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

BTS Métiers de la mesure - E5.2 : Mesures et exploitation

Session 2026 • Code sujet : **26-BTS-2M-E52** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse fonctionnelle et cadre de l'essai (3 questions) **Page 3**

2. Étude technologique et traitement des données (5 questions) **Page 5**

3. Préparation, réalisation et interprétation (4 questions) **Page 7**

4. Prévention et sécurité (2 questions) **Page 10**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://bts2m.fr/assets/annales/bts-2m/E5.2 - Préparation, réalisation, analyse et interprétation de résultats de mesure/2026/BTS 2M - E5.2 - Préparation, réalisation, analyse et interprétation de résultats de mesure - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse fonctionnelle et cadre de l'essai

Au laboratoire ThermoMesure, l'essai caractérise un panneau isolant de 600 mm × 600 mm × 80 mm entre une plaque chauffante et une plaque froide. Il faut définir la résistance thermique recherchée, les grandeurs utiles, les conditions de validité du modèle et la règle de décision liée à l'exigence client.

Question 1.1. Identifier le mesurande recherché et les grandeurs mesurées directement nécessaires à son calcul, en précisant leurs unités.

Le mesurande est la résistance thermique expérimentale du panneau, exprimée en m²·K/W. Le modèle nécessite l'aire utile A, en m², l'écart de température ΔT entre les deux faces, en °C, et la puissance thermique transférée P, en W. Les deux températures de face sont mesurées par les sondes Pt100 ; leur différence fournit ΔT. La puissance est relevée au wattmètre. L'aire est déterminée à partir des dimensions utiles du panneau, et non par les sondes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Mesurande : R en m²·K/W. Grandeurs : A en m², ΔT en °C et P en W.

Question 1.2. À partir du modèle fourni au DT 1, établir l'expression de la résistance thermique expérimentale du panneau. Indiquer les conditions de régime et de positionnement des capteurs nécessaires à l'application de ce modèle.

1. Le modèle du DT 1 donne **R = AΔT/P**, avec $\Delta T = T_{chaud} - T_{froid}$.
2. Placer une sonde Pt100 sur chacune des deux faces du panneau afin de mesurer leurs températures.
3. Appliquer le modèle après stabilisation : pendant 10 min, la variation de température de chaque face doit rester inférieure à 0,05 °C et celle de la puissance inférieure à 1 %. La puissance électrique stabilisée de la plaque chauffante est alors assimilée à la puissance thermique traversant le panneau.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> R = AΔT/P, en régime stabilisé, avec une sonde sur chaque face et la puissance électrique assimilée au flux traversant.

Question 1.3. Indiquer l'exigence numérique du client et la règle de décision à appliquer pour conclure à la conformité. Distinguer la valeur mesurée de son incertitude élargie.

Le seuil fixé par le client est une résistance thermique expérimentale d'au moins **2,15 m²·K/W**. La valeur mesurée R et son incertitude élargie U sont deux résultats distincts ; U s'exprime dans la même unité que R et correspond ici à k = 2. La règle de décision précisée dans le sujet utilise la borne inférieure de l'intervalle d'incertitude :

- Valeur mesurée : R.
- Incertitude élargie : $U = 2u_c(R)$.
- Conformité : $R - U \geq 2{,}15$ m²·K/W.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Conforme si $R - U \geq 2{,}15$ m²·K/W, avec $U = 2u_c(R)$.

2. Étude technologique et traitement des données

Cette partie exploite les dimensions du panneau, les données d'étalonnage des sondes et cinq mesures de l'écart de température. Elle porte aussi sur la résistance thermique théorique, le dimensionnement des câbles et de la bande isolante, ainsi que le coût d'un rouleau.

Question 2.1. Calculer l'aire de la surface utile du panneau en m², puis déterminer la longueur totale de câble à prévoir pour les deux capteurs en appliquant la réserve de pose de 15 % à la longueur de cheminement indiquée au DT 1.

La surface utile est la face carrée du panneau, de dimensions nominales 600 mm × 600 mm, soit 0,600 m × 0,600 m. Son aire est donc le produit de ces deux dimensions. Le cheminement indiqué au DT 1 concerne déjà les deux câbles au total : il faut lui ajouter la réserve de pose de 15 %, en le multipliant par 1,15. La longueur obtenue est la longueur totale à approvisionner, et non celle d'un câble individuel.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Aire utile : 0,360 m². Câbles à prévoir : 4,83 m au total pour les deux capteurs.

