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

FLUIDES, ÉNERGIES, DOMOTIQUE : OPTION GÉNIE CLIMATIQUE ET FLUIDIQUE

ÉPREUVE E5 : INTERVENTIONS SUR LES SYSTÈMES (UNITÉ U5)

SESSION 2026

Durée : 4 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
FLUIDES, ÉNERGIES, DOMOTIQUE : OPTION GÉNIE CLIMATIQUE ET FLUIDIQUE	5

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.

Le système didactisé, les instruments de mesure, les équipements de protection individuelle et les documents techniques DT 1 à DT 3 sont mis à disposition. Le candidat remet son compte rendu et les documents réponse DR 1 et DR 2.

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 CONSIGNES GÉNÉRALES DE L'ÉPREUVE : CLIMARIVES MAINTENANCE, ATELIER TECHNIQUE DE LYON (RHÔNE)

Vous intervenez sur une installation didactisée représentative d'une chaufferie de petit bâtiment tertiaire. Le client, la résidence Les Érables, signale une température intérieure insuffisante et des cycles de fonctionnement fréquents de la pompe à chaleur air-eau. L'installation est mise à disposition sur un banc de travaux pratiques et reproduit les organes décrits dans le dossier technique.

Vous devez identifier le fonctionnement de l'installation, effectuer les essais et mesures demandés, exploiter les résultats, configurer le régulateur puis vérifier les performances après intervention. Les activités mobilisent les compétences C7 : réaliser des essais et des mesures, C6 : mettre en œuvre des outils de pilotage, et C8 : vérifier et adapter les performances d'un système.

La durée de réalisation pratique est de 4 heures. À l'issue de la réalisation, la commission procède à une interrogation d'une durée maximale de 20 minutes. Le candidat remet un compte rendu synthétique et les documents DR 1 et DR 2. Toute intervention est réalisée selon les consignes du centre, les notices des appareils et les règles de prévention applicables. Il est interdit d'ouvrir le circuit frigorifique.

Les valeurs de réglage et critères de réception propres à cette installation sont ceux du cahier des charges et des documents DT. Ils ne constituent pas des seuils réglementaires généraux.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)

Identifier les fonctions, les organes et les conditions d'intervention

À partir du schéma DT 1 et des données du DT 2, prenez connaissance de l'installation avant toute mise en fonctionnement. Le banc comprend une pompe à chaleur air-eau réversible, un circulateur, un ballon tampon, un circuit hydraulique secondaire, une sonde extérieure et un régulateur. Le mode demandé pour l'essai est le chauffage.

1.1 (1,5 point) Sur le document DR 1, associez à chaque organe repéré sa fonction dans l'installation et indiquez le sens de circulation de l'eau en mode chauffage. Justifiez le rôle du ballon tampon dans cette configuration.

1.2 (1,5 point) À partir du DT 2, relevez trois grandeurs à contrôler avant l'essai et indiquez, pour chacune, l'instrument ou la lecture de régulateur adaptée. Distinguez les contrôles hydrauliques, électriques et de régulation.

1.3 (1 point) Citez deux exigences de sécurité ou de conformité applicables à l'intervention et associez chacune à une action concrète à réaliser sur ce banc. Vous pouvez vous appuyer sur le Code du travail, la notice constructeur, la NF C 15-100 ou la série NF EN 378, selon le risque concerné.

PARTIE 2 : Essais, mesures et diagnostic (6 points)

Réaliser des mesures et exploiter les résultats

Après les contrôles préalables et avec l'autorisation de l'examinateur, mettez le banc en fonctionnement dans les conditions d'essai du DT 2. Relevez les mesures stabilisées et inscrivez-les dans le DR 1. Pour le calcul de puissance hydraulique, utilisez $P_{th} = \rho\, q_v\, c_p\, \Delta T$, avec $\rho = 1000\,\mathrm{kg/m^3}$, $c_p = 4,18\,\mathrm{kJ/(kg\cdot K)}$, et q_v exprimé en $\mathrm{m^3/s}$. Pour calculer le COP de chauffage, utilisez $COP = P_{th}/P_{élec}$.

