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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du CAP Horlogerie, veuillez visiter :
cap-horlogerie.fr/annales-sujets-et-corriges

CERTIFICAT D'APTITUDE PROFESSIONNELLE

HORLOGERIE

SESSION 2026

ÉPREUVE EP2 : RÉALISATIONS HORLOGÈRES ET TECHNOLOGIE, SUJET DE MÉTROLOGIE

2 pour l'épreuve EP2; aucun coefficient national autonome pour la métrologie Du

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet. Les instruments de mesure indiqués dans le dossier technique sont mis à disposition dans l'atelier.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences de contrôle (4 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique, mesures et calculs (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Préparation du contrôle et protocole opératoire (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : Prévention et sécurité en atelier (3 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2, DT 3)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1, DR 2) : À RENDRE AVEC LA COPIE	Fin de sujet

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

Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ATELIER HORLOGER DU LÉMAN, BESANÇON

Vous intervenez dans l'atelier horloger du Léman, à Besançon, pour contrôler et préparer la remise en état d'un mouvement mécanique de montre-bracelet confié par le client M. Dumas. Le contrôle porte sur une platine en laiton, un axe de balancier et un rubis de contre-pivot. Les valeurs à respecter sont celles du cahier des charges et des documents techniques fournis.

La métrologie est évaluée ici comme un contenu professionnel rattaché à l'EP2 : Réalisations horlogères et technologie. Elle ne constitue pas une épreuve nationale autonome et ne possède donc pas de coefficient national distinct. Le coefficient 12 concerne l'EP2 dans son ensemble. La durée de 2 heures correspond à la durée de ce sujet proposé, et non à une durée nationale autonome de métrologie.

Les tolérances indiquées dans le dossier sont les exigences du client pour cette intervention. Elles prévalent pour les contrôles demandés. Les références normatives citées servent de repères méthodologiques pour l'emploi des instruments et la décision de conformité.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences de contrôle (4 points)

Identifier les dimensions fonctionnelles et choisir une méthode de mesure adaptée

À partir du cahier des charges et des documents DT 1 et DT 2, analysez les contrôles à effectuer sur les éléments du mouvement. Pour chaque réponse, indiquez l'unité lorsque cela est nécessaire.

