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

BACHELOR UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

MESURES PHYSIQUES

ÉVALUATION LOCALE DE LA COMPÉTENCE C2 : DÉPLOYER LA MÉTROLOGIE ET LA DÉMARCHE QUALITÉ

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
MESURES PHYSIQUES	3,0 INDICATIF

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 et d'une calculatrice autorisée.

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

Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : LABORATOIRE DE MÉTROLOGIE THERMOPROCESS, ZONE D'ACTIVITÉS DE VÉNISSIEUX, RHÔNE

Le laboratoire ThermoProcess réalise le contrôle périodique d'une sonde de température utilisée par son client, l'atelier de pasteurisation Rhône Délices. La sonde est utilisée pour surveiller la température d'un procédé dont les points de contrôle sont compris entre 60 °C et 90 °C.

Le cahier des charges client impose une erreur maximale tolérée de ±0,50 °C sur la plage contrôlée. Le laboratoire doit exploiter les relevés fournis, établir un résultat traçable, appliquer la règle de décision indiquée dans le dossier technique et proposer les actions qualité et sécurité adaptées. Les documents DT 1 à DT 3 font partie intégrante du sujet. Les réponses aux questions 3.2 et 3.3 sont à reporter sur le DR 1 ; les réponses aux questions 4.1 et 4.2 sont à reporter sur le DR 2.

Le sujet porte sur la compétence C2 du référentiel du BUT Mesures Physiques. La durée et le barème ci-dessus sont ceux de la présente évaluation.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET CADRE MÉTROLOGIQUE (5 points)

Définition du mesurage, traçabilité et exigences du client

À partir du contexte et des documents DT 1 et DT 3, vous analysez le besoin du client et le dispositif de mesure. Toute justification doit s'appuyer sur les données fournies.

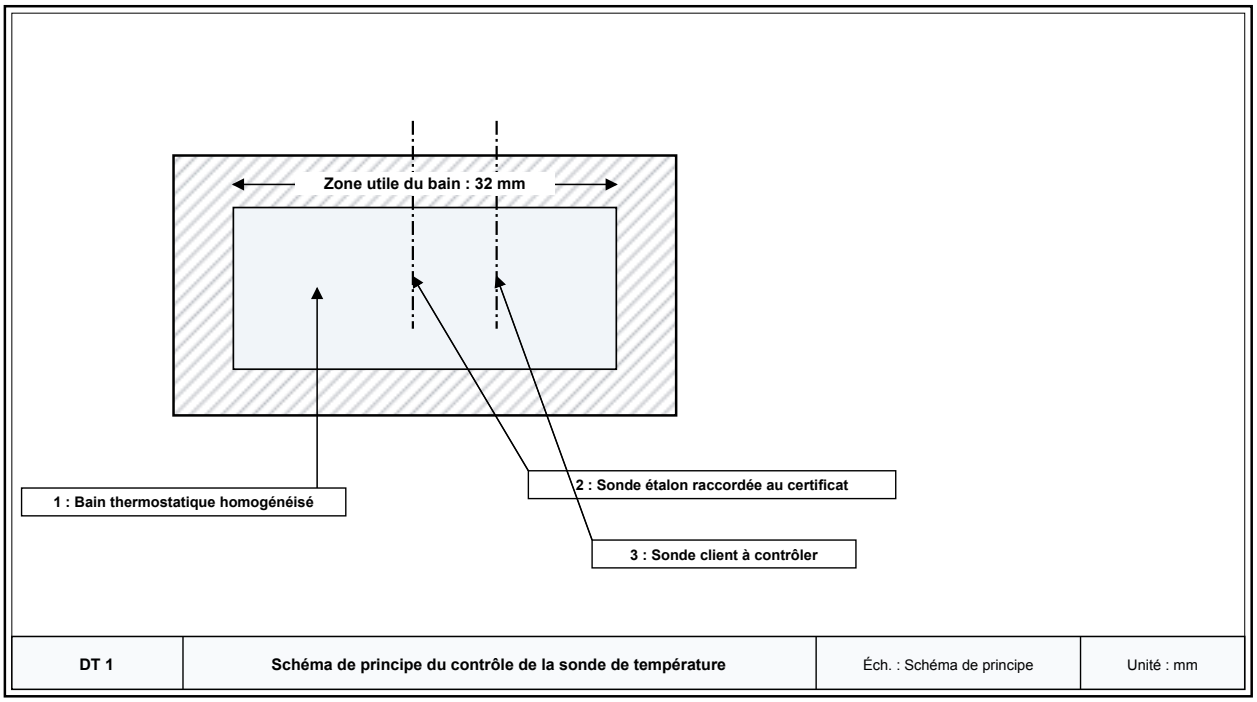


Schéma fonctionnel non à l'échelle. Le bain est stabilisé avant le relevé des indications.