Conditions et critères d'essai

Paramètre	Valeur ou critère	Unité
Température extérieure simulée	7	°C
Température d'eau au départ	35	°C
Débit d'eau visé	1,20	m³/h
Écart départ-retour attendu	4,5 à 6,5	K
Puissance thermique acceptable sur le banc	7,2 à 8,2	kW
COP minimal demandé dans ces conditions d'essai	3,0	sans unité
Puissance électrique mesurée pour l'exploitation	2,35	kW

Valeurs du cahier des charges du banc, relevées pour cet essai.

2.1 (2 points) Réalisez les mesures prévues au DT 3 en régime stabilisé. Relevez le débit, les températures départ et retour, la température extérieure affichée et la puissance électrique absorbée. Inscrivez les valeurs, les unités et les conditions de mesure dans le DR 1. Toute valeur non mesurée doit être signalée comme telle.

2.2 (2,5 points) À partir des valeurs stabilisées obtenues, calculez l'écart de température ΔT, la puissance thermique hydraulique et le COP. Détaillez les conversions d'unités et les étapes de calcul dans le DR 1. Comparez les résultats aux critères du cahier des charges.

2.3 (1,5 point) Établissez un diagnostic argumenté à partir des résultats : indiquez si l'installation satisfait les critères de débit, d'écart de température, de puissance et de COP. Si une mesure est hors critère, proposez une cause probable et un contrôle complémentaire pertinent, sans intervenir sur le circuit frigorifique.

PARTIE 3 : Paramétrage et vérification des performances (6 points)

Mettre en œuvre un outil de pilotage et adapter le fonctionnement

Le cahier des charges de la résidence demande un fonctionnement en chauffage avec une loi d'eau définie dans le DT 2. Le régulateur du banc permet de consulter et modifier les paramètres indiqués dans le tableau correspondant. Avant toute modification, relevez les valeurs initiales. Modifiez uniquement les paramètres

nécessaires, avec l'accord de l'examinateur, puis vérifiez le fonctionnement et consignez les valeurs finales dans le DR 2.

3.1 (2 points) Relevez sur le régulateur les valeurs initiales des paramètres de fonctionnement indiqués dans le DR 2. Comparez-les aux consignes du DT 2 et identifiez les écarts qui peuvent contribuer au défaut signalé. Ne modifiez aucun paramètre avant d'avoir consigné l'état initial.

3.2 (2 points) Configurez le régulateur conformément aux valeurs de consigne du DT 2 : mode chauffage, loi d'eau, hystérésis et temporisation anti-cycles courts. Consignez chaque valeur avant et après intervention dans le DR 2. Expliquez brièvement l'effet attendu de deux réglages sur le fonctionnement.

3.3 (2 points) Après stabilisation, contrôlez les grandeurs prévues au DT 3 et comparez-les aux critères du cahier des charges. Indiquez si l'adaptation est satisfaisante et rédigez une conclusion de mise en service mentionnant les réserves éventuelles et les actions complémentaires à transmettre au client.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (4 points)

Préparer et conduire l'intervention en sécurité

Avant de quitter le poste, laissez le banc dans l'état demandé par l'examinateur, remettez en place les protections et signalez toute anomalie. Les opérations sur le circuit électrique et les fluides sont limitées aux gestes autorisés par les consignes du centre et la notice constructeur.

4.1 (1,5 point) Présentez, dans l'ordre, les mesures de prévention à appliquer avant une intervention nécessitant l'accès à une zone électrique : identification de l'équipement, mise en sécurité, vérification de l'absence de tension par une personne habilitée si l'opération l'exige, et maintien des protections. Précisez les limites de votre intervention.

4.2 (1,5 point) Le fluide frigorigène indiqué dans la fiche technique est le R32. Citez deux précautions adaptées à ce fluide et à l'environnement de travail. Indiquez la conduite à tenir en cas de suspicion de fuite. Aucune ouverture ni manipulation du circuit frigorifique n'est demandée.

