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

BUT MT2E : COMPÉTENCE C2

Session 2026 • Code sujet : **26-BUT-MTEE-EP1** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **3,0**
indicatif

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Analyse fonctionnelle et réglementaire du bâtiment** (3 questions) — **Page 3**

2. **Étude technologique, dimensionnement, métré et économies** (4 questions) — **Page 5**

3. **Préparation des travaux, approvisionnement et protocole opératoire** (3 questions) — **Page 8**

4. **Prévention et sécurité des interventions** (2 questions) — **Page 11**

5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://butmtee.fr/assets/annales/but-mtee/C2 - Optimiser la performance énergétique et environnementale d'un bâtiment, d'un site ou d'une installation/2026/BUT Métiers de la Transition et de l'Efficacité Energétique - C2 - Optimiser la performance énergétique et environnementale d'un bâtiment, d'un site ou d'une installation - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse fonctionnelle et réglementaire du bâtiment

Le bureau d'études Énergis Conseil audite un bâtiment tertiaire de 240 m² occupé par la société Avenir Bureaux à Tours. Il faut caractériser les consommations et l'enveloppe avant travaux, puis relier le diagnostic aux objectifs d'économie d'énergie, de confort et de renouvellement d'air.

Consommations de référence

Question 1.1. Calculer les consommations annuelles de gaz et d'électricité rapportées à la surface utile, en kWh/(m²·an), puis donner la consommation totale d'énergie finale rapportée à cette surface.

La surface utile chauffée est de 240 m². On rapporte chaque consommation annuelle à cette surface : gaz = 92 000 / 240 et électricité = 38 000 / 240. Pour l'énergie finale totale, on additionne les deux consommations avant de diviser par la surface. Les données utilisées sont les relevés annuels de référence, avec les conditions d'usage supposées constantes.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Gaz : 383,3 ; électricité : 158,3 ; total : 541,7 kWh/(m²·an).

Diagnostic des postes d'amélioration

Question 1.2. À partir des relevés du DT 1 et des caractéristiques de l'enveloppe du DT 2, identifier deux postes présentant un potentiel d'amélioration. Pour chacun, justifier le diagnostic par une donnée chiffrée et expliquer l'effet attendu sur les besoins ou les consommations.

Toiture : la résistance totale existante, résistances superficielles comprises, vaut 0,39 + 0,10 + 0,04 = 0,53 m²·K/W, soit U ≈ 1,89 W/(m²·K). L'ajout de 240 mm de laine minérale, de conductivité 0,036 W/(m·K), abaisse U à environ 0,139 W/(m²·K) et réduit les pertes par transmission.

Ventilation : le débit extrait est de 900 m³/h et la récupération de chaleur est absente. Un échangeur de rendement 72 % peut réduire les besoins de chauffage, sous réserve de maintenir le débit prescrit.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Potentiel d'amélioration : toiture, U de 1,89 à 0,139 W/(m²·K) ; air extrait, 900 m³/h sans récupération, échangeur prévu à 72 %.

Vérifications préalables

Question 1.3. Indiquer deux vérifications à prévoir avant la mise en œuvre des travaux en les reliant aux références du DT 3 : l'une concernant la conception énergétique ou la ventilation, l'autre concernant la préparation et la sécurité de l'intervention.

Conception énergétique et ventilation : vérifier les résistances et hypothèses de calcul selon NF EN ISO 6946, puis contrôler après travaux le maintien et la mesure du débit de 900 m³/h conformément à NF EN 16798-1.

Préparation et sécurité : selon le Code du travail et le plan de prévention du site, vérifier l'état et la compatibilité du support, les accès, la météo et les protections collectives contre les chutes. Pour une intervention électrique, vérifier les habilitations et appliquer la consignation prévue.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Valider les hypothèses thermiques et le débit de 900 m³/h ; contrôler le support, les accès, la météo, les protections contre les chutes et la consignation électrique.

2. Étude technologique, dimensionnement, métré et économies

Le sujet compare l'ajout d'une isolation en laine minérale sur la toiture et l'installation d'un échangeur de récupération de chaleur sur l'air extrait. Les calculs portent sur les performances thermiques, les économies d'énergie, les émissions évitées, les coûts et le temps de retour.

