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

BTS ÉTUDES ET ÉCONOMIE DE LA CONSTRUCTION

SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2017

———

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

———

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

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

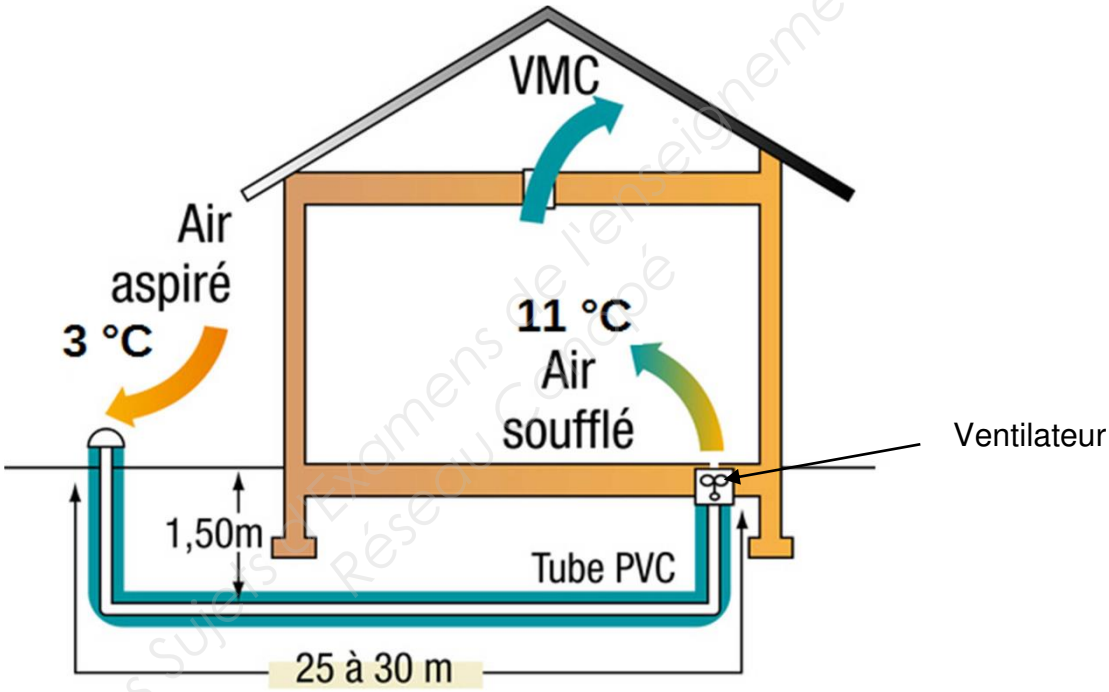
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

Un puits canadien pour tempérer une maison

Le puits canadien est une solution géothermique de surface qui permet de tempérer, à moindre coût, l'air de ventilation d'une maison.

Le principe de fonctionnement est très simple. À une profondeur d'environ deux mètres sous terre, la température est presque constante toute l'année (environ 13 °C sous nos latitudes), rendant possible des échanges thermiques. En effet, en faisant circuler de l'air dans un système de tuyauteries enfoui dans la terre, un échange thermique va s'effectuer entre la terre et l'air. Il sera ainsi possible d'augmenter la température de l'air d'une dizaine de degrés Celsius en hiver et de la diminuer d'autant en été.

Un ventilateur est utilisé pour extraire cet air du système de tuyauteries et l'insuffler dans la maison pour en assurer la ventilation. On utilise un système de ventilation de type VMC (ventilation mécanique contrôlée) pour extraire l'air vicié de la maison.



http://www.econologie-maison.fr/90/puits-canadien-solution-ideale-air-sain-

Le sujet est constitué de trois parties indépendantes :

Partie A : Transfert thermique

Partie B : Étude du système d'insufflation d'air

Partie C : Matériau et combustion

Le nombre de chiffres significatifs d'un résultat devra être cohérent avec les données de l'énoncé. Une attention particulière sera apportée aux unités utilisées.