1.1 (2 points) Définir le mesurande et préciser les deux instruments qui constituent la chaîne de comparaison. Indiquer lequel fournit la référence de comparaison et justifier votre réponse par une donnée du DT 1.

1.2 (1,5 point) Relever trois éléments documentaires ou organisationnels à enregistrer pour assurer la traçabilité du contrôle. Pour chacun, indiquer brièvement son utilité métrologique ou qualité.

1.3 (1,5 point) Vérifier que les trois points de contrôle du DT 2 couvrent la plage d'utilisation annoncée de 60 °C à 90 °C. Calculer l'étendue de la plage testée et préciser les limites de ce que permet de conclure un contrôle réalisé uniquement en ces trois points.

PARTIE 2 : EXPLOITATION DES MESURES ET DÉCISION DE CONFORMITÉ (6 points)

Calcul des erreurs, incertitude et application d'une règle de décision

Les résultats de répétabilité et les données d'incertitude sont fournis dans le DT 2. Les indications de la sonde client sont exprimées en degrés Celsius. Les corrections de la sonde étalon ont déjà été appliquées aux valeurs de référence du tableau.

Pour chaque point, l'erreur de la sonde client est définie par $e = \overline{I}_{client} - T_{ref}$. La correction à appliquer à la sonde client est $C = -e$. Pour le calcul de l'incertitude au point 85 °C, utiliser les données et les relations du DT 2, puis arrondir l'incertitude élargie à 0,01 °C.

Relevés de la sonde client et valeurs de référence

Point de contrôle	Valeur de référence corrigée T_ref (°C)	Indications répétées de la sonde client (°C)
65 °C	65,02	65,1 ; 65,0 ; 65,1 ; 65,2 ; 65,1
75 °C	75,01	75,2 ; 75,1 ; 75,2 ; 75,3 ; 75,2
85 °C	85,03	85,4 ; 85,5 ; 85,5 ; 85,6 ; 85,5

Données issues du relevé de contrôle fourni par le laboratoire.

2.1 (2 points) Pour chacun des trois points, calculer la moyenne des indications de la sonde client, l'erreur e et la correction C. Présenter les résultats avec une résolution de 0,01 °C.

2.2 (2,5 points) Au point 85 °C, calculer l'écart-type expérimental s des cinq indications, puis l'incertitude-type de répétabilité sur la moyenne $u_A = s/\sqrt{n}$. Calculer ensuite l'incertitude-type composée u_c en combinant u_A, l'incertitude-type de la sonde étalon et celle due à la résolution de la sonde client, considérées comme indépendantes. Déterminer l'incertitude élargie U pour $k = 2$. Donner les étapes et les résultats en °C.

2.3 (1,5 point) Au point 85 °C, appliquer la règle de décision du DT 2 à l'erreur calculée en 2.1 et à l'incertitude élargie calculée en 2.2. Conclure en utilisant exclusivement l'une des catégories prévues : conforme, non conforme ou conformité non démontrée. Expliquer la portée de la conclusion au regard de l'erreur maximale tolérée.

PARTIE 3 : PRÉPARATION DU CONTRÔLE ET DÉMARCHE QUALITÉ (5 points)

Protocole opératoire, enregistrement des résultats et traitement d'un écart

Vous préparez le contrôle avant la remise du rapport au client. Les étapes doivent assurer l'identification des équipements, la stabilité des conditions de mesure et la conservation des preuves. Les règles de décision et de traçabilité applicables sont celles du DT 3.