Résistance et transmission thermique

Question 2.1. Calculer la résistance thermique de la couche d'isolant ajoutée, puis la résistance thermique totale et le coefficient de transmission thermique U de la toiture après travaux. Comparer le résultat au coefficient de la toiture existante fourni dans le DT 2 et présenter les résultats avec leurs unités.

La résistance de la laine ajoutée vaut **R = e/λ = 0,240/0,036 = 6,67 m²·K/W**. Pour la toiture après travaux, on additionne cette valeur à la résistance équivalente existante et aux résistances superficielles : 0,39 + 0,10 + 0,04 + 6,67. Le coefficient U est l'inverse de la résistance totale. Pour comparer correctement, le coefficient existant se calcule aussi avec les résistances superficielles incluses. L'ajout d'isolant abaisse fortement les transmissions thermiques par la toiture.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R_{isolant}$ = 6,67 m²·K/W ; R_{totale} = 7,20 m²·K/W ; U_{projet} = 0,139 W/(m²·K), contre $U_{existant}$ = 1,887 W/(m²·K).

Métré et coût de l'isolant

Question 2.2. Déterminer la surface nette de toiture à isoler en déduisant les quatre lanterneaux. Calculer la surface de laine minérale à commander avec 10 % de marge de découpe, puis le coût de l'isolant et celui des chutes correspondant à cette marge à partir du prix fourni dans le DT 2.

Élément	Calcul	Résultat
Surface brute	20 × 12	240 m²
Quatre lanterneaux	4 × 2,4	9,6 m²
Surface nette à isoler	240 − 9,6	230,4 m²
Isolant commandé	230,4 × 1,10, arrondi au dixième	253,4 m²
Coût de l'isolant	253,4 × 19,00	4 814,60 € HT
Coût des chutes	(253,4 − 230,4) × 19,00	437,00 € HT

La quantité commandée et les coûts sont calculés après arrondi au dixième de m², conformément à la consigne du DR 1. Le coût des chutes correspond à la marge de découpe incluse dans la quantité commandée.

DR 1 complété : métrés de l'isolant

Élément	Calcul	Résultat	Unité
Surface brute de toiture	.....	.....	m²
Surface des quatre lanterneaux	.....	.....	m²
Surface nette à isoler	.....	230,4 m²	m²
Surface d'isolant à commander, marge 10 %	.....	253,4 m²	m²
Surface de membrane à commander, marge 8 %	.....	.....	m²
Coût de l'isolant	.....	4 814,60 € HT	
Coût de la membrane	.....	.....	€ HT
Coût total estimatif toiture : fournitures et forfaits	.....	.....	€ HT

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

✓ RÉPONSE À RETENIR

Surface nette : 230,4 m² ; isolant à commander : 253,4 m² ; coût : 4 814,60 € HT, dont 437,00 € HT de chutes.

Économie liée à l'isolation de la toiture

Question 2.3. Calculer l'économie annuelle de chaleur utile attribuable à l'isolation de la toiture à l'aide de la formule fournie. En déduire l'économie annuelle de gaz en tenant compte du rendement saisonnier de la chaudière, puis calculer les émissions annuelles de CO_2 évitées avec le facteur du DT 2.

On utilise la surface nette isolée, soit 240 − 4 × 2,4 = 230,4 m², et les coefficients calculés en 2.1. La formule donne une économie de chaleur utile en Wh/an, à convertir en kWh/an en divisant par 1 000. L'économie de gaz correspond à cette chaleur utile divisée par le rendement saisonnier de la chaudière, 0,90. Enfin, les émissions évitées se calculent avec le facteur conventionnel de 0,204 kg CO_2 par kWh de gaz final. Il s'agit d'une estimation selon les hypothèses de l'énoncé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Chaleur utile économisée : 26 176 kWh/an ; gaz économisé : 29 084 kWh/an ; émissions évitées : 5 933 kg CO_2/an.

Récupération de chaleur et temps de retour

Question 2.4. Calculer l’économie annuelle de chaleur utile liée à la récupération à partir du débit d’air, de la masse volumique, de la capacité thermique massique, de l’écart de température équivalent, de la durée de fonctionnement et du rendement de récupération. Convertir cette économie en gaz économisé avec le rendement de chaudière, puis calculer le temps de retour simple de l’investissement combiné à partir des économies annuelles de gaz des solutions A et B et du coût total fourni.