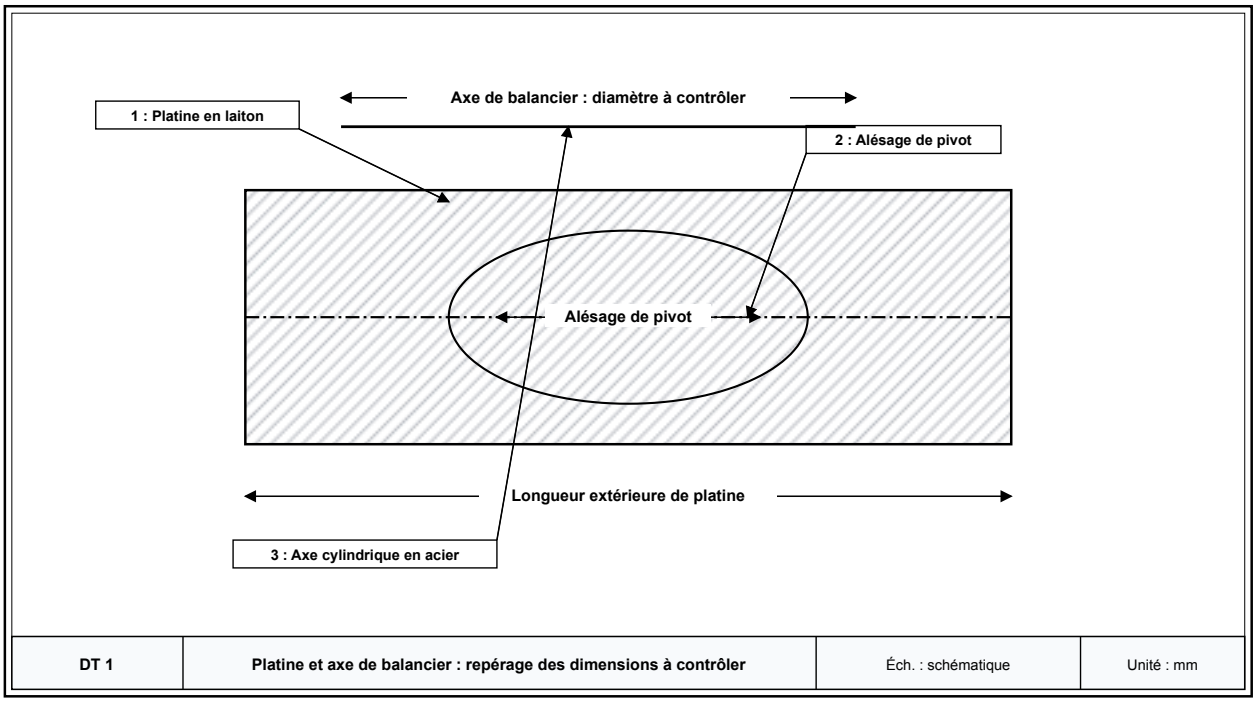


Schéma fonctionnel simplifié. Les dimensions numériques du cahier des charges sont données dans le DT 2.

1.1 (1 point) Pour contrôler le diamètre de l'axe de balancier indiqué dans le DT 2 avec une résolution adaptée à la tolérance demandée, choisissez l'instrument approprié parmi ceux du DT 2 et justifiez brièvement votre choix.

1.2 (1 point) Convertissez la cote nominale de l'alésage de pivot, donnée dans le DT 2 en millimètres, en micromètres. Écrivez le calcul et le résultat avec son unité.

1.3 (2 points) Le diamètre mesuré de l'axe vaut $0,997\ \text{mm}$. En utilisant les limites dimensionnelles du DT 2, indiquez si l'axe est conforme. Faites apparaître les limites minimale et maximale et justifiez votre conclusion.

PARTIE 2 : Étude technologique, mesures et calculs (7 points)

Exploiter les résultats de mesure, vérifier un ajustement et préparer une opération d'atelier

Les résultats et données nécessaires figurent dans les DT 2 et DT 3. Présentez les calculs avec les unités et les arrondis demandés. Pour les calculs de mesure, distinguez la valeur lue, la tolérance et l'incertitude indiquée par le fabricant.

Données du cahier des charges et relevés de contrôle

Élément contrôlé	Dimension nominale	Limites ou tolérance	Résultat mesuré
Axe de balancier	1,000 mm	0,995 mm à 1,005 mm	0,997 mm
Alésage de pivot	1,010 mm	1,010 mm à 1,018 mm	1,014 mm
Épaisseur de platine	0,800 mm	0,780 mm à 0,820 mm	0,826 mm

Données fournies par l'atelier pour cette intervention.

2.1 (2 points) Le micromètre utilisé pour l'axe a une résolution de $0,001\ \text{mm}$ et une incertitude élargie annoncée de $\pm 0,002\ \text{mm}$. Pour la valeur lue $0,997\ \text{mm}$, calculez l'intervalle associé à cette incertitude. Indiquez ensuite si cet intervalle est entièrement compris dans les limites du cahier des charges et concluez selon la règle de décision simplifiée donnée au DT 2.

2.2 (2 points) Calculez le jeu diamétral minimal et le jeu diamétral maximal entre l'alésage et l'axe à partir des limites du DT 2. Utilisez les relations $J_{\min} = D_{\min} - d_{\max}$ et $J_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$. Donnez les résultats en micromètres.

2.3 (2 points) Un perçage de contrôle est à réaliser dans une pièce en laiton avec un foret de diamètre $0,80\ \text{mm}$. Le DT 3 donne une vitesse de coupe de $24\ \text{m/min}$. Calculez la fréquence de rotation avec $n = \frac{1000 V_c}{\pi D}$, où V_c est en m/min et D en mm. Arrondissez à la centaine de tours par minute la plus proche, puis choisissez le réglage de broche disponible immédiatement inférieur ou égal dans le DT 3.