Séquence opératoire à organiser

Code	Opération
A	Stabiliser le bain aux points prescrits et vérifier la stabilité avant chaque série.
B	Identifier les équipements, vérifier l'état des certificats et enregistrer les conditions ambiantes.
C	Insérer les deux sondes dans la zone utile, à profondeur comparable, sans contact avec les parois.
D	Effectuer les lectures répétées, enregistrer les valeurs brutes et calculer les résultats.
E	Nettoyer et ranger les équipements, sauvegarder les données et émettre le rapport contrôlé.

Les opérations sont présentées dans le désordre. Répondre en indiquant un ordre cohérent et les points de surveillance associés.

3.1 (2 points) Proposer un ordre opératoire cohérent pour les opérations A à E. Indiquer deux vérifications à réaliser avant de commencer les relevés et expliquer en quoi elles contribuent à la fiabilité du résultat.

3.2 (1,5 point) Compléter le DR 1 pour le point 85 °C : moyenne, erreur, correction, incertitude élargie et conclusion selon la règle de décision. Indiquer également les identifiants de la sonde client, de la sonde étalon et du bain utilisés, en reprenant les identifiants du DT 1.

3.3 (1,5 point) La conclusion au point 85 °C ne permet pas de démontrer la conformité. Indiquer deux actions immédiates concernant le rapport ou l'équipement client, puis proposer une action de recherche de cause et une action visant à éviter la répétition de l'écart. Les propositions doivent respecter les règles du DT 3.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ AU POSTE DE MESURE (4 points)

Identification des dangers et choix des mesures de prévention

Le contrôle est réalisé sur un bain pouvant atteindre 90 °C, avec des équipements électriques alimentés sur le secteur. Le laboratoire impose l'application de ses consignes de sécurité et l'utilisation des équipements de protection individuelle indiqués dans le DT 3.

Situations de travail à analyser

Situation	Danger identifié	Donnée du poste
Manipulation des sondes	Contact avec une surface ou un liquide chaud	Bain régulé jusqu'à 90 °C
Branchement du bain et des appareils	Risque électrique	Alimentation secteur ; câble et prise à contrôler visuellement
Déplacement autour du poste	Renversement ou chute	Plan de travail encombré à dégager avant l'essai

Données du poste de contrôle communiquées par le responsable de laboratoire.

4.1 (2 points) Pour chacune des trois situations du tableau, indiquer un dommage possible et une mesure de prévention adaptée, en distinguant si nécessaire une mesure collective et une mesure individuelle. Reporter les éléments dans le DR 2.

4.2 (2 points) Rédiger une consigne courte de mise en sécurité avant intervention en cas de câble endommagé ou de fuite de liquide au voisinage d'un équipement électrique. Préciser les actions à ne pas entreprendre et la personne à prévenir conformément aux consignes du DT 3.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DESCRIPTION DU BANC ET IDENTIFICATION DES ÉQUIPEMENTS

