchage et après séchage.*
- *Coef est le coefficient variant de 1 à 1,5 qui dépend de la nature du bois (un coefficient de 1 correspond à un bois fin et tendre, un coefficient de 1,5 correspond à un bois épais et dense.).*
  Ici on prendra Coef = 1,4.

3. *Pour ce stock, le temps de séchage est de 14 jours.*
Déterminer la puissance moyenne P_m nécessaire pour réaliser le séchage en 14 jours.

4. Déduire de la **question 2, partie D**, l'énergie thermique $E_{propane}$ en kilowatt-heure qui doit être libérée par la combustion du propane afin de sécher le stock de hêtre, *sachant que le rendement global de l'ensemble « chaudière + batteries de chauffe » est de 60 %.*

Partie E
Évaluation du coût total d'un cycle complet de séchage (1,5 point)

Après avoir complété les tableaux en **feuille annexe 2 page 7 à rendre avec la copie**, évaluer le coût total d'un cycle complet de séchage sur 14 jours d'un stock de hêtre.
Données :

- *Le rendement global η_T de l'ensemble « chaudière + batteries de chauffe » est égal à 60 %.*
- *Le prix d'un kilowatt-heure libéré par la combustion de propane est de 0,114 euro.*
- *Le prix d'un kilowatt-heure d'électricité est de 0,082 euro.*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

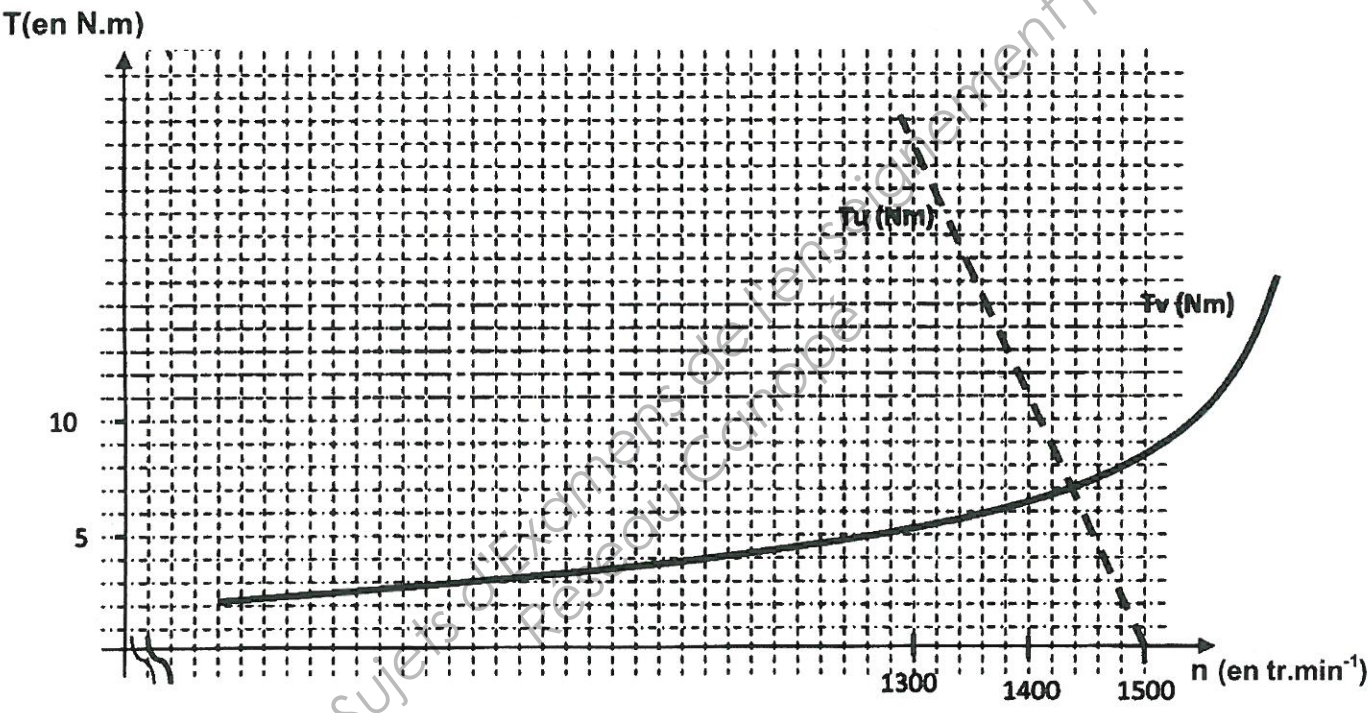
ANNEXE 1
À RENDRE AVEC LA COPIE

PARTIE A, question 3.2

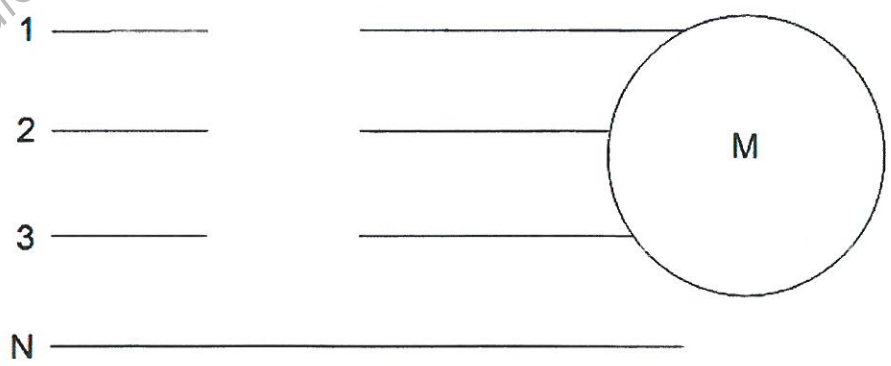
Matériau	Conductivité thermique en $W.m^{-1}.K^{-1}$
Polystyrène expansé	0,038
Polystyrène extrudé	0,033
Mousse polyuréthane	0,025
Mousse phénolique	0,019

PARTIE B, question 2

Les caractéristiques mécaniques du moteur T_u et du ventilateur T_v sont représentées ci-dessous :



PARTIE B, question 3



Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

ANNEXE 2
À RENDRE AVEC LA COPIE

	Énergie thermique nécessaire pour chauffer l'air à l'intérieur du séchoir en kWh	Énergie thermique libérée par la combustion du propane en kWh	Coût de la consommation du gaz propane en euros
Montée en température	W_1 = ...	$E_{th\,1}$ = ...	.....
Déperdition thermique	W_2 = ...	$E_{th\,2}$ = ...	.....
Séchage	E = ...	$E_{th\,3}$ = ...	.....

	Puissance électrique absorbée par le moteur du ventilateur	Énergie électrique consommée en 14 jours en kWh	Coût de la consommation d'électricité en euros
Ventilation	P_{am} = ...	$E_{consommée}$ = ...	.....

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.