2.4 (1 point) Une plaquette de laiton de $20,0\ \text{mm}$ sur $12,0\ \text{mm}$ est débitée à partir d'une bande de largeur $13,0\ \text{mm}$. Calculez la surface de la pièce, la surface de matière consommée pour une longueur de débit de $20,0\ \text{mm}$, puis la surface de chute. Donnez les résultats en mm^2.

PARTIE 3 : Préparation du contrôle et protocole opératoire (6 points)

Organiser les contrôles, consigner les résultats et préparer la gamme de mesure

Avant toute intervention, les pièces doivent être propres, stabilisées à la température de l'atelier et identifiées. Complétez les documents réponse DR 1 et DR 2. La température de référence retenue pour ce contrôle est de $20\ ^\circ\text{C}$. Les instruments et leurs résolutions sont décrits dans le DT 2.

Ordre de contrôle recommandé

Étape	Opération	Point de vigilance
1	Identifier la pièce et vérifier son état de propreté	Ne pas mesurer une pièce en présence de poussière ou de film d'huile
2	Vérifier l'état et le zéro de l'instrument	Ne pas forcer les touches de mesure
3	Effectuer trois lectures sans déformer la pièce	Repositionner la pièce entre les lectures
4	Consigner les valeurs et appliquer la règle de décision	Séparer les pièces conformes et non conformes

À utiliser pour organiser les contrôles sur le lot client.

3.1 (2 points) Complétez le DR 1 pour les trois contrôles du lot en choisissant, pour chacun, l'instrument adapté parmi ceux du DT 2 et en indiquant la caractéristique contrôlée. Pour l'épaisseur de platine, tenez compte du résultat mesuré fourni en partie 2.

3.2 (2 points) Complétez le DR 2 avec les résultats de la partie 2. Pour chaque pièce, indiquez la décision de contrôle. Pour l'épaisseur de platine, appliquez les limites du DT 2. Distinguez clairement une décision conforme d'une décision non conforme.

3.3 (2 points) Rédigez une gamme opératoire de quatre étapes au maximum pour le contrôle du diamètre de l'axe. Elle doit mentionner la préparation de la pièce, la vérification de l'instrument, la prise des mesures et la consignation de la décision. Utilisez le DR 2.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité en atelier (3 points)

Prévenir les risques liés à la mesure et au perçage de petites pièces

Le perçage est effectué sur une perceuse d'établi, avec une petite pièce en laiton maintenue dans un porte-pièce. Les pièces horlogères sont manipulées avec des brucelles adaptées. Les règles générales de sécurité de l'atelier et les consignes du DT 3 s'appliquent.

Situations de travail à analyser

Situation	Risque principal
Perçage d'une petite pièce tenue à la main	Accrochage de la pièce ou blessure
Soufflage à l'air comprimé des copeaux	Projection de particules vers les yeux
Mesure d'une pièce encore chaude après usinage	Erreur de mesure et brûlure

Consignes de sécurité de l'atelier du Léman.

4.1 (1,5 point) Pour chacune des trois situations du tableau, indiquez une mesure de prévention adaptée. Une réponse doit préciser le moyen de maintien ou de protection utilisé.

4.2 (1,5 point) Indiquez trois précautions à respecter pour protéger les instruments de mesure et garantir la fiabilité des résultats pendant le contrôle de petites pièces horlogères.