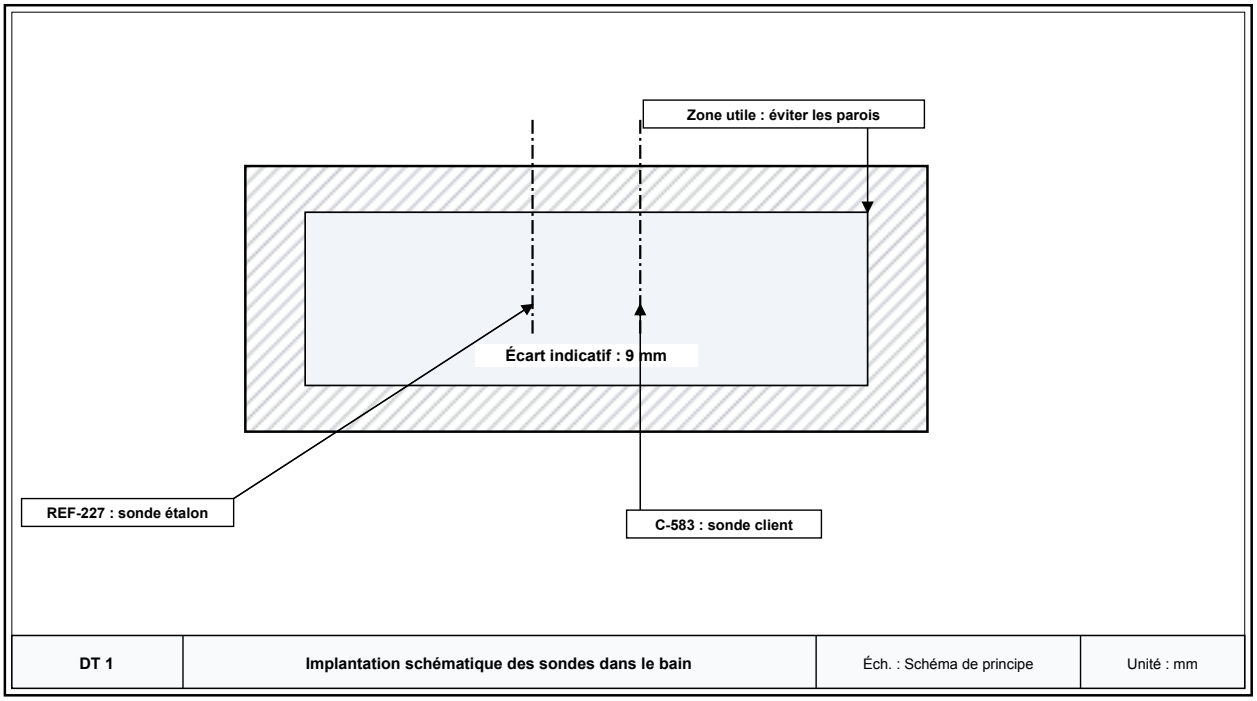
Le banc est composé d'un bain thermostatique, d'une sonde de température étalon et de la sonde client à contrôler. Les deux sondes sont placées dans la zone utile du bain, à profondeur comparable et sans contact avec les parois. Les identifiants ci-dessous sont ceux à reporter sur la fiche de résultat.

La sonde étalon possède un certificat d'étalonnage en cours de validité, émis par un laboratoire accrédité. La valeur de référence donnée dans le DT 2 est la température corrigée issue de ce certificat et des corrections applicables.

Caractéristiques des équipements du banc

Équipement	Identifiant	Plage utile	Caractéristique métrologique utile	Statut documentaire
Bain thermostatique	BT-014	20 °C à 95 °C	Stabilité affichée : ±0,05 °C après stabilisation	Vérification fonctionnelle enregistrée
Sonde étalon avec indicateur	REF-227	0 °C à 100 °C	Incertitude élargie du certificat : U_ref = 0,10 °C, k = 2	Certificat valable à la date du contrôle
Sonde client avec indicateur	C-583	60 °C à 90 °C	Résolution d'affichage : 0,1 °C	Identifiée par le client

Fiche d'identification à la date du contrôle.



Les deux pointes de mesure sont placées dans la zone utile, à profondeur comparable.

DT 2 : DONNÉES DE MESURE, INCERTITUDE ET RÈGLE DE DÉCISION

Les indications répétées de la sonde client et les températures de référence corrigées sont données dans le tableau de la partie 2. Le nombre de répétitions à chaque point est $n = 5$.

Incertitude-type associée au certificat de la sonde étalon : $u_{ref} = U_{ref}/k = 0,10/2 = 0,05\ ^\circ\mathrm{C}$. Pour une résolution numérique $r = 0,1\ ^\circ\mathrm{C}$, l'incertitude-type de résolution est modélisée par une loi rectangulaire : $u_{res} = r/\sqrt{12}$.

En supposant les contributions indépendantes : $u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{ref}^2 + u_{res}^2}$, puis $U = k u_c$, avec $k = 2$. L'incertitude de stabilité du bain est prise en compte dans la valeur de référence corrigée fournie et ne doit pas être ajoutée une seconde fois.

Erreur maximale tolérée client : $EMT = \pm 0,50\ ^\circ\mathrm{C}$. Règle de décision convenue : le résultat est déclaré conforme si $|e| + U \leq 0,50\ ^\circ\mathrm{C}$. Il est déclaré non conforme si $|e| - U > 0,50\ ^\circ\mathrm{C}$. Dans les autres cas, la conformité n'est pas démontrée. Cette règle est appliquée au point évalué et ne constitue pas, à elle seule, une preuve de conformité sur tout intervalle non mesuré.