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

A. Transfert thermique (8 points)

On cherche à mesurer le gain énergétique apporté par le puits canadien, pendant la période hivernale de chauffage, qui dure environ six mois.

1. Étude sans le puits canadien

Dans cet exercice, on néglige les pertes thermiques intervenant par le sol.

Données :

- La maison, disposant d'une porte (0,90 m × 2,10 m) et de six fenêtres (1,10 m × 1,10 m) non représentées sur le schéma précédent, a pour dimensions : longueur : $L = 12$ m ; largeur : $\ell = 10$ m ; hauteur : $h = 2{,}5$ m.
- En période hivernale, la température intérieure θ_i souhaitée est de l'ordre de 20 °C et la température extérieure moyenne est $\theta_e = 3$ °C.
- De l'intérieur vers l'extérieur, les murs sont constitués des matériaux suivants :

Matériaux	Conductivité thermique λ ($W.m^{-1}.K^{-1}$)	Épaisseur e (cm)
Plâtre	0,55	1,0
Isolant	0,03	16,0
Béton	1,89	15,0

- Résistances thermiques surfaciques superficielles internes et externes :

$$r_{si} = 0{,}130 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1} \quad \text{et} \quad r_{se} = 0{,}050 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$$

- Flux thermique à travers toutes les ouvertures en période hivernale : $\Phi_2 = 171$ W.
- Flux thermique à travers le toit en période hivernale : $\Phi_3 = 204$ W.

1.1. Donner l'expression littérale de la résistance thermique surfacique r_1 des murs en fonction des épaisseurs et des conductivités thermiques. Calculer sa valeur pour les murs de la maison.

1.2. Donner l'expression littérale du flux thermique surfacique φ_1, à travers les murs, en fonction des températures et de r_1. Calculer sa valeur.

1.3. Donner l'expression littérale du flux thermique Φ_1 à travers les murs. Calculer sa valeur.

1.4. Donner l'expression du flux thermique total Φ à travers l'ensemble des parois (murs, ouvertures et toit) de la maison. Montrer que sa valeur est de 700 W.

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

1.5. Déterminer, en joule, la valeur de l'énergie *E* utilisée par les appareils de chauffage en une journée afin de compenser les pertes à travers l'ensemble des parois de la maison.

1.6. Pour une bonne aération, l'air de la maison doit être renouvelé toutes les heures. Pour une journée, l'énergie *E'* nécessaire pour chauffer ce volume d'air de 3 °C à 20 °C est égal à $1{,}59 \times 10^8$ J.

En déduire l'énergie totale, notée E_{totale}, utilisée par les appareils de chauffage en une journée pour maintenir une température intérieure de 20 °C avec l'aération.

2. Étude avec le puits canadien

On met en marche le système de ventilation. L'air entre dans le puits canadien à la température de $\theta_1 = 3$ °C, se réchauffe en circulant dans la canalisation enterrée et arrive à l'intérieur de la pièce à une température de $\theta_2 = 11$ °C.

Données :

- masse volumique de l'air : $\rho_{air} = 1{,}30$ kg.m^{-3} ;
- capacité thermique massique de l'air : $c_{air} = 1{,}00 \times 10^3$ J.kg^{-1}.K^{-1}.

2.1. Pour obtenir une bonne aération, on veut renouveler l'air de la maison toutes les heures. Montrer que la masse d'air qui doit circuler dans la canalisation, en une journée, est environ égale à 9 360 kg.

2.2. Montrer que la valeur de l'énergie thermique *E"*, transférée à cette masse d'air lorsqu'elle passe de 3 °C à 11 °C dans la canalisation du puits canadien, est d'environ $7{,}49 \times 10^7$ J.

2.3. Comparer la valeur de l'énergie *E'* donnée à la question 1.6 à la valeur de *E"*, énergie économisée grâce au puits canadien. Le puits canadien apporte-t-il un gain d'énergie significatif ? Justifier la réponse à l'aide d'un calcul.