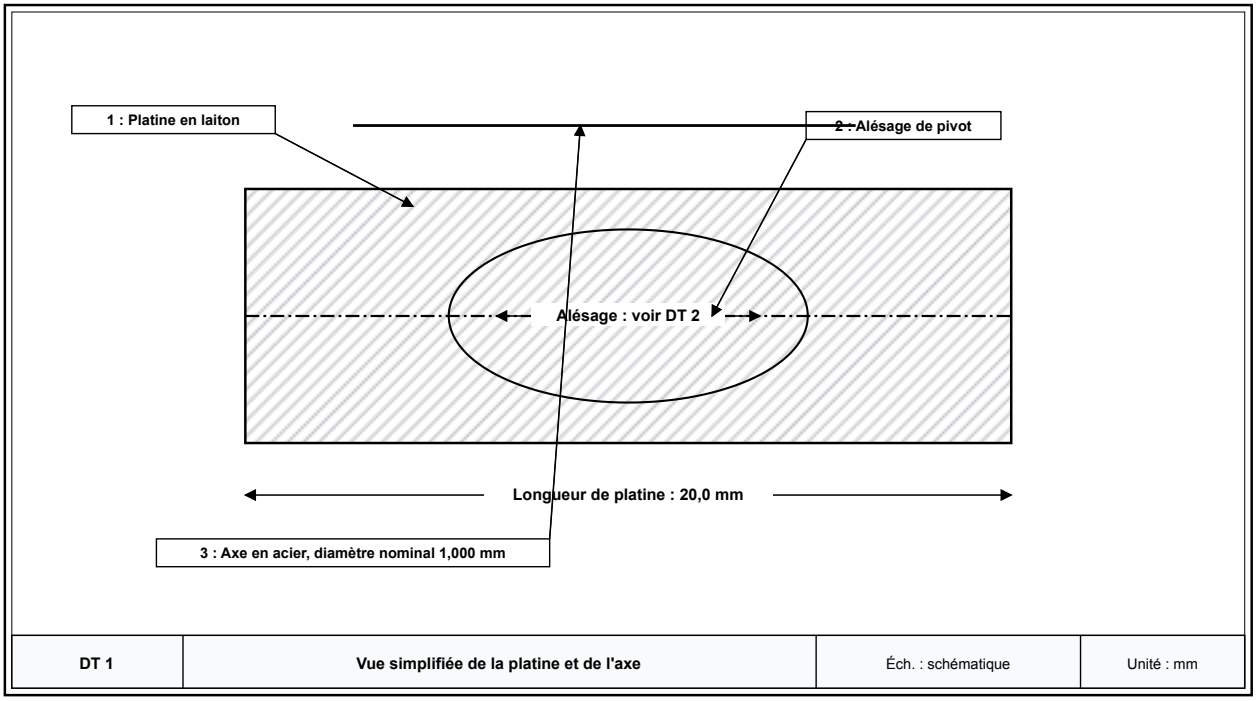
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : REPÉRAGE DES ÉLÉMENTS DU MOUVEMENT ET DIMENSIONS FONCTIONNELLES

Le schéma représente une platine simplifiée et un axe de balancier destinés à un contrôle dimensionnel avant remontage. La platine est en laiton et l'axe en acier. Le schéma est fonctionnel et non à l'échelle. Les limites dimensionnelles applicables sont regroupées dans le DT 2.

Le diamètre de l'axe et celui de l'alésage constituent un couple fonctionnel. La propreté des surfaces, l'absence de bavure et le bon positionnement de l'instrument sont nécessaires à une mesure exploitable.



1 : platine en laiton; 2 : alésage de pivot; 3 : axe de balancier en acier. Représentation non à l'échelle.

DT 2 : INSTRUMENTS DE MESURE, EXIGENCES DIMENSIONNELLES ET DÉCISION DE CONFORMITÉ

Les caractéristiques ci-dessous sont les données de contrôle retenues pour cette intervention. Les références ISO 3611 pour les micromètres d'extérieur, ISO 13385-1 pour les pieds à coulisse et ISO 14253-1 pour les principes de décision de conformité sont citées comme repères méthodologiques. Les tolérances particulières du tableau constituent le cahier des charges du client pour ce sujet.

Règle de décision simplifiée applicable à la question 2.1 : la mesure est acceptée comme conforme avec prise en compte de l'incertitude uniquement si l'intervalle obtenu en ajoutant et en retranchant l'incertitude à la valeur lue est entièrement contenu dans les limites spécifiées. Pour les autres résultats de mesure, comparez la valeur lue aux limites spécifiées.

Conversion utile : $1\ \mathrm{mm} = 1000\ \mu\mathrm{m}$. Pour un ajustement, le jeu diamétral se calcule par différence entre le diamètre d'alésage et le diamètre d'axe.

