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 :
formav.co/explorer

Sciences Physiques

Session 2007 • Code sujet : **34EM07** • Durée : **Non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Thermodynamique : calcul de la puissance de chauffage de la chambre** (8 questions) — **Page 3**
2. **Acoustique : niveau sonore dans la chambre, fenêtre ouverte ou fermée** (8 questions) — **Page 6**
3. **Étude d'un variateur de lumière** (7 questions) — **Page 9**
4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://btsera.fr/assets/annales/bts-era/E3.2 - Physique-Chimie/2007/BTS ERA - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2007 - 1-Sujet.pdf

1. Thermodynamique : calcul de la puissance de chauffage de la chambre

La chambre donne sur une rue et l'étude thermique porte uniquement sur le mur extérieur et la fenêtre, les autres parois étant à l'intérieur de l'immeuble. La composition du mur, les épaisseurs et conductivités des matériaux, les températures intérieure et extérieure et les dimensions sont fournies.

Étude du mur

Question 1.1. À partir des données et des couches de matériaux du mur, exprimer littéralement sa résistance thermique globale R_M.

Les résistances des couches traversées successivement s'additionnent, ainsi que les résistances superficielles interne et externe. Pour chaque matériau, la résistance surfacique est l'épaisseur en mètres divisée par la conductivité thermique. En suivant l'ordre intérieur vers extérieur du schéma, on obtient l'expression littérale de la résistance globale du mur :

$$R_M = r_i + \frac{e_{pl}}{\lambda_{pl}} + \frac{e_{br}}{\lambda_{br}} + \frac{e_{lv}}{\lambda_{lv}} + \frac{e_b}{\lambda_b} + \frac{e_{en}}{\lambda_{en}} + r_e.$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$R_M = r_i + \frac{e_{pl}}{\lambda_{pl}} + \frac{e_{br}}{\lambda_{br}} + \frac{e_{lv}}{\lambda_{lv}} + \frac{e_b}{\lambda_b} + \frac{e_{en}}{\lambda_{en}} + r_e.$$

Question 1.2. Calculer la valeur numérique de la résistance thermique globale R_M du mur.

Couche ou échange	Résistance surfacique (m²·K·W⁻¹)
Échanges superficiels	0,036 + 0,175
Plâtre	0,005 / 0,74
Briquette	0,035 / 0,47
Laine de verre	0,075 / 0,038
Brique	0,200 / 0,47
Enduit	0,012 / 0,46

Les épaisseurs du tableau sont converties de millimètres en mètres. On additionne ensuite les cinq résistances des matériaux et les deux résistances superficielles. La somme donne la résistance thermique globale par mètre carré de mur, en m²·K·W⁻¹.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$R_M \approx 2,72\ \mathrm{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}}.$$

Détermination des densités de flux thermiques

Question 2.1. Donner l'expression littérale de la densité de flux thermique φ_M traversant le mur.

En régime thermique stationnaire, la densité de flux traversant le mur est proportionnelle à l'écart de température entre ses deux faces. La résistance thermique globale du mur représente l'opposition au passage du flux par unité de surface. On divise donc l'écart entre la température intérieure et la température extérieure par cette résistance. La densité de flux s'exprime en W·m⁻² :

$\varphi_M = \frac{\theta_i - \theta_e}{R_M}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\varphi_M = \frac{\theta_i - \theta_e}{R_M}$, en $\mathrm{W \cdot m^{-2}}$.

Question 2.2. Donner l'expression littérale de la densité de flux thermique φ_V traversant la surface vitrée.

Le vitrage est caractérisé par son coefficient global de transmission thermique U_V, donné en W·m⁻²·K⁻¹. Ce coefficient tient déjà compte des résistances superficielles : il ne faut donc pas les ajouter une seconde fois. La densité de flux thermique traversant la fenêtre est le produit de ce coefficient par la différence entre les températures intérieure et extérieure :

$\varphi_V = U_V(\theta_i - \theta_e)$, en W·m⁻².

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\varphi_V = U_V(\theta_i - \theta_e)$, en $\mathrm{W \cdot m^{-2}}$.

Question 2.3. Calculer numériquement les densités de flux thermiques φ_M et φ_V.

Paroi	Écart de température	Application
Mur	20 − (−6) = 26 K	26 / 2,7175
Vitrage	20 − (−6) = 26 K	4,55 × 26

L'écart de température est de 26 K, équivalent numériquement à 26 °C. Pour le mur, on divise cet écart par sa résistance thermique globale. Pour le vitrage, on multiplie l'écart par le coefficient global de transmission fourni.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\varphi_M \approx 9,57\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$; $\varphi_V = 118,3\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$.

Calcul de la puissance de chauffage

Question 3.1. Exprimer littéralement la puissance perdue P_M à travers le mur, puis la calculer.

La façade donnant sur la rue a pour dimensions la largeur $l = 3,0$ m et la hauteur $h = 2,5$ m. Sa surface opaque est donc la surface totale moins celle de la fenêtre : $S_M = lh - S_f = 3,0 \times 2,5 - 1,5 = 6,0$ m². La puissance perdue à travers le mur est le produit de sa densité de flux par cette surface, soit $P_M = \varphi_M S_M$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_M \approx 57,4\ \text{W}$.

Question 3.2. Calculer la puissance perdue P_V à travers la surface vitrée.

Donnée	Valeur
Densité de flux vitrée	118,3 W·m⁻²
Surface de la fenêtre	1,5 m²
Puissance perdue	118,3 × 1,5 W

La puissance traversant la fenêtre est égale à la densité de flux multipliée par la surface vitrée. On utilise la surface fournie dans la figure 1 et le coefficient global de transmission thermique, qui tient déjà compte des échanges superficiels.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_V = 177,45\ \text{W}$.

Question 3.3. À partir des pertes thermiques calculées à travers le mur et la surface vitrée, déduire la puissance de chauffage P_C.

La puissance de chauffage compense ici les pertes par la surface opaque du mur extérieur et par la fenêtre. Les autres parois étant intérieures à l'immeuble, elles ne sont pas incluses dans le bilan demandé. On additionne directement les deux pertes, calculées à partir des dimensions de la façade, de la surface vitrée, de la résistance du mur et du coefficient de transmission du vitrage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_C = P_M + P_V \approx 234,9\ \text{W}$.

2. Acoustique : niveau sonore dans la chambre, fenêtre ouverte ou fermée

La chambre est exposée à un niveau sonore extérieur de 74 dB, et ses dimensions, sa surface vitrée et son coefficient moyen d'absorption sont indiqués. L'étude compare le niveau sonore fenêtre ouverte et fermée, puis s'appuie sur l'annexe et son abaque pour déterminer l'affaiblissement acoustique et l'épaisseur du vitrage.

Niveau sonore dans la chambre, fenêtre ouverte

Question 1.1. Déterminer la valeur du coefficient de transmission τ lorsque les locaux communiquent par une ouverture sans paroi matérielle.

L'annexe précise que les locaux communiquant par une ouverture sans paroi matérielle ont un coefficient de transmission égal à 1. La fenêtre ouverte correspond à cette situation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\tau = 1$, sans unité.

Question 1.2. À partir du coefficient de transmission, déterminer la valeur de l'indice d'affaiblissement R et préciser son unité.

L'annexe donne $R = -10 \log_{10}(\tau)$. Avec $\tau = 1$, le logarithme vaut zéro. L'indice d'affaiblissement s'exprime en décibels.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R = 0$ dB.

Question 1.3. Calculer l'aire d'absorption équivalente A_0 de la chambre sans tenir compte de la fenêtre.

Grandeur	Calcul	Valeur
Surface totale de la chambre	$2(4{,}0 \times 3{,}0 + 4{,}0 \times 2{,}5 + 3{,}0 \times 2{,}5)$	$59\ \text{m}^2$
Surface hors fenêtre	$59 - 1{,}5$	$57{,}5\ \text{m}^2$
Aire d'absorption équivalente	$A_0 = 0{,}25 \times 57{,}5$	$14{,}375\ \text{m}^2$

On applique $A_0 = \alpha S$ aux surfaces de la chambre en excluant la fenêtre.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A_0 = 14{,}375\ \text{m}^2$.

Question 1.4. **Calculer le niveau sonore L₀ à l'intérieur de la chambre.**

Fenêtre ouverte, $R = 0$, $\tau = 1$ et $S_{ouv} = 1{,}5\ \text{m}^2$. Avec $A_i = A_0 = 14{,}375\ \text{m}^2$, l'annexe donne $L_0 = 74 + 10\log_{10}\left(\frac{1{,}5}{1\times 1{,}5 + 14{,}375}\right)$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $L_0 \approx 63{,}8\ \text{dB}$.

Niveau sonore dans la chambre, fenêtre fermée

Question 2.1. **En négligeant le terme τ·S_f devant A_i, donner l'expression littérale de l'indice d'affaiblissement R_f de la fenêtre, sachant que le niveau sonore intérieur ne doit pas dépasser 30 dB.**

On part de $L_{int} = L_{ext} - R_f + 10\log_{10}\left(\frac{S_f}{\tau S_f + A_i}\right)$. En négligeant τS_f, le dénominateur devient A_i. En posant le niveau intérieur maximal à 30 dB et en isolant R_f, on obtient :

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R_f = L_{ext} - 30 + 10\log_{10}\left(\frac{S_f}{A_i}\right)$.

Question 2.2. **Calculer numériquement l'indice d'affaiblissement R_f de la fenêtre.**

Avec $L_{ext} = 74\ \text{dB}$, $S_f = 1{,}5\ \text{m}^2$ et $A_i = A_0 = 14{,}375\ \text{m}^2$, $R_f = 74 - 30 + 10\log_{10}(1{,}5/14{,}375)$. Le résultat s'exprime en décibels.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R_f \approx 34{,}2\ \text{dB}$.

Détermination de l'épaisseur du verre

Question 2.3.1. **À l'aide de l'abaque de l'annexe, déterminer l'indice d'affaiblissement à 520 Hz pour un verre étiré de 3 mm.**

Pour un verre étiré de 3 mm, l'abaque correspond à une masse surfacique d'environ $7{,}5\ \text{kg}\backslash\text{cdotp}\text{m}^{-2}$. À cette masse, la courbe de 520 Hz indique un affaiblissement proche de 26 dB.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 520 Hz, $R \approx 26\ \text{dB}$.

Question 2.3.2. **Sachant que l'indice d'affaiblissement augmente de 4 dB à chaque doublement de masse, déterminer l'épaisseur de verre nécessaire pour obtenir R_f = 34 dB.**

Étape	Calcul	Résultat
Affaiblissement à gagner	$34 - 26$	$8\ \mathrm{dB}$
Doublements de masse	$8/4$	2
Épaisseur nécessaire	3×2^2	$12\ \mathrm{mm}$

À matériau identique, la masse surfacique est proportionnelle à l'épaisseur. Deux doublements de masse correspondent donc à deux doublements d'épaisseur.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Épaisseur nécessaire : $12\ \mathrm{mm}$.

3. Étude d'un variateur de lumière

Le séjour est équipé d'un variateur de lumière dont le composant K est supposé parfait et fonctionne comme un interrupteur ouvert ou fermé. Les questions portent sur les caractéristiques du réseau électrique et sur la représentation de la tension aux bornes de la lampe selon l'état de K et son calendrier de commande.

Réseau

Question 1.1. Indiquer la fréquence du réseau d'alimentation électrique en France.

Le réseau électrique français distribue une tension alternative périodique à la fréquence standard de 50 Hz. La fréquence correspond au nombre de périodes effectuées en une seconde. Elle vaut donc 50 périodes par seconde pour l'alimentation des particuliers. Cette valeur caractérise le réseau et ne dépend pas du réglage du variateur de lumière étudié dans la suite.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fréquence du réseau : 50 Hz.

Question 1.2. Préciser ce que représente la valeur de 230 V fournie par EDF aux particuliers.

La valeur de 230 V correspond à la valeur efficace de la tension alternative du secteur. Ce n'est pas sa valeur maximale : pour une tension sinusoïdale, la valeur maximale est supérieure. La valeur efficace caractérise les effets de la tension alternative et permet de la comparer à une tension continue produisant le même effet thermique dans une résistance.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 230 V est la valeur efficace de la tension du secteur.

Fonctionnement du variateur de lumière

Question 2.1. Donner le nom du composant K commandé à la fermeture.

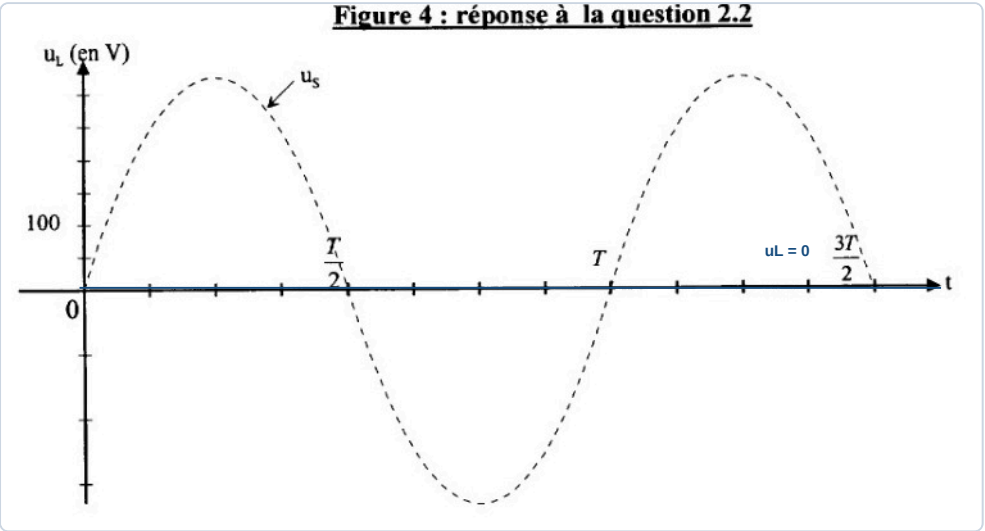
Le composant K est l'interrupteur électronique représenté dans le circuit du variateur. Dans un variateur de lumière alimenté en courant alternatif, ce composant est un triac : commandé à la fermeture, il permet de contrôler les portions de tension transmises à la lampe. Il est ici supposé parfait et assimilé à un interrupteur idéal ouvert ou fermé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> K est un triac.

Question 2.2. **Sur le document réponse, représenter la tension u_L aux bornes de la lampe en fonction du temps lorsque K est ouvert.**

Lorsque K est ouvert, le circuit est interrompu et le courant dans la lampe est nul. La lampe étant assimilée à un récepteur résistif, sa tension est nulle. Sur la figure 4, tracer une droite horizontale sur l'axe du temps pendant toute la durée représentée. La tension secteur en pointillé reste visible, mais elle n'est pas appliquée à la lampe.

Figure 4 complétée : K ouvert



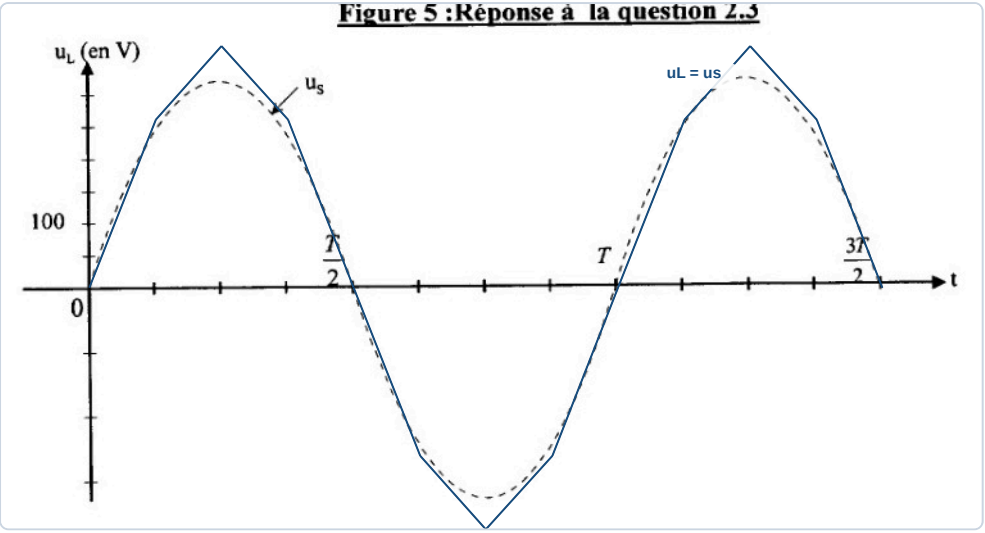
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

K ouvert : $u_L = 0$ V.

Question 2.3. **Sur le document réponse, représenter la tension u_L aux bornes de la lampe en fonction du temps lorsque K est fermé.**

Lorsque K est fermé, il se comporte comme un interrupteur idéal fermé et la lampe est directement alimentée par le secteur. La tension à ses bornes est donc égale à la tension secteur à chaque instant. Sur la figure 5, tracer la même sinusoïde, avec les mêmes passages par zéro, la même période et la même amplitude que la courbe pointillée.

Figure 5 complétée : K fermé



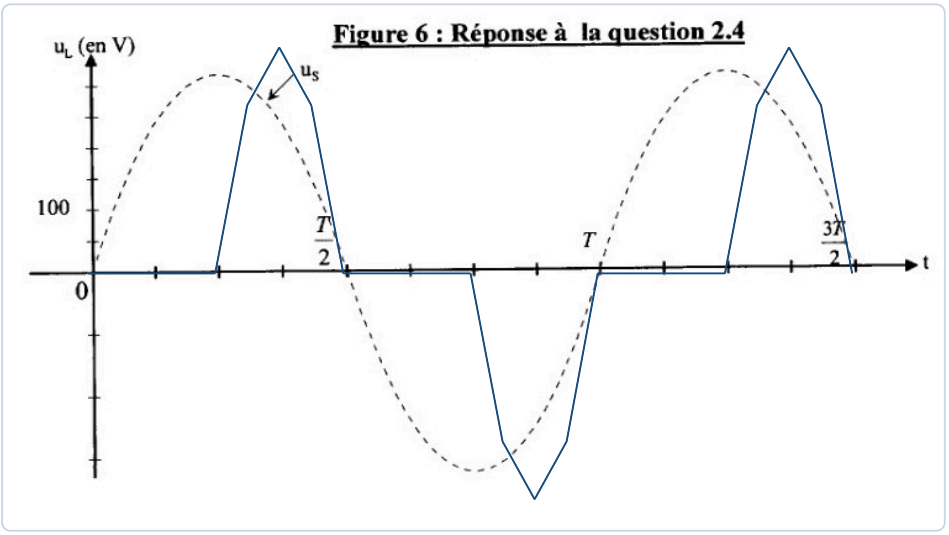
✓ RÉPONSE À RETENIR

K fermé : $u_L = u_S$.

Question 2.4. Sur le document réponse, représenter u_L en fonction du temps lorsque K est ouvert de 0 à T/4, fermé de T/4 à T/2, ouvert de T/2 à 3T/4, puis fermé de 3T/4 à T.

La tension de la lampe est nulle pendant les intervalles où K est ouvert et suit la sinusoïde secteur lorsque K est fermé. Sur la figure 6, tracer donc zéro de 0 à T/4, la portion positive de la sinusoïde de T/4 à T/2, zéro de T/2 à 3T/4, puis la portion négative de 3T/4 à T. Le motif se répète après T sur la partie représentée.

Figure 6 complétée : tension de la lampe



✓ RÉPONSE À RETENIR

Sur chaque période : 0, portion secteur, 0, portion secteur, selon les intervalles indiqués.

Question 2.5. Indiquer l'intérêt d'alimenter la lampe par ce dispositif.

Le variateur commande les instants où K se ferme et modifie ainsi la durée pendant laquelle la lampe reçoit la tension secteur. La puissance électrique reçue varie avec cette commande, ce qui permet d’ajuster la luminosité. L’intérêt du dispositif est donc de régler l’éclairage selon le besoin, plutôt que de maintenir constamment la lampe à son éclairement maximal.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Régler la luminosité de la lampe.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2007)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de Sciences Physiques du BTS A.E.A., session 2007, porte le code 34EM07. Sa durée et son coefficient ne sont pas indiqués. Elle étudie les pertes thermiques d'une chambre, l'isolation acoustique de sa fenêtre et un variateur de lumière, en évaluant les calculs de résistance, de flux et de puissance, l'application des relations acoustiques et l'interprétation de signaux électriques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour un mur multicouche, la résistance thermique surfacique additionne les résistances des couches e/λ et les résistances superficielles.
- La densité de flux thermique vaut φ = Δθ/R ; la puissance traversant une surface S vaut P = φS.
- L'indice d'affaiblissement acoustique vérifie R = -10 $\log_{10}(\tau)$; l'aire d'absorption équivalente vaut A = αS.
- Dans ce circuit, K est un interrupteur idéal : ouvert ou fermé, il détermine la tension appliquée à la lampe.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les épaisseurs des matériaux de millimètres en mètres avant de calculer les résistances thermiques.
- Distinguer la surface opaque du mur de la surface vitrée et ne pas ajouter au vitrage des résistances superficielles déjà prises en compte.
- Respecter les unités et le logarithme décimal dans les relations acoustiques, et utiliser l'aire d'absorption dans le calcul du niveau sonore.
- Tracer u_L en fonction de l'état de K et des intervalles de temps du tableau, en s'appuyant sur les figures du document réponse.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la résistance thermique du mur multicouche ?

Convertissez chaque épaisseur en mètres, puis calculez pour chaque matériau la résistance e/λ. Additionnez ces résistances ainsi que les résistances superficielles intérieure et extérieure indiquées dans le sujet.

Q : Comment utiliser le coefficient de transmission pour trouver l'affaiblissement acoustique ?

Appliquez R = -10 $\log_{10}(\tau)$, avec τ compris entre 0 et 1. Pour calculer le niveau reçu, utilisez ensuite la relation de l'annexe et les surfaces d'ouverture et d'absorption équivalente.

Q : Comment organiser le travail sur cette épreuve et gérer les parties ?

Les trois parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre choisi. Réservez du temps aux calculs, aux unités et aux tracés sur les documents réponses, puis vérifiez que chaque sous-question numérotée a été traitée.

Q : Quels éléments sont indiqués pour le barème et la notation ?

Le sujet attribue 7,5 points à la thermodynamique, 6 points à l'acoustique et 6,5 points au variateur, soit 20 points au total. Aucune durée ni aucun coefficient n'est imprimé dans les pages fournies.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsera.fr/assets/annales/bts-era/E3.2 - Physique-Chimie/2007/BTS ERA - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2007 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Étude et Réalisation d\ : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.