Question 2.2. À partir des mesures d'étalonnage du DT 2, calculer la moyenne des indications à 0 °C, 20 °C et 40 °C. Déterminer la pente et l'ordonnée à l'origine de la fonction d'étalonnage affine reliant l'indication moyenne à la température de référence, sous la forme Tind = aTref + b.

T_{ref} (°C)	Moyenne des indications (°C)
0,00	-0,110
20,00	19,890
40,00	39,870

Chaque moyenne est calculée à partir des trois indications du DT 2. La droite d'étalonnage est ajustée sur les trois couples (T_{ref}, indication moyenne), comme le demande le document. La régression affine donne la pente a = 0,9995, sans unité, et l'ordonnée à l'origine b = -0,1067 °C. L'indication moyenne varie donc presque à l'identique de la température de référence, avec un décalage négatif à l'origine.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Moyennes : -0,110 °C, 19,890 °C et 39,870 °C. Droite d'étalonnage : T_{ind} = 0,9995 T_{ref} - 0,1067 °C.

Question 2.3. Calculer la résistance thermique théorique du panneau à partir de son épaisseur et de sa conductivité thermique certifiée, avec Rth = e/λ. Calculer également la conductance thermique correspondante U = 1/Rth.

L'épaisseur du panneau doit être exprimée en mètres : 80 mm = 0,080 m. On applique ensuite la relation du sujet, R_{th} = e/λ, avec la conductivité certifiée λ = 0,0360 W/(m·K). La conductance surfacique correspondante est l'inverse de cette résistance, U = 1/R_{th}. Les unités sont respectivement m²·K/W pour R_{th} et W/(m²·K) pour U. Les

valeurs sont arrondies à trois chiffres significatifs.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Résistance thermique théorique : 2,22 m²·K/W. Conductance thermique correspondante : 0,450 W/(m²·K).

Question 2.4. **À partir des cinq écarts de température du DT 3, calculer la moyenne, l'écart-type expérimental de la série et l'incertitude-type de répétabilité sur la moyenne, avec uA = s/√n. Présenter les résultats avec leurs unités.**

Grandeur	Résultat	Unité
Moyenne	20,000	°C
Écart-type expérimental s	0,0292	°C
Incertitude-type de répétabilité u_A	0,0130	°C

La moyenne des cinq valeurs du DT 3 est 20,000 °C. L'écart-type expérimental est calculé avec le diviseur n - 1, soit 4, car il s'agit de l'estimation de la dispersion d'une série de mesures. L'incertitude-type de répétabilité sur la moyenne s'obtient ensuite par $u_A = s/\sqrt{n}$, avec n = 5. Ces deux résultats sont exprimés en degrés Celsius.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Moyenne : 20,000 °C ; écart-type expérimental : 0,0292 °C ; incertitude-type de répétabilité : 0,0130 °C.

Question 2.5. **Calculer la quantité de bande isolante périphérique à approvisionner en appliquant une réserve de 10 % au périmètre du panneau. Pour un rouleau de 3,00 m vendu 4,80 € par mètre, calculer le coût d'un rouleau et indiquer si un rouleau suffit.**

Le panneau est carré et mesure 0,600 m de côté. Son périmètre nominal est donc 4 × 0,600 m. La réserve de coupe de 10 % s'applique à ce périmètre pour déterminer la quantité de bande à approvisionner. Un rouleau de 3,00 m couvre cette longueur. Son coût se calcule en multipliant la longueur entière du rouleau par le prix unitaire de 4,80 €/m, indépendamment de la quantité effectivement utilisée.

Élément	Résultat
Bande avec réserve	2,64 m
Coût d'un rouleau	14,40 €
Un rouleau suffit	Oui, car 2,64 m < 3,00 m

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Approvisionner 2,64 m de bande. Un rouleau de 3,00 m suffit ; son coût est de 14,40 €.

3. Préparation, réalisation et interprétation

L'essai utilise deux sondes Pt100 pour mesurer l'écart de température entre les faces du panneau, et assimile la puissance électrique stabilisée à la puissance thermique transférée. Il faut rédiger le protocole, évaluer l'incertitude de la résistance thermique, comparer les résultats et décider de la conformité au cahier des charges.