Données nécessaires au calcul d'incertitude et à la décision

Grandeur	Valeur	Utilisation
Nombre de répétitions n	5	Calcul de l'incertitude-type de la moyenne
Incertitude élargie de la sonde étalon U_ref	0,10 °C	Certificat, facteur k = 2
Résolution de la sonde client r	0,1 °C	Modèle rectangulaire, u_res = r/√12
Facteur d'élargissement k	2	Calcul de U = k u_c
Erreur maximale tolérée	±0,50 °C	Limite contractuelle du client

Les valeurs sont fournies pour le présent contrôle.

DT 3 : ENREGISTREMENTS QUALITÉ ET CONSIGNES DE PRÉVENTION

Le laboratoire applique une organisation documentée inspirée des principes de compétence, d'impartialité, de traçabilité et de maîtrise des enregistrements associés aux activités d'étalonnage et d'essais. La référence de travail du laboratoire est ISO/IEC 17025:2017. Les consignes de ce sujet ne constituent pas un extrait normatif : les exigences applicables sont celles des procédures internes et du contrat client.

Le rapport doit permettre de retrouver le client, l'équipement contrôlé, les équipements de référence, leurs identifiants, les dates, les conditions de réalisation, les données brutes, les calculs, l'incertitude, la règle de décision et l'identité de la personne ayant réalisé et vérifié le contrôle. Toute modification d'un enregistrement doit rester traçable.

En cas de conformité non démontrée, ne pas présenter la sonde comme conforme. Informer le responsable technique, conserver les relevés bruts, signaler clairement la conclusion au client et convenir avec lui de la suite à donner, par exemple un ajustage, une réparation ou un contrôle complémentaire. Une recherche de cause et une action visant à prévenir la répétition de l'écart sont enregistrées.

Prévention au poste : porter des gants adaptés à la manipulation d'éléments chauds et des lunettes de protection ; dégager le plan de travail ; vérifier visuellement l'état des câbles et des prises avant mise sous tension ; garder les connexions électriques à l'écart du liquide. En cas de câble endommagé ou de fuite près d'un équipement électrique, ne pas toucher l'appareil ni le liquide, ne pas intervenir sur une partie sous tension, éloigner les personnes et prévenir immédiatement le responsable de laboratoire. La mise hors tension ne doit être effectuée que si elle peut être réalisée sans exposition au danger.

Éléments minimaux de l'enregistrement qualité

Élément à tracer	Exemple ou exigence
Identification du client et de l'équipement	Client Rhône Délices ; sonde C-583
Références utilisées	Sonde REF-227 ; bain BT-014 ; certificats et statut
Résultats et données brutes	Indications répétées, référence corrigée, calculs et unités
Incertitude et décision	Budget appliqué, facteur k, EMT et règle de décision
Responsabilités et dates	Date du contrôle, opérateur, vérificateur et validation du rapport

Liste de contrôle applicable au rapport du présent contrôle.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Fiche de résultat du contrôle au point 85 °C — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

À rendre avec la copie. Compléter toutes les cases « ... » à partir des documents et de vos calculs. Les résultats numériques sont à exprimer en °C, avec les arrondis demandés dans le sujet.

Enregistrement du point de contrôle à 85 °C

Rubrique	Valeur à reporter
Client	Rhône Délices
Sonde client	.....
Sonde étalon	.....
Bain thermostatique	.....
Température de référence corrigée (°C)	85,03
Moyenne des indications de la sonde client (°C)	.....
Erreur e (°C)	.....
Correction C (°C)	.....
Incertitude élargie U, k = 2 (°C)	.....
Conclusion selon la règle de décision	.....

Identification et résultat métrologique.

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Analyse des risques et mesures de prévention — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

À rendre avec la copie. Compléter le tableau pour chaque situation. Indiquer des mesures concrètes, applicables au poste décrit, et rédiger la consigne de mise en sécurité dans l'espace prévu.

Tableau d'analyse des risques au poste de mesure

Situation	Dommage possible	Mesure collective ou organisationnelle	Mesure individuelle, si pertinente
Manipulation des sondes et du bain à 90 °C	.....	.....	.....
Branchement d'un appareil électrique	.....	.....	.....
Déplacement autour du poste encombré	.....	.....	.....
Consigne en cas de câble endommagé ou de fuite près d'un appareil électrique	.....	.....	.....

Un dommage possible et une mesure de prévention sont attendus pour chaque situation.

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.