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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MÉTIERS DE LA MESURE

ÉPREUVE E6.1 : GESTION ET MISE EN ŒUVRE D'INSTRUMENTS EN MILIEU PROFESSIONNEL

SESSION 2026

Durée : 4 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
MÉTIERS DE LA MESURE	3

Moyens de calculs et matériel autorisés :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : SCÉNARIO D'ÉTUDE SITUÉ DANS UN ATELIER DE PRODUCTION AÉRONAUTIQUE D'AIRBUS ATLANTIC, SITE DE MONTOIR-DE-BRETAGNE

Le service métrologie doit vérifier et optimiser la gestion des instruments utilisés pour surveiller la pression d'un circuit d'essai. Le scénario est situé dans un atelier de production aéronautique. Les données techniques et économiques propres à la situation sont fournies dans le dossier technique.

Le cahier des charges impose une étendue de mesure de 0 à 10 bar et une tolérance de mesure de ± 0,10 bar au point de fonctionnement de 7,00 bar. L'instrument retenu doit permettre de justifier la qualité métrologique du résultat, de documenter les opérations réalisées et de maîtriser les coûts de suivi.

Les réponses sont à rédiger avec les unités appropriées. Les calculs doivent être présentés et les décisions justifiées à partir des données du sujet. Le barème total est de 20 points.

PARTIE 1 : Choix de l'instrument et exploitation des résultats d'étalonnage (7 points)

Choisir un instrument, exploiter une correction et examiner un résultat de mesure

Vous intervenez sur le circuit d'essai décrit dans le contexte. À l'aide des caractéristiques des instruments et des relevés fournis dans les documents techniques DT 1 et DT 2, répondez aux questions suivantes.

1.1 (2 points) À 8,00 bar, calculez l'erreur maximale admissible de chacun des deux instruments, à partir des spécifications du DT 1. Identifiez l'instrument le plus adapté au cahier des charges et justifiez votre choix en comparant cette erreur à la tolérance de ± 0,10 bar.

1.2 (1,5 point) À partir des erreurs relevées aux points 6 bar et 8 bar dans le DT 2, déterminez par interpolation linéaire l'erreur de l'instrument B à 7,00 bar, puis la correction à appliquer à une indication de 7,110 bar.

1.3 (2 points) Pour les cinq indications répétées au point de référence 7,00 bar dans le DT 2, calculez l'indication moyenne puis le résultat moyen corrigé. Présentez les étapes du calcul et exprimez le résultat en bar.

1.4 (1,5 point) Calculez l'écart entre le résultat moyen corrigé obtenu à la question 1.3 et la valeur de référence de 7,00 bar. Au regard de la tolérance indiquée dans le contexte, concluez sur l'acceptabilité de cet écart, sans tenir compte à ce stade de l'incertitude de mesure.

PARTIE 2 : Mise en œuvre et validation métrologique (7 points)

Préparer une opération de vérification et évaluer l'incertitude de mesure

Le service métrologie souhaite documenter une opération de vérification de l'instrument B au voisinage de 7,00 bar. Les données de répétabilité, les composantes d'incertitude et la règle de décision sont précisées dans

le DT 2.

2.1 (2 points) Proposez une procédure de vérification adaptée au circuit d'essai. Présentez au moins cinq étapes ordonnées, depuis la préparation de l'intervention jusqu'à l'enregistrement des résultats. Votre procédure doit prendre en compte la sécurité, le raccordement de l'étalon, les points de mesure et la traçabilité.

2.2 (1,5 point) À partir des cinq indications répétées du DT 2, calculez l'écart-type expérimental d'échantillon, puis l'incertitude-type de répétabilité de la moyenne, avec la relation $u_A = s/\sqrt{n}$. Utilisez $n = 5$ et exprimez les résultats en bar.

2.3 (2 points) Calculez l'incertitude-type composée à partir des composantes indépendantes indiquées dans le DT 2, selon la relation $u_c = \sqrt{u_{ref}^2 + u_{res}^2 + u_A^2 + u_{temp}^2}$. Déterminez ensuite l'incertitude élargie U avec le facteur d'élargissement $k = 2$. Donnez les résultats en bar, avec un arrondi cohérent.

2.4 (1,5 point) Appliquez la règle de décision du DT 2 au résultat moyen corrigé de la question 1.3. Établissez la valeur de $|x_c - x_{ref}| + U$, puis concluez si le résultat est conforme à la tolérance de ± 0,10 bar.

PARTIE 3 : Choix de gestion et maîtrise des coûts de suivi (6 points)

Comparer deux solutions de gestion d'instruments sur la base de données chiffrées

Le responsable du service doit comparer le maintien de l'organisation actuelle avec une solution de renouvellement de l'instrument. Les coûts annuels et les hypothèses de comparaison figurent dans le DT 3. Les calculs seront exprimés en euros hors taxes.

3.1 (2 points) Calculez le coût annuel de l'organisation actuelle en additionnant les coûts d'étalonnage, d'indisponibilité et de réparations indiqués dans le DT 3. Détaillez le calcul.

3.2 (2 points) Calculez le coût annuel récurrent de la solution de renouvellement, hors investissement initial. Déterminez ensuite l'économie annuelle par rapport à l'organisation actuelle.

3.3 (2 points) À partir de l'investissement initial et de l'économie annuelle calculés, déterminez le délai de retour simple sur investissement. Comparez également les coûts cumulés sur trois ans des deux solutions, selon les hypothèses du DT 3, puis formulez une recommandation argumentée.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : CARACTÉRISTIQUES DES INSTRUMENTS DE MESURE DE PRESSION

Le circuit d'essai fonctionne sur une étendue de 0 à 10 bar. La tolérance applicable au point de fonctionnement de 7,00 bar est de ± 0,10 bar.