1. Débit converti : 900/3 600 = 0,25 m³/s. La puissance thermique récupérable vaut $\rho c_p \dot{V} \Delta T$; on la multiplie par 2 200 h/an et par le rendement 0,72, puis on convertit les Wh en kWh.
2. L’économie de gaz est l’économie utile divisée par le rendement de chaudière, 0,90.
3. Pour le retour simple, on additionne les économies annuelles de gaz des solutions A et B, on multiplie par 0,095 €/kWh pour obtenir l’économie financière annuelle, puis on divise l’investissement combiné de 27 400 € par cette valeur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Récupération : 7 164 kWh utiles/an, soit 7 960 kWh de gaz/an. Retour simple combiné : 7,79 ans.

3. Préparation des travaux, approvisionnement et protocole opératoire

L'intervention concerne l'isolation de la toiture d'un bâtiment occupé et doit préserver l'étanchéité, les ventilations et les accès de maintenance. Le candidat prépare le métré et l'approvisionnement, décrit le déroulement du chantier et compare les solutions pour conseiller le maître d'ouvrage.

Métré et estimation des fournitures

Question 3.1. Compléter le DR 1 : calculer les surfaces nette et commandée de laine minérale, la quantité de membrane à prévoir avec 8 % de marge, le coût de l'isolant, le coût de la membrane et le coût global estimatif des travaux à partir des prix unitaires et des forfaits fournis. Indiquer les quantités arrondies de manière adaptée à la commande.

La surface nette correspond à la toiture brute diminuée des quatre lanterneaux. Les marges sont calculées sur cette surface nette. Pour les coûts, les surfaces commandées sont arrondies au dixième de m², conformément au DR 1. Le coût des chutes est isolé en comparant le coût de l'isolant commandé à celui de la surface nette. Le coût global ajoute les deux fournitures aux forfaits d'accessoires et de pose-préparation.

Élément	Calcul	Résultat
Surface brute	20 × 12	240 m²
Quatre lanterneaux	4 × 2,4	9,6 m²
Surface nette à isoler	240 − 9,6	230,4 m²
Isolant commandé	230,4 × 1,10 = 253,44, arrondi	253,4 m²
Membrane commandée	230,4 × 1,08 = 248,832, arrondi	248,8 m²
Coût de l'isolant commandé	253,4 × 19,00	4 814,60 € HT
Coût des chutes, selon quantité arrondie	(253,4 − 230,4) × 19,00	437,00 € HT
Coût de la membrane	248,8 × 7,50	1 866,00 € HT
Coût global estimatif	4 814,60 + 1 866,00 + 1 800 + 7 500	15 980,60 € HT

DR 1 complété : métré et estimation

Métré et estimation des fournitures

Élément	Calcul	Résultat	Unité
Surface brute de toiture	20 × 12	240	m²
Surface des quatre lanterneaux	4 × 2,4	9,6	m²
Surface nette à isoler	240 − 9,6	230,4	m²
Surface d'isolant à commander, marge 10 %	230,4 × 1,10	253,4	m²
Surface de membrane à commander, marge 8 %	230,4 × 1,08	248,8	m²
Coût de l'isolant	253,4 × 19	4 814,60	€ HT
Coût de la membrane	248,8 × 7,50	1 866,00	€ HT
Coût total estimatif toiture : fournitures et forfaits	4 814,60 + 1 866 + 7 500	15 980,60	€ HT

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

✓ RÉPONSE À RETENIR

Surface nette : 230,4 m². Isolant : 253,4 m², dont 437,00 € HT de chutes. Membrane : 248,8 m². Coût global : 15 980,60 € HT.

Protocole opératoire

Question 3.2. Compléter le DR 2 par un protocole opératoire chronologique en quatre étapes au minimum, depuis la préparation de la zone jusqu'à la réception. Pour chaque étape, indiquer une opération, un contrôle qualité associé et un point de vigilance concernant l'occupation du bâtiment ou la continuité de l'étanchéité.

Appliquer le protocole dans l'ordre, en coordination avec le responsable du site occupé.

1. **Préparer :** baliser la zone, informer les occupants, vérifier l'accès, la météo, les protections collectives et le cheminement. Contrôler le balisage et garder les circulations dégagées.
2. **Diagnostiquer :** examiner le support et l'étanchéité, confirmer la compatibilité des matériaux et repérer les points singuliers. Contrôler l'état du support et protéger toute zone ouverte.
3. **Poser :** installer l'isolant en continu et traiter relevés et pénétrations selon les prescriptions du fabricant. Contrôler la continuité et l'étanchéité sans obstruer les ventilations ni les accès de maintenance.
4. **Réceptionner :** contrôler l'ouvrage, nettoyer et consigner les vérifications. Maintenir l'information des occupants jusqu'à la sécurisation et à la libération de la zone.

DR 2 complété : protocole opératoire

2. Diagnostic du support et approvisionnement	.....	.....	.....	.....
3. Pose de l'isolant et traitement des points singuliers	..... Balisage, accès, météo	..... Informer ; dégager les circ	Ca	Zone balisée es
4. Contrôle final et réception	.....	.....	.....	.....
	Examiner support, étanchéité	Protéger les zones ouvert	Ga	Support sain s
Travail en toiture : chute de hauteur et manutention	.....	.....	.....	.....
Découpe de la laine minérale : poussières et irritation	Poser isolant, traiter relevés	Suivre fabricant	gan	Continuité, étanchéité .....
	Contrôler, nettoyer, réceptionr	Libérer après sécuri	sat	Contrôles consignés

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

..... Chute, manutention	..... Protections	Accès, météo, protections chaussures
..... Poussières, irritation	Découpe en zone déd	Zone propre, ventilée gants

✓ RÉPONSE À RETENIR

Préparation sécurisée, diagnostic du support, pose avec traitement des points singuliers, puis contrôle final et réception.

Préconisation au maître d’ouvrage

Question 3.3. Rédiger une préconisation synthétique comparant la solution toiture seule et la solution combinée. Préciser les économies annuelles calculées, le bénéfice environnemental chiffrable avec les facteurs fournis, une limite ou hypothèse de l’étude et un indicateur à suivre après travaux.

La toiture seule économise environ 29,08 MWh/an de gaz et évite 5,93 t CO_2/an. La solution combinée économise environ 37,04 MWh/an de gaz et évite 7,56 t CO_2/an. Ces économies représentent respectivement 22,4 % et 28,5 % des 130 MWh/an d’énergie finale de référence : seule la combinaison atteint l’objectif de réduction de 25 %. L’estimation repose sur les durées équivalentes et rendements fournis, sans simulation dynamique. Après travaux, suivre les consommations annuelles de gaz à usages constants et vérifier le débit d’air, qui doit rester à 900 m³/h.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Préconiser la solution combinée : environ 37,04 MWh/an de gaz et 7,56 t CO_2/an évités, soit 28,5 % de la consommation finale de référence.

4. Prévention et sécurité des interventions

Les interventions se déroulent sur une toiture-terrasse et dans un local technique, dans un bâtiment occupé. Il faut adapter les mesures de prévention aux risques de chute, de manutention, de poussières et aux interventions sur l'unité de ventilation.

Travaux en toiture et découpe de l'isolant

Question 4.1. Pour les travaux en toiture et la découpe de l'isolant, identifier les risques principaux et proposer pour chacun une mesure de prévention collective ou organisationnelle, puis un équipement de protection individuelle adapté. Préciser une vérification préalable de la zone de travail et compléter les lignes correspondantes du DR 2.

Avant le chantier, vérifier la trappe, le cheminement, l'état et la stabilité de la toiture, la météo, ainsi que l'installation des protections collectives. En toiture, prévenir les chutes par des garde-corps et un cheminement balisé, organiser le portage ; porter un casque et des chaussures antidérapantes. Pour la découpe, limiter les poussières dans une zone dédiée, avec aspiration ; porter lunettes, gants et masque adapté. Contrôler avant démarrage l'accès, les protections contre les chutes et l'aménagement de la zone de découpe.

DR 2 complété : prévention toiture et découpe

Travail en toiture : chute de hauteur et manutention	Chute, manutention	Garde-corps, balisage, portage	Casque, chaussures	Accès, météo, protections
Découpe de la laine minérale : poussières et irritation	Poussières, irritation	Zone dédiée, aspiration	Lunettes, gants, masque	Zone et aspiration vérifiées

✓ RÉPONSE À RETENIR

Accès, météo, toiture et protections contrôlés avant travaux ; garde-corps et portage organisé en toiture ; découpe en zone dédiée avec aspiration et EPI adaptés.

Intervention sur l'unité de ventilation

Question 4.2. Décrire les étapes essentielles de mise en sécurité avant une intervention sur l'unité de ventilation et citer les contrôles à effectuer avant sa remise en service. Préciser comment informer et protéger les occupants pendant l'intervention.

1. Informer les occupants et l'exploitant de l'arrêt, de sa durée et des zones concernées ; baliser le local technique et en limiter l'accès. Coordonner l'intervention pour réduire la durée sans ventilation et prévoir une mesure temporaire si l'arrêt se prolonge.
2. Selon la procédure du site, arrêter l'unité, identifier et isoler les alimentations, prévenir tout redémarrage automatique, condamner et signaler les organes de coupure. Une personne habilitée vérifie l'absence de tension ; attendre aussi l'arrêt complet des pièces mobiles.
3. Avant remise en service, vérifier remontage, carters, absence d'outils et dégagement des équipements. Après déconsignation autorisée, contrôler le fonctionnement et mesurer le débit, qui doit rester à 900 m³/h.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Consignation, absence de tension et arrêt des pièces mobiles vérifiés ; occupants informés et accès balisé ; protections remontées et débit contrôlé à 900 m³/h avant réception.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2026)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de BUT Métiers de la transition et de l'efficacité énergétiques, compétence C2, session 2026, code 26-BUT-MTEE-EP1, d'une durée de trois heures et de coefficient indicatif 3,0. L'étude porte sur la rénovation énergétique d'un bâtiment tertiaire à Tours par isolation de toiture et récupération de chaleur. Elle évalue le diagnostic, les calculs thermiques et énergétiques, le métré, la préparation des travaux et la prévention, avec un objectif de réduction des consommations d'au moins 25 %.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une couche homogène, R = e/λ ; la résistance totale additionne les résistances des couches et les résistances superficielles.
- Le coefficient de transmission thermique d'une paroi est U = 1/Rtot, exprimé en W/(m²·K).
- L'économie de chaleur par transmission s'estime avec ΔEutile = (Uexistant − Uprojet) × A × durée équivalente de chauffage.
- Pour la récupération, E = ρ × cp × débit volumique × ΔT × durée × rendement ; convertir les unités avant le calcul.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer les consommations mesurées des hypothèses de calcul et conserver les unités à chaque étape.
- Déduire la surface des quatre lanterneaux avant d'appliquer séparément les marges de commande de l'isolant et de la membrane.
- Pour convertir la chaleur utile en économie de gaz, tenir compte du rendement saisonnier de la chaudière.
- Maintenir le débit d'air exigé de 900 m³/h et vérifier sa valeur lors de la mise en service.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le coefficient U de la toiture après ajout d'isolant ?

Calculez d'abord la résistance de l'isolant avec R = e/λ. Additionnez-la aux résistances des couches existantes et aux résistances superficielles intérieure et extérieure, puis prenez l'inverse de Rtot pour obtenir U en W/(m²·K).

Q : Pourquoi faut-il convertir le débit et la durée pour estimer la récupération de chaleur ?

La formule énergétique donne des joules si le débit est en m³/s et la durée en secondes. Divisez ensuite les joules par 3 600 000 pour obtenir des kWh et vérifiez la cohérence des unités.

Q : Comment organiser le métré et le temps disponible dans cette épreuve ?

La toiture nette s'obtient en retirant les quatre lanterneaux de la surface brute. Appliquez ensuite les marges de 10 % et 8 %. L'épreuve dure trois heures et les deux documents réponses doivent être rendus avec la copie.

Q : Quels critères de sécurité et de qualité faut-il montrer au jury ?

Privilégiez les protections collectives contre les chutes et vérifiez l'accès, les protections et la météo. Adaptez les EPI aux poussières de laine minérale, décrivez la consignation de la ventilation et vérifiez le débit d'air avant remise en service.

Sujet officiel associé (PDF) : https://butmtee.fr/assets/annales/but-mtee/C2 - Optimiser la performance énergétique et environnementale d'un bâtiment, d'un site ou d'une installation/2026/BUT Métiers de la Transition et de l'Efficacité Energétique - C2 - Optimiser la performance énergétique et environnementale d'un bâtiment, d'un site ou d'une installation - Session 2026 - 1-Sujet.pdf
Ressources BUT Métiers de la Transition et de l'Efficacité Energétique : 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.