Question 3.1. Rédiger un protocole opératoire ordonné pour réaliser l'essai, comprenant le contrôle préalable du montage, le positionnement des capteurs, l'acquisition, la vérification de la stabilisation et l'enregistrement des données. Faire apparaître au moins quatre étapes distinctes.

1. Hors tension, contrôler le montage, l'état des câbles, la continuité des conducteurs de protection, les protections électriques et l'absence de liquide. Écarter les câbles des zones de passage.
2. Positionner une sonde Pt100 au contact de chacune des deux faces du panneau et les raccorder à la centrale d'acquisition.
3. Mettre le banc en service et relever les températures des deux faces ainsi que la puissance électrique.
4. Vérifier que les températures varient de moins de 0,05 °C et la puissance de moins de 1 % pendant 10 min.
5. Après stabilisation, enregistrer les températures, leur écart, la puissance et les conditions de l'essai.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Montage vérifié, sondes positionnées, températures et puissance acquises, stabilisation contrôlée pendant 10 min, données enregistrées.

Question 3.2. Compléter le DR 1 en calculant la résistance thermique expérimentale R = AΔT/P, l'incertitude-type sur ΔT, les incertitudes-types relatives des grandeurs, l'incertitude-type relative composée, l'incertitude-type composée et l'incertitude élargie pour k = 2. Utiliser les données de la partie 3 et le résultat de la question 2.4.

La répétabilité de la moyenne vaut `uA = s/√5 = 0,01304 °C`. On la combine avec la contribution de résolution de 0,0058 °C par somme quadratique. Les incertitudes relatives sont ensuite combinées selon le modèle fourni, en incluant `ur(A) = 0,0033`. Les résultats suivants sont arrondis de façon cohérente avec l'incertitude :

Grandeur	Résultat	Unité
Résistance expérimentale R	2,2222	m²·K/W
Incertitude-type sur ΔT	0,01427	°C
Incertitude-type relative sur ΔT	0,0007135	Sans unité
Incertitude-type relative sur P	0,003086	Sans unité
Incertitude-type relative composée sur R	0,004574	Sans unité
Incertitude-type composée uc(R)	0,01017	m²·K/W
Incertitude élargie U	0,02033	m²·K/W

DR 1 complété

Calcul du résultat et de son incertitude

Grandeur calculée	Expression ou donnée	Résultat	Unité
Résistance thermique expérimentale R	AΔT/P	2,2222	m²·K/W
Incertitude-type sur ΔT	Combinaison de uA et ures	0,01427	°C
Incertitude-type relative sur ΔT	u(ΔT)/ΔT	0,0007135	sans unité
Incertitude-type relative sur P	u(P)/P	0,003086	sans unité
Incertitude-type relative composée sur R	Racine de la somme des carrés des contributions relatives	0,004574	sans unité
Incertitude-type composée uc(R)	R × ur(R)	0,01017	m²·K/W
Incertitude élargie U	2 × uc(R)	0,02033	m²·K/W

✓ RÉPONSE À RETENIR

R = 2,2222 m²·K/W ; uc(R) = 0,01017 m²·K/W ; U = 0,02033 m²·K/W.

Question 3.3. Comparer la résistance thermique expérimentale à la valeur théorique calculée à la question 2.3. Calculer l'écart entre les deux valeurs et conclure sur leur compatibilité au regard de l'incertitude élargie expérimentale, en explicitant le critère de comparaison utilisé.

Avec l'épaisseur de 0,080 m et la conductivité certifiée de 0,0360 W/(m·K), `Rth = 0,080/0,0360 = 2,2222 m²·K/W`. La résistance expérimentale vaut 2,2222 m²·K/W, donc l'écart absolu est `|Rexp − Rth| = 0,0000 m²·K/W` à la précision affichée. Le critère retenu est `|Rexp − Rth| ≤ U`. L'écart est inférieur à U = 0,02033 m²·K/W : les valeurs sont compatibles.