Instrument A : transmetteur analogique, étendue 0 à 10 bar, classe 0,5. L'erreur maximale admissible indiquée par le fabricant correspond à 0,5 % de l'étendue complète.

Instrument B : transmetteur numérique, étendue 0 à 10 bar, erreur maximale admissible égale à ± (0,08 % de l'indication + 0,020 bar), résolution 0,01 bar.

Pour l'instrument A, la classe s'applique à l'étendue complète. Pour l'instrument B, le pourcentage s'applique à la valeur indiquée. Les instruments sont compatibles avec le fluide et les conditions d'utilisation du circuit d'essai.

Synthèse des caractéristiques métrologiques

Caractéristique	Instrument A	Instrument B
Étendue de mesure	0 à 10 bar	0 à 10 bar
Spécification d'erreur	Classe 0,5 % de l'étendue complète	± (0,08 % de l'indication + 0,020 bar)
Résolution	0,02 bar	0,01 bar
Compatibilité avec le circuit	Oui	Oui

Données fabricant fournies pour l'étude

DT 2 : RELEVÉS D'ÉTALONNAGE ET DONNÉES D'INCERTITUDE DE L'INSTRUMENT B

Les pressions de référence ont été établies à l'aide d'un étalon raccordé. L'erreur est définie par $e = I - R$, où I est l'indication de l'instrument et R la valeur de référence. La correction est définie par $C = -e$. Entre deux points consécutifs du tableau, l'interpolation est linéaire.

Au point de référence 7,00 bar, les composantes d'incertitude-type à utiliser sont : incertitude de l'étalon $u_{ref} = 0,020$ bar ; incertitude de résolution, assimilée à une loi rectangulaire sur un pas de résolution, $u_{res} = 0,01/\sqrt{12}$ bar ; incertitude de répétabilité de la moyenne u_A, à calculer à partir des cinq mesures ; incertitude liée à la température $u_{temp} = 0,010$ bar. Les composantes sont indépendantes.

Le facteur d'élargissement est $k = 2$. La règle de décision retenue est : le résultat est déclaré conforme si $|x_c - x_{ref}| + U \leq 0,10$ bar, où x_c est le résultat corrigé moyen et $x_{ref} = 7,00$ bar.

Relevés d'étalonnage de l'instrument B

Pression de référence (bar)	Indication de l'instrument B (bar)	Erreur e (bar)
0,00	0,02	+0,02
2,00	2,03	+0,03
4,00	4,04	+0,04
6,00	6,06	+0,06
8,00	8,07	+0,07
10,00	10,09	+0,09

L'erreur est égale à l'indication moins la référence

Mesures répétées au point de référence 7,00 bar

Numéro de mesure	Indication (bar)
1	7,09
2	7,10
3	7,08
4	7,11
5	7,10

Cinq indications successives de l'instrument B

DT 3 : DONNÉES DE GESTION ET COÛTS DE SUIVI DES INSTRUMENTS

Les coûts ci-dessous sont exprimés en euros hors taxes. La comparaison est réalisée sur une durée de trois ans. Les coûts annuels sont supposés constants. Le coût d'indisponibilité est évalué à 95 € par heure. Le délai de retour simple sur investissement est calculé en divisant l'investissement initial par l'économie annuelle récurrente.

Organisation actuelle : six opérations d'étalonnage par an à 180 € chacune ; deux heures d'indisponibilité par opération ; 900 € de réparations par an.

Solution de renouvellement : investissement initial de 2 700 € ; deux opérations d'étalonnage par an à 160 € chacune ; une heure d'indisponibilité par opération ; 420 € de maintenance annuelle ; 150 € de réparations annuelles. L'investissement initial est ajouté une seule fois au coût de la solution sur trois ans.

Éléments de comparaison économique

Poste de coût	Organisation actuelle	Solution de renouvellement
Investissement initial	0 €	2 700 €
Nombre d'étalonnages par an	6	2
Coût unitaire d'un étalonnage	180 €	160 €
Indisponibilité par étalonnage	2 h	1 h
Coût d'indisponibilité	95 €/h	95 €/h
Maintenance annuelle	0 €	420 €
Réparations annuelles	900 €	150 €
Durée de comparaison	3 ans	3 ans

Données annuelles et investissement initial

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : synthèse des calculs et décisions

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter les cellules repérées par « ... ». Les calculs détaillés et les justifications doivent également figurer sur la copie.

Tableau de synthèse des résultats

Question	Résultat ou décision
1.1 : Instrument retenu et justification	.....
1.2 : Erreur interpolée à 7,00 bar	... bar
1.2 : Correction pour une indication de 7,110 bar	... bar
1.3 : Indication moyenne	... bar
1.3 : Résultat moyen corrigé	... bar
2.2 : Écart-type expérimental s	... bar
2.2 : Incertitude-type de répétabilité uA	... bar
2.3 : Incertitude-type composée uc	... bar
2.3 : Incertitude élargie U	... bar
2.4 : Conclusion de conformité	.....
3.1 : Coût annuel de l'organisation actuelle	... €
3.2 : Coût annuel récurrent de la solution de renouvellement	... €
3.2 : Économie annuelle	... €
3.3 : Délai de retour simple	... années
3.3 : Recommandation argumentée	.....

À compléter par le candidat

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

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.