Instruments disponibles

Instrument	Plage	Résolution	Usage adapté
Pied à coulisse	0 à 150 mm	0,01 mm	Dimensions extérieures courantes et contrôle général
Micromètre d'extérieur	0 à 25 mm	0,001 mm	Diamètre d'axe et faible dimension extérieure avec tolérance serrée
Micromètre d'intérieur	5 à 30 mm	0,01 mm	Alésages dont le diamètre entre dans la plage de mesure
Loupe graduée	0 à 10 mm	0,1 mm	Observation et estimation non dimensionnelle de défauts

Instruments vérifiés avant mise à disposition.

Cahier des charges dimensionnel

Caractéristique	Dimension nominale	Limite minimale	Limite maximale
Diamètre d'axe	1,000 mm	0,995 mm	1,005 mm
Diamètre d'alésage	1,014 mm	1,010 mm	1,018 mm
Épaisseur de platine	0,800 mm	0,780 mm	0,820 mm

Limites à appliquer aux pièces de cette intervention.

DT 3 : DONNÉES DE PRÉPARATION D'USINAGE ET CONSIGNES DE PRÉVENTION

Pour le perçage dans le laiton, la vitesse de coupe de travail retenue est $V_c = 24\ \mathrm{m/min}$. Le foret a un diamètre $D = 0,80\ \mathrm{mm}$. Les vitesses de broche disponibles sont 6000, 8000, 10000, 12000 et $15000\ \mathrm{tr/min}$. Le réglage retenu ne doit pas dépasser la fréquence calculée.

Relation de calcul : $n = \frac{1000 V_c}{\pi D}$, avec V_c en $\mathrm{m/min}$, D en mm et n en $\mathrm{tr/min}$. Pour un débit, la surface consommée est égale à la largeur de bande multipliée par la longueur de débit; la surface de chute est la différence entre la surface consommée et la surface de la pièce.

Consignes de prévention : maintenir les petites pièces dans un porte-pièce adapté; ne jamais les tenir à la main lors du perçage; protéger les yeux contre les projections; retirer les copeaux avec un pinceau ou un outil adapté après arrêt de la broche; ne pas mesurer une pièce chaude; ne pas laisser les instruments en contact avec les outils de coupe, les copeaux ou les lubrifiants.

Caractéristiques de l'opération

Paramètre	Valeur	Unité
Vitesse de coupe dans le laiton	24	m/min
Diamètre du foret	0,80	mm
Largeur de bande de laiton	13,0	mm
Longueur de débit	20,0	mm
Dimensions finies de la pièce	20,0 × 12,0	mm

Données de travail fournies pour le perçage.

Réglages disponibles et prévention

Réglages de broche disponibles	Maintien de pièce	Protection et nettoyage
6000, 8000, 10000, 12000, 15000 tr/min	Porte-pièce ou étau adapté	Lunettes de protection; pinceau après arrêt de la broche

Choisir un réglage ne dépassant pas la fréquence calculée et appliquer les consignes d'atelier.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : question 3.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez directement le tableau. Indiquez un instrument choisi dans le DT 2 pour chaque caractéristique et précisez le résultat à contrôler ou la plage de mesure à vérifier.

Choix des instruments de mesure

Élément	Caractéristique à contrôler	Instrument choisi	Résultat ou limites à contrôler
Axe de balancier	Diamètre extérieur	.....	.....
Platine	Épaisseur	.....	.....
Platine	Diamètre d'alésage de pivot	.....	.....

Écrire les réponses dans les cases contenant « ... ».

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 3.2 et 3.3

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez le tableau de contrôle et inscrivez une gamme opératoire de quatre étapes au maximum. Reporter les valeurs de mesure fournies dans le sujet et justifier chaque décision par comparaison avec les limites du DT 2.

Feuille de contrôle et gamme opératoire

Pièce ou opération	Valeur mesurée ou action	Limite ou consigne applicable	Décision ou étape
Axe de balancier	.....	.....	.....
Alésage de pivot	.....	.....	.....
Épaisseur de platine	.....	.....	.....
Gamme opératoire : étape 1	.....	.....	.....
Gamme opératoire : étape 2	.....	.....	.....
Gamme opératoire : étape 3	.....	.....	.....
Gamme opératoire : étape 4	.....	.....	.....

Écrire les réponses dans les cases contenant « ... ».

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.