✓ RÉPONSE À RETENIR

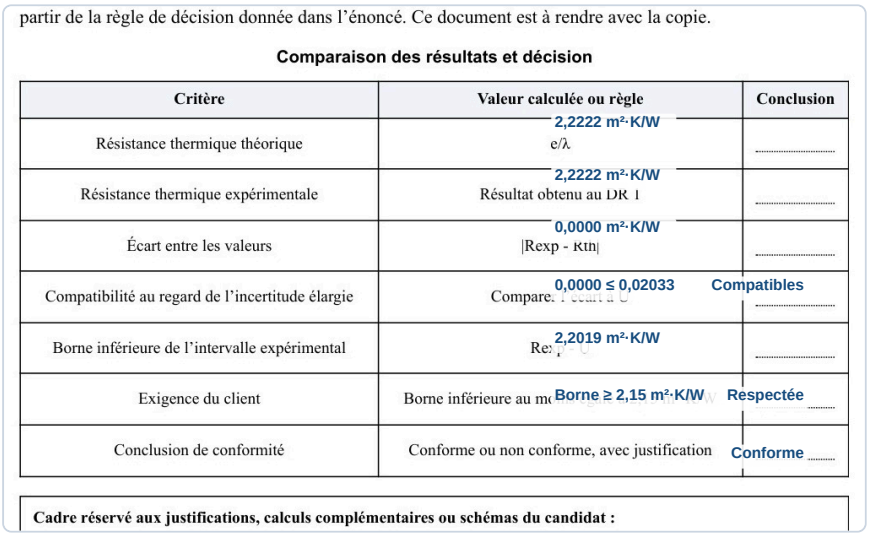
Écart : 0,0000 m²·K/W, inférieur à U = 0,02033 m²·K/W : résultats compatibles.

Question 3.4. **Compléter le DR 2 et conclure sur la conformité au cahier des charges. La conformité est acquise si la borne inférieure de l'intervalle [R − U ; R + U] est au moins égale à 2,15 m²·K/W. Indiquer une limite de l'interprétation liée au modèle ou au montage.**

Critère	Valeur calculée ou règle	Conclusion
Résistance thermique théorique	0,080/0,0360 = 2,2222 m²·K/W	
Résistance thermique expérimentale	2,2222 m²·K/W	
Écart entre les valeurs	0,0000 m²·K/W	
Compatibilité	0,0000 ≤ 0,02033 m²·K/W	Compatibles
Borne inférieure	2,2222 − 0,02033 = 2,2019 m²·K/W	
Exigence client	Borne inférieure ≥ 2,15 m²·K/W	Respectée
Conformité		Conforme

La borne inférieure de l'intervalle expérimental dépasse le seuil client, donc le panneau est conforme selon la règle donnée. Une limite du modèle est l'assimilation de la puissance électrique au flux traversant le panneau : d'éventuelles pertes thermiques latérales ne sont pas prises en compte.

DR 2 complété



partir de la règle de décision donnée dans l'énoncé. Ce document est à rendre avec la copie.

Comparaison des résultats et décision

Critère	Valeur calculée ou règle	Conclusion
Résistance thermique théorique	e/λ 2,2222 m²·K/W	.....
Résistance thermique expérimentale	Résultat obtenu au DR 1 2,2222 m²·K/W	.....
Écart entre les valeurs	|Rexp - Rth| 0,0000 m²·K/W	.....
Compatibilité au regard de l'incertitude élargie	Compare[illegible] 0,0000 ≤ 0,02033	Compatibles .....
Borne inférieure de l'intervalle expérimental	Re[illegible] 2,2019 m²·K/W	.....
Exigence du client	Borne inférieure au m[illegible] Borne ≥ 2,15 m²·K/W	Respectée .....
Conclusion de conformité	Conforme ou non conforme, avec justification	Conforme .....

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

✓ RÉPONSE À RETENIR

Borne inférieure : 2,2019 m²·K/W. Le panneau est conforme au seuil de 2,15 m²·K/W.

4. Prévention et sécurité

Le banc de caractérisation comprend une plaque chauffante alimentée en 230 V, des surfaces pouvant atteindre 60 °C et des câbles à proximité du poste de travail. Les documents techniques précisent les vérifications préalables, les mesures de prévention et la conduite à tenir en cas d'anomalie.

Question 4.1. Identifier trois risques distincts associés à la préparation ou à la réalisation de cet essai et associer à chacun une mesure de prévention adaptée.

Les risques présents et les mesures adaptées sont :

- **Électrisation** au contact du banc alimenté en 230 V : vérifier les câbles, la continuité des conducteurs de protection et les protections électriques.
- **Brûlure** au contact de surfaces pouvant atteindre 60 °C : ne pas les toucher sans protection adaptée.
- **Chute ou arrachement de câbles** près du poste : maintenir les câbles hors des zones de passage et dégager la zone de travail.

Ces mesures couvrent les risques électriques, thermiques et liés à l'encombrement du poste.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Prévenir l'électrisation, les brûlures et les chutes en contrôlant les protections, en évitant les surfaces chaudes et en sécurisant les câbles.

Question 4.2. Préciser les vérifications à effectuer avant la mise sous tension et la conduite à tenir en cas de dégradation d'un câble, de dérive anormale de température ou de déclenchement de la protection électrique.

1. Avant la mise sous tension, contrôler l'état des câbles, la continuité des conducteurs de protection et la présence des protections électriques prévues.
2. Vérifier l'absence de liquide sur le poste et placer les câbles hors des zones de passage.
3. En cas de câble dégradé, de dérive anormale de température ou de déclenchement d'une protection, arrêter l'essai.
4. Mettre le banc hors tension selon la procédure du laboratoire et prévenir le responsable. Ne pas reprendre l'essai avant évaluation du défaut et autorisation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Contrôler le banc et le poste avant mise sous tension. En cas d'anomalie, arrêter, mettre hors tension selon la procédure et prévenir le responsable.

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

Bilan de l'épreuve : L'épreuve E5.2 du BTS Métiers de la mesure, session 2026, code 26-BTS-2M-E52, dure 4 heures et a un coefficient 4. Elle porte sur la caractérisation thermique d'un panneau isolant. Les compétences évaluées concernent la préparation du montage, le traitement des mesures et des incertitudes, la comparaison à une valeur théorique, la décision de conformité et la prévention des risques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La résistance thermique expérimentale est modélisée par $R = A\Delta T/P$, où A est l'aire utile, ΔT l'écart entre faces et P la puissance transférée.
- Pour une couche homogène, la résistance thermique théorique est $Rth = e/\lambda$ et la conductance thermique correspondante est $U = 1/Rth$.
- Des contributions d'incertitude indépendantes se combinent par somme quadratique pour obtenir l'incertitude-type relative composée.
- La conformité est acquise si la borne inférieure $R - U$ atteint au moins le seuil client de 2,15 $m^2 \cdot K/W$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les dimensions en unités cohérentes et reporter les unités dans les calculs et résultats.
- Calculer l'écart-type expérimental avec les répétitions, puis $uA = s/\sqrt{n}$ pour l'incertitude-type sur la moyenne.
- Vérifier pendant 10 min une variation des températures inférieure à 0,05 °C et une variation de puissance inférieure à 1 %.
- Ne pas confondre compatibilité avec la valeur théorique et conformité au seuil client : appliquer le critère demandé pour chacune.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer l'incertitude-type de répétabilité à partir des cinq écarts de température ?

Calculer la moyenne des cinq mesures, puis leur écart-type expérimental s avec le dénominateur $n - 1$. L'incertitude-type de répétabilité sur la moyenne est $uA = s/\sqrt{n}$, avec n égal au nombre de répétitions.

Q : Comment combiner les contributions d'incertitude pour la résistance thermique ?

Calculer les incertitudes-types relatives sur l'aire, l'écart de température et la puissance. Pour des contributions indépendantes, les combiner par somme quadratique, puis multiplier l'incertitude relative composée par R et par k pour obtenir l'incertitude élargie.

Q : Combien de temps dure l'épreuve et quels documents faut-il rendre ?

L'épreuve dure quatre heures et son coefficient est 4. Les réponses et calculs sont portés sur la copie. Les documents réponses DR 1 et DR 2, qui contiennent les tableaux de calcul et de décision, doivent aussi être complétés et rendus.

Q : Quel critère faut-il appliquer pour conclure à la conformité du panneau ?

Calculer la borne inférieure de l'intervalle expérimental, $R - U$, puis la comparer au seuil de 2,15 $m^2 \cdot K/W$. Selon la règle du sujet, la conformité est acquise uniquement si cette borne est au moins égale au seuil.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bts2m.fr/assets/annales/bts-2m/E5.2 - Préparation, réalisation, analyse et interprétation de résultats de mesure/2026/BTS 2M - E5.2 - Préparation, réalisation, analyse et interprétation de résultats de mesure - Session 2026 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Métiers de la Mesure : 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.