2.4. La maison est chauffée grâce à une chaudière aux granulés de bois. Le kWh est facturé à un prix de 0,063 euro.

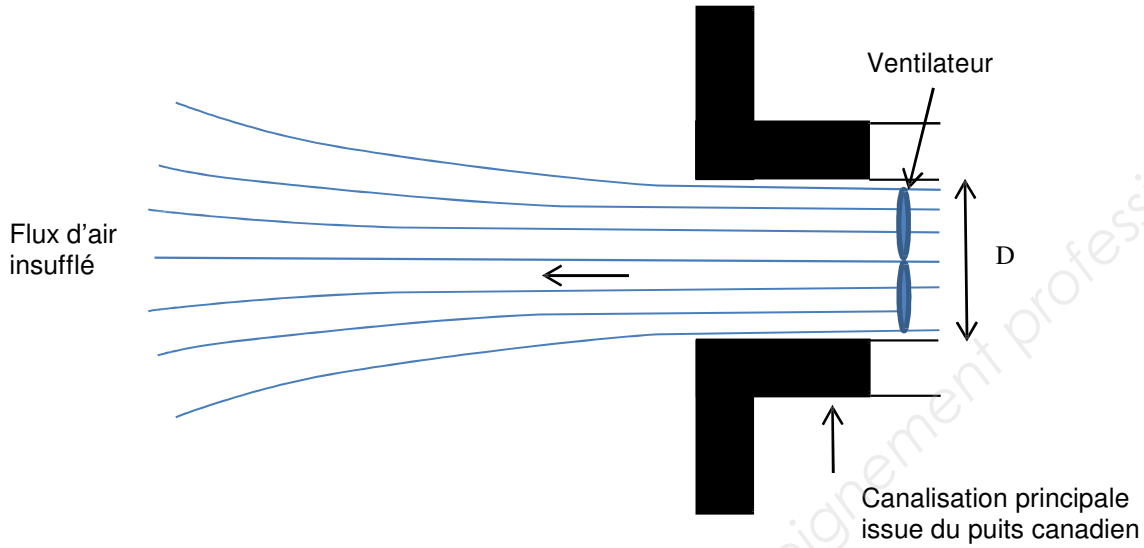
Une publicité annonce : « Le puits canadien permet d'économiser environ 236 euros, pour cette maison, au cours d'une période de 6 mois de chauffage ». Justifier cette affirmation.

2.5. En réalité, pour le consommateur, l'économie réalisée est moindre. Proposer une explication.

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

B. Étude du système d'insufflation d'air (5,5 points)

Afin d'insuffler, dans la maison, l'air issu du puits canadien, un ventilateur est placé à la sortie de la canalisation principale.



Système d'insufflation d'air vu en coupe

Données :

- diamètre intérieur de la canalisation : $D = 20{,}0$ cm ;
- débit volumique d'air : $83{,}3 \times 10^{-3}$ m^3.s^{-1} ;
- niveau d'intensité sonore L (en dB) : $L = 10.\log\frac{I}{I_0}$
- seuil d'audibilité de l'oreille humaine à 1000 Hz : $I_0 = 1{,}00 \times 10^{-12}$ W.m^{-2} ;
- la réglementation limite le niveau sonore (niveau d'intensité sonore) généré par le système d'insufflation d'air à 30 dB(A).
- Tableau de pondération :

Fréquence centrale de la bande d'octave (en Hz)	125	250	500
Pondération A (en dB)	- 16	- 8	- 3

1. Étude de l'écoulement d'air

1.1. Le débit volumique d'air permet-il de renouveler entièrement le volume d'air de 300 m^3 de la maison en une heure ?

1.2. La vitesse préconisée pour la circulation de l'air dans la canalisation ne doit pas excéder 3 m.s^{-1} afin de limiter les nuisances sonores du système de ventilation. Cette contrainte est-elle respectée ?

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

2. Étude acoustique du système de ventilation

Le ventilateur du système d'insufflation d'air émet un bruit dans la pièce où il est installé. Les résultats des mesures des niveaux d'intensité sonore, par bande d'octave, sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Fréquence centrale de la bande d'octave (en Hz)	125	250	500
Niveau d'intensité sonore (en dB)	30	30	30

2.1. Déterminer les fréquences minimale f_{min} et maximale f_{max} de la bande d'octave centrée sur la fréquence 250 Hz.

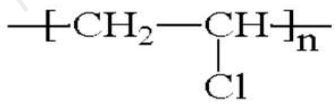
2.2. On désire savoir si le système d'insufflation d'air est conforme à la réglementation acoustique.
Pour cela, calculer le niveau d'intensité sonore pondéré pour chacune de ces bandes, puis le niveau d'intensité sonore global en dB(A).
Le système d'insufflation d'air est-il conforme à la réglementation ?

C. Matériau et combustion (6,5 points)

1. Choix du matériau constituant les tuyaux

Il existe plusieurs possibilités quant au choix du matériau constituant le tuyau enterré à travers lequel s'effectuent les échanges thermiques.

Il est courant d'utiliser des matières plastiques comme le polyéthylène (PE) ou le polychlorure de vinyle (PVC). Ces matières plastiques sont essentiellement constituées de polymères. La formule semi-développée du PVC est la suivante :



où *n* est le degré de polymérisation.

1.1. Qu'est-ce qu'un polymère ?

1.2. Que représente le degré de polymérisation *n* qui apparait dans la formule du PVC ?

1.3. Écrire la formule développée de la molécule à partir de laquelle le PVC est synthétisé.

1.4. Écrire l'équation modélisant la réaction de synthèse du PVC.

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

2. Chauffage par combustion

Le puits canadien n'étant pas suffisant pour apporter toute l'énergie nécessaire durant la période hivernale, la maison est équipée d'une chaudière à bois fonctionnant avec des granulés de bois.

Données :

- masse volumique des granulés de bois : $\rho = 650$ kg.m^{-3} ;
- pouvoir calorifique des granulés de bois : $PC = 4{,}90$ kWh.kg^{-1};
- masses molaires atomiques :

  $M(\text{H}) = 1{,}0$ g.mol^{-1} ; $M(\text{C}) = 12{,}0$ g.mol^{-1} ; $M(\text{O}) = 16{,}0$ g.mol^{-1};
- volume molaire des gaz : $V_m = 24{,}0$ L.mol^{-1};
- énergie fournie par la chaudière pour six mois de chauffage : $E = 6{,}80 \times 10^3$ kWh ;
- on considère que le bois est constitué principalement de cellulose, polymère du glucose, de formule brute $(C_6H_{10}O_5)_n$;
- en volume, l'air est composé d'environ 20 % de dioxygène.

2.1. Recopier et ajuster l'équation de la réaction de combustion complète d'un motif élémentaire $C_6H_{10}O_5$ de cellulose réagissant avec le dioxygène de l'air :

$$\ldots\ C_6H_{10}O_5 \ + \ \ldots\ O_2 \rightarrow \ldots\ CO_2 \ + \ldots\ H_2O$$

2.2. Sachant que la chaudière a un rendement de 90 %, montrer que la masse de granulés de bois, nécessaire pour la période de chauffage, est égale à 1,54 t.

2.3. En déduire le volume de granulés de bois nécessaire pour la période de chauffage.

2.4. Calculer la masse molaire du motif élémentaire de cellulose, $C_6H_{10}O_5$.

2.5. En déduire la quantité, exprimée en mol, de motifs élémentaires $C_6H_{10}O_5$ consommée durant la période de chauffage.

2.6. Déterminer le volume de dioxygène consommé lors la période de chauffage.

2.7. En déduire le volume d'air nécessaire.

2.8. L'air de la maison est renouvelé avec un débit constant de 300 m^3.h^{-1}. Ce débit est-il suffisant pour assurer une combustion complète du bois pendant les six mois de chauffage ?

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.