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

Bâtiment

Épreuve E32

Sciences physiques appliquées

Session 2016

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

La calculatrice conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99 est autorisée.

Tout autre matériel est interdit

Important
Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

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

Le bâtiment à énergie passive BEPAS ou maison passive

Le **bâtiment à énergie passive BEPAS** ou **maison passive** est dérivé du concept allemand *Passivhaus*. Plus performant que le bâtiment BBC, ce type d'habitation est mis au point pour consommer un minimum d'énergie. C'est en cela un logement durable, confortable et économique à l'usage.

La conception d'un habitat passif s'appuie sur quelques grands principes parmi lesquels : une isolation thermique renforcée, des fenêtres de grande qualité, une suppression des ponts thermiques.

Pour obtenir le label BEPAS, il convient de respecter certaines normes :

- un besoin en énergie pour le chauffage inférieur ou égal à 15 $kWh.m^{-2}$ par an ;
- une consommation en énergie primaire (Cep), pour le chauffage, l'eau chaude, l'électroménager…, inférieure ou égale à 120 $kWh\text{-}ep{\cdot}m^{-2}$ par an ;
- un besoin en énergie finale (EF) inférieur ou égal à 50 $kWh.m^{-2}$ par an.

Par ailleurs, afin de limiter la déperdition d'énergie, une excellente étanchéité est exigée.

Un conseil municipal a décidé la construction d'un éco-quartier BEPAS, avec une première tranche de 6 maisons et un lot de 15 appartements. Les maisons sont de forme simple et compacte, équipées d'un vide sanitaire ventilé de 60 cm de hauteur, sans étage et de surface habitable 100 m^2.

Le sujet comporte trois parties indépendantes.

Partie A : Étude thermique d'une maison BEPAS.

Partie B : Chauffage et production d'eau chaude sanitaire (ECS) de la maison.

Partie C : Éclairage du salon.

Les parties peuvent être traitées dans l'ordre de votre choix. Le nombre de chiffres significatifs des résultats doit être cohérent avec celui des données. Une attention particulière sera apportée aux unités.

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

A. Étude thermique d'une maison BEPAS (9 points).

Les données concernant l'isolation des murs extérieurs, du sol, du toit, des portes, du plafond et des vitrages sont fournies dans le tableau suivant :

	Surfaces (m^2)	Composition	Epaisseur (mm)	Conductivité thermique λ ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Résistance thermique ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)
Murs extérieurs		Plaques de plâtre BA13	130	0,250	
		Enduit chaux	100	0,700	
		Brique standard	200	0,390	
		Laine de roche	200	0,042	
		Bois léger sapin	100	0,140	
Sol	100	Panneau de liège	40	0,040	10,1
		Laine de bois ISONAT	80	0,036	
		Béton	200	2,10	
		Hourdis polystyrène	250	0,038	
Toiture	104	Laine de roche	60	0,040	7,5
		Polystyrène	210	0,036	
Vitrages	16,9	Triple vitrage	4/12/4/12/4		4,6
Porte	1,66	Bois	40	0,200	0,37

Les dimensions de la maison sont : longueur L = 13,50 m, largeur l = 8,49 m et hauteur h = 2,50 m. La maison possède deux baies vitrées, deux portes-fenêtres et une porte pleine dont les dimensions sont données sur le schéma du **document 1** donné en **annexe 1** page 7.

I. Isolation thermique.

La maison est construite dans une région où la température de l'air extérieur durant la période d'hiver est en moyenne de θ_e = -1,0 °C. La température à l'intérieur de la maison est maintenue constante à θ_i = 19,0 °C en hiver par une chaudière à gaz et la température dans le vide sanitaire est de θ_{vs} = 10,0 °C.
Les résistances surfaciques à l'intérieur et à l'extérieur de la maison valent respectivement R_{si} = 0,110 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ et R_{se} = 0,060 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

1. Différents modes de transfert thermique.

1.1. Les échanges thermiques s'effectuent selon trois modes. Associer, à chacune des définitions suivantes, le nom du mode de transfert thermique correspondant.

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

définition 1	définition 2	définition 3
Le transfert d'énergie par ondes électromagnétiques ne nécessite pas de milieu matériel et se fait sans transport de matière.	Le transfert d'énergie se fait par déplacement de matière, généralement au sein d'un gaz ou d'un liquide.	Le transfert d'énergie dans un milieu matériel, se fait de proche en proche sans transport de matière.

1.2. Quel mode de transfert thermique intervient dans les solides ?

1.3. Dans quel sens s'effectuent les transferts thermiques ?

2. Détermination des résistances et des flux thermiques.

2.1. Donner l'expression de la résistance thermique surfacique R_m des murs extérieurs et vérifier que sa valeur est de 6,82 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

2.2. Exprimer puis calculer le flux thermique surfacique φ_m à travers les murs.

2.3. Calculer la surface S_m des murs.

2.4. Calculer le flux thermique Φ_m à travers les murs.

2.5. Montrer que le flux thermique surfacique à travers le sol est φ_{sol} = 0,891 $W \cdot m^{-2}$ puis calculer le flux thermique Φ_{sol} à travers le sol.

II. Bilan thermique et DPE (diagnostic de performance énergétique) de la maison.

1. Montrer que le flux thermique total à travers la maison est de Φ = 799 W, sachant que les valeurs des flux thermiques sont de Φ_{toit} = 278 W pour le toit, Φ_v = 73,8 W pour les parties vitrées (baies vitrées et portes-fenêtres) et Φ_p= 89,7 W pour la porte.

2. La période de chauffage en hiver dure 120 jours. Montrer que l'énergie consommée pour compenser les pertes thermiques est d'environ E = 2 300 kWh.
Quel est le coût du chauffage, si le coût du kWh est de 0,10 € ?

3. Le propriétaire utilise un chauffage au gaz. Dans ce cas, l'énergie finale est égale à l'énergie primaire : 1 kWh-ef = 1 kWh-ep, contrairement au chauffage électrique pour lequel il faut 2,58 kWh en énergie primaire pour obtenir 1 kWh en énergie finale.

Quelle est la consommation annuelle totale d'énergie primaire utilisée dans la maison (chauffage, eau chaude sanitaire, électroménager…), sachant que la consommation d'énergie par chauffage représente 60 % de la consommation totale d'énergie primaire ?

4. En utilisant le document 2 en annexe 1 page 7, déterminer la classe énergétique de cette maison.

5. La maison peut-elle bénéficier du label BEPAS ? Justifier votre réponse.

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

B. Chauffage et production d'eau chaude sanitaire (ECS) de la maison (6 points).

Le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire de la maison sont assurés par une chaudière à gaz à condensation.

Données :

La chaudière

La chaudière a un rendement η de 95 %.

Son rendement η représente le rapport de l'énergie fournie par la chaudière sous forme thermique Q par l'énergie E fournie par le gaz lors de sa combustion dans la chaudière :

$\eta = Q / E$

Le combustible

Le gaz naturel est composé essentiellement de méthane.

Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) du méthane est de 11,1 $kWh \cdot m^{-3}$.

La masse volumique du méthane est de $\rho = 0{,}634\ kg \cdot m^{-3}$.

Le volume molaire dans les conditions de l'étude vaut $V_m = 24{,}0\ L \cdot mol^{-1}$.

Masses molaires atomiques :

$M(C) = 12{,}0\ g \cdot mol^{-1}$; $M(H) = 1{,}0\ g \cdot mol^{-1}$; $M(O) = 16{,}0\ g \cdot mol^{-1}$.

I. Fonctionnement de la chaudière.

1. Donner le nom du changement d'état qui est évoqué dans le **document 3 en annexe 2** page 8.

2. Sachant que la chaudière produit une énergie thermique $Q = 2\ 770$ kWh par an pour le chauffage et l'eau chaude, quelle est la quantité d'énergie E fournie par la combustion du gaz naturel ?

3. Montrer que le volume de méthane V, consommé par an, est égal à 263 m^3. En déduire la masse de gaz consommé par an.

4. Le méthane est constitué de molécules de formule brute CH_4. À quelle famille de composés organiques appartient-il ?

5. Écrire l'équation de la combustion complète du méthane dans le dioxygène O_2.

II. Émission de gaz à effet de serre (GES).

1. La masse de méthane consommé par an est de 167 kg. Calculer la quantité de matière, exprimée en moles, de méthane consommé en une année.

2. Vérifier que la masse de dioxyde de carbone libéré par cette chaudière pendant une année est égale à 458 kg.

3. En déduire la masse de dioxyde de carbone libéré par mètre carré et par an sachant que la surface habitable est de 100 m². Quel est le classement de cette maison pour ce qui est de l'émission de gaz à effet de serre (GES) ? (voir **document 2** en **annexe 1** page 7).

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

C. Éclairage du salon (5 points).

Dans cette partie, on se propose d'étudier l'éclairage du salon (voir le schéma en coupe présenté sur le **document 4** en **annexe 3** à la page 9)**.**
Le salon dispose de deux baies vitrées qui apportent une lumière naturelle suffisante en journée. La nuit, l'éclairage est fourni par un plafonnier LED, qui se comporte comme une source isotrope rayonnant dans un demi-espace d'angle solide Ω qui vaut 2π stéradians.

Données :

- la loi de Bouguer, qui permet de calculer l'éclairement *E* en fonction de l'intensité *I*, peut s'écrire sous la forme : $E = \frac{I \cdot h}{(h^2 + x^2)^{3/2}}$ (voir **document 4** annexe 3 page 9)
- pour une source isotrope, l'intensité lumineuse *I* est constante dans tout l'angle solide Ω d'émission de la lampe : $I = \frac{\Phi}{\Omega}$

I. Caractéristiques de la lampe.

1. Voici un extrait de la documentation technique d'une lampe :

IRC	Température de couleur		
82	5 000 K	33 W	2 400 lm

À quelles grandeurs physiques correspondent les valeurs indiquées dans les deux dernières colonnes du tableau ci-dessus ?

2. Donner l'expression de l'efficacité lumineuse *k* de la lampe puis calculer sa valeur.

3. En vous aidant du tableau ci-dessous, donner la classe énergétique de la lampe.

Classe énergétique	A	B	C	D
Efficacité lumineuse ($lm \cdot W^{-1}$)	> 50	21 à 51	16 à 20	13 à 15

II. Éclairement du salon.

1. Quel appareil permet de mesurer l'éclairement d'une surface ?

2. Exprimer puis calculer l'intensité lumineuse *I*.

3. En déduire l'éclairement E_1 au point O du sol puis l'éclairement E_2 au point A du sol (voir **document 5** en **annexe 3** à la page 9).

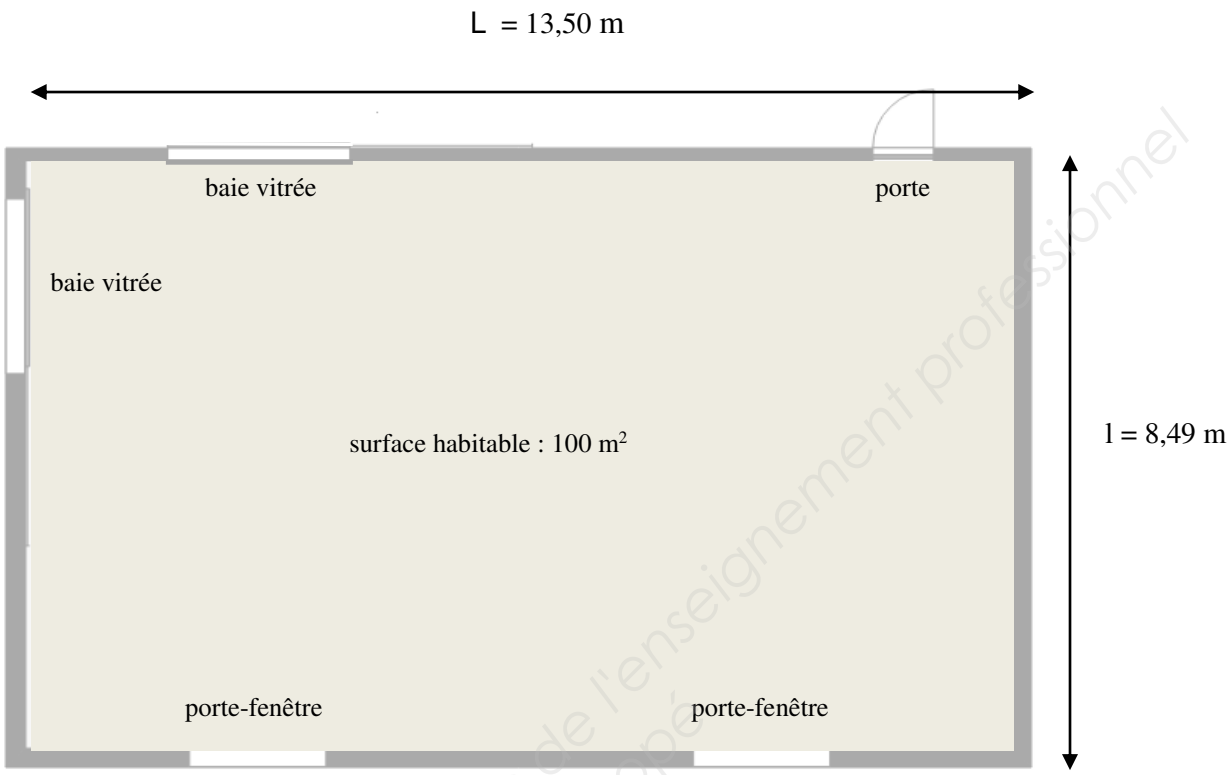
4. On considère que l'éclairement au sol dans une habitation doit être supérieur ou égal à 100 lux. Cette condition est-elle satisfaite ? Justifier la réponse.

5. Sinon, quelle solution proposez-vous ?

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

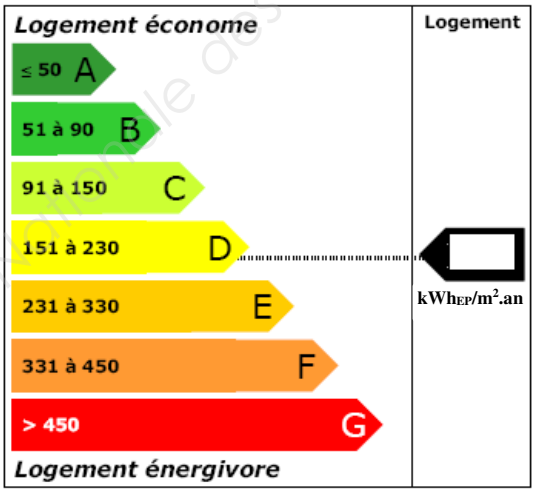
ANNEXE 1 : Étude thermique d'une maison BEPAS

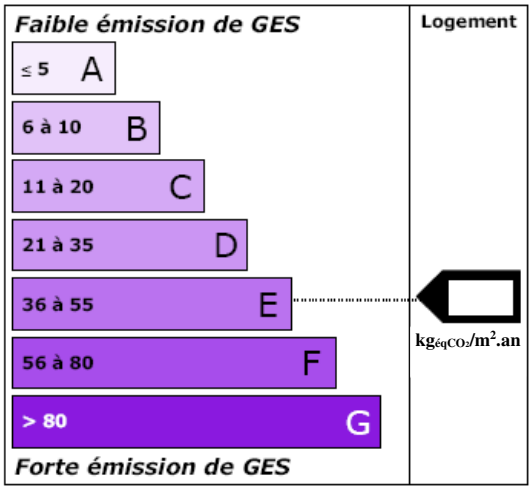
Document 1 : Schéma de la maison



Document 2 : Étiquettes énergie en kWh-ep·m^{-2}·an^{-1} et climat en kg CO_2·m^{-2}·an^{-1}

Le diagnostic de performance énergétique (DPE) renseigne sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment, en évaluant entre autres sa consommation d'énergie et son impact en terme d'émission de gaz à effet de serre. La lecture du DPE est facilitée par deux étiquettes à 7 classes de A à G (A correspondant à la meilleure performance, G à la plus mauvaise).





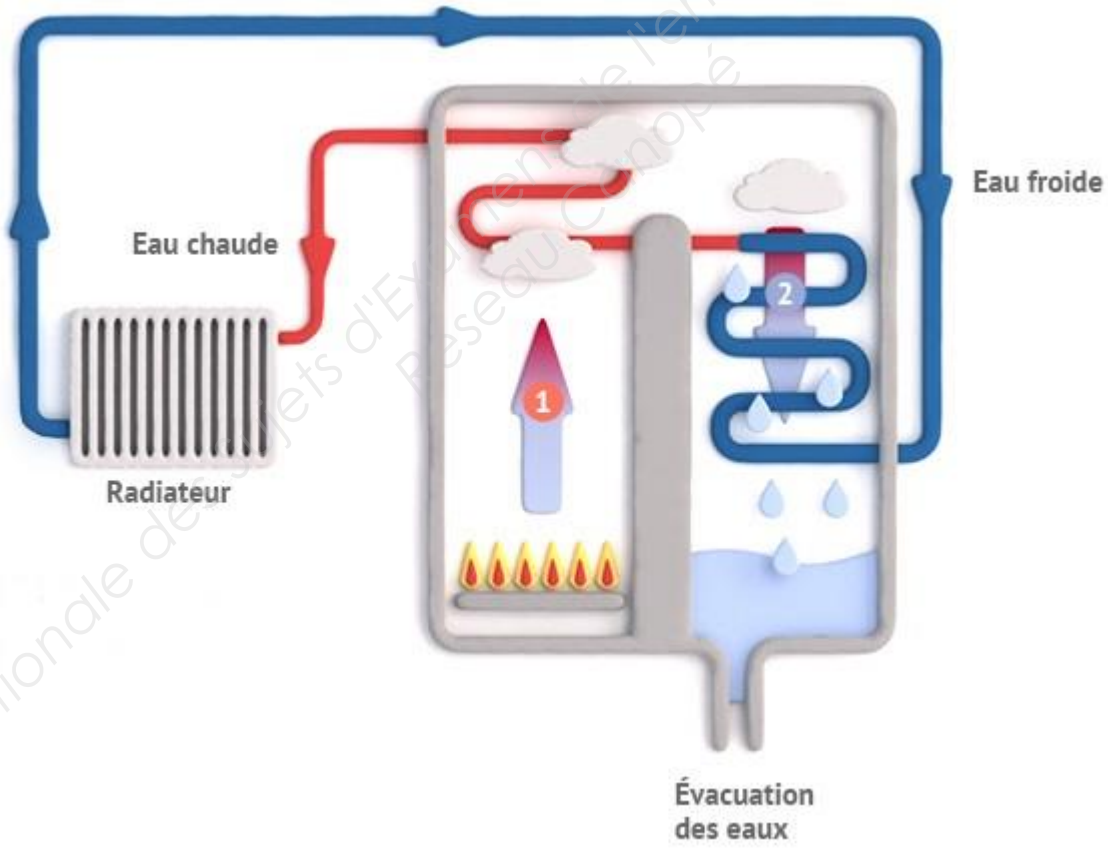
http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Diagnostic-de-Performance,855-.html

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

ANNEXE 2 : Chauffage et production d'eau chaude sanitaire (ECS) de la maison

Document 3 : Schéma de fonctionnement d'une chaudière à condensation

Dans une chaudière classique, les pertes thermiques de la chaudière se font principalement par la température des fumées, qui est plus importante que celle de l'air de combustion, et d'autre part par la liquéfaction de la vapeur d'eau contenue dans ces fumées. L'eau contenue dans les fumées est issue de la réaction chimique de la combustion qui, si la chaudière est bien réglée, ne produit que de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone.
Lors du refroidissement de la vapeur d'eau, le passage de l'état gazeux à l'état liquide, restitue de l'énergie qui est perdue si les vapeurs d'eau s'échappent dans l'atmosphère. Le rôle de la chaudière à condensation est donc de récupérer une partie de cette énergie, en condensant la vapeur d'eau des fumées d'échappement, et de la transférer à l'eau du circuit de chauffage.
L'évacuation de l'eau libérée lors de la condensation (les condensats) se fait par le réseau des eaux usées.
D'après https://fr.wikipedia.org/wiki/Chaudiere_a_condensation

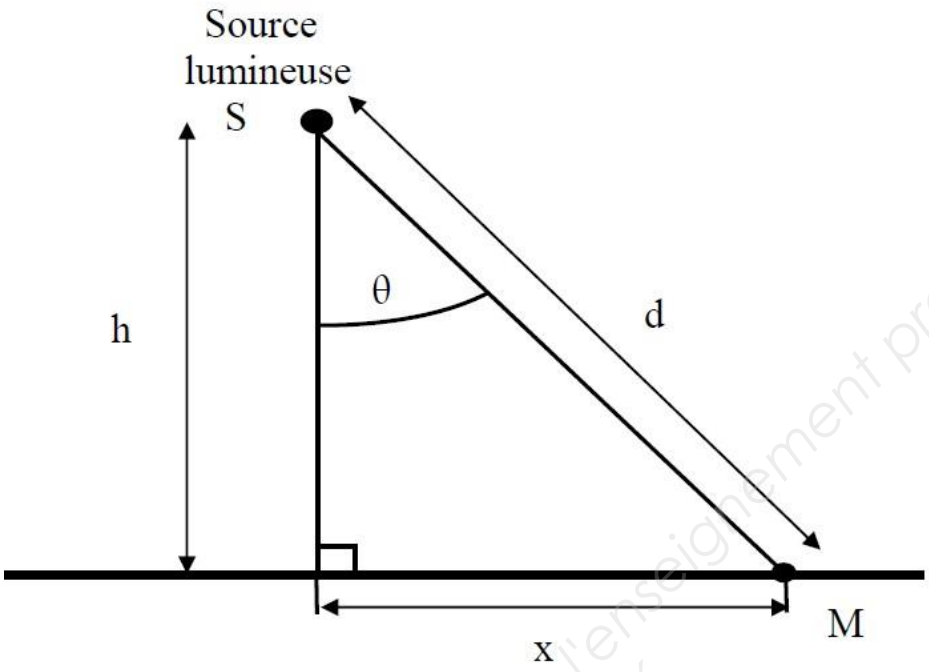


http:// www.radiateur-clim-chauffage.com/chaudiere-gaz-a-condensation-maison-energy.jpg

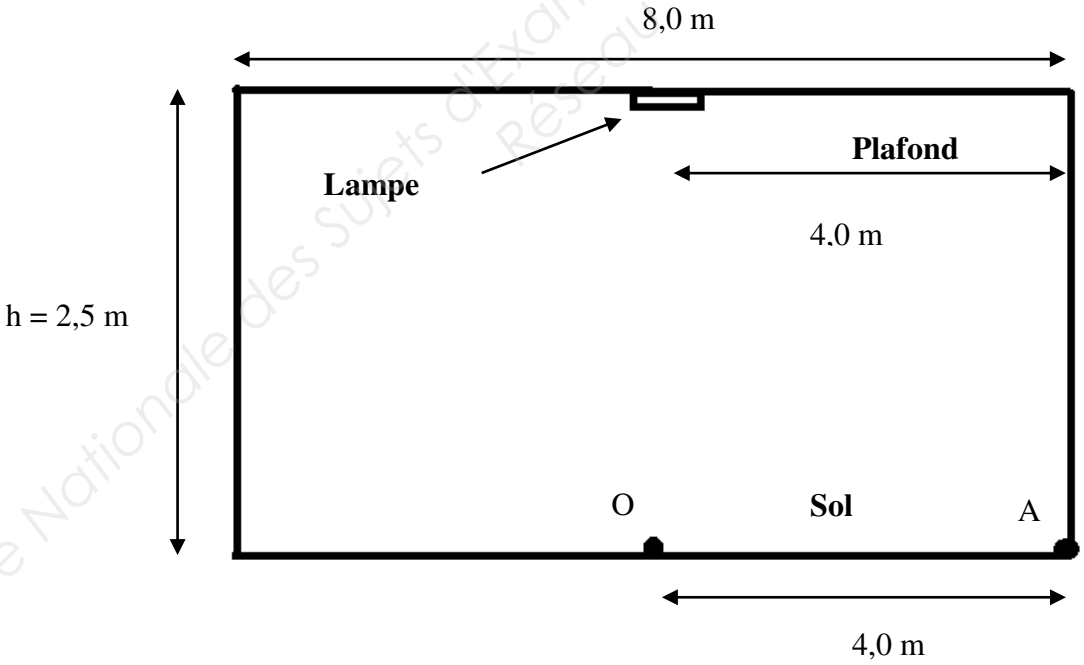
Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

Annexe 3 : Éclairage du salon

Document 4 : Formule de Bouguer



Document 5 : Schéma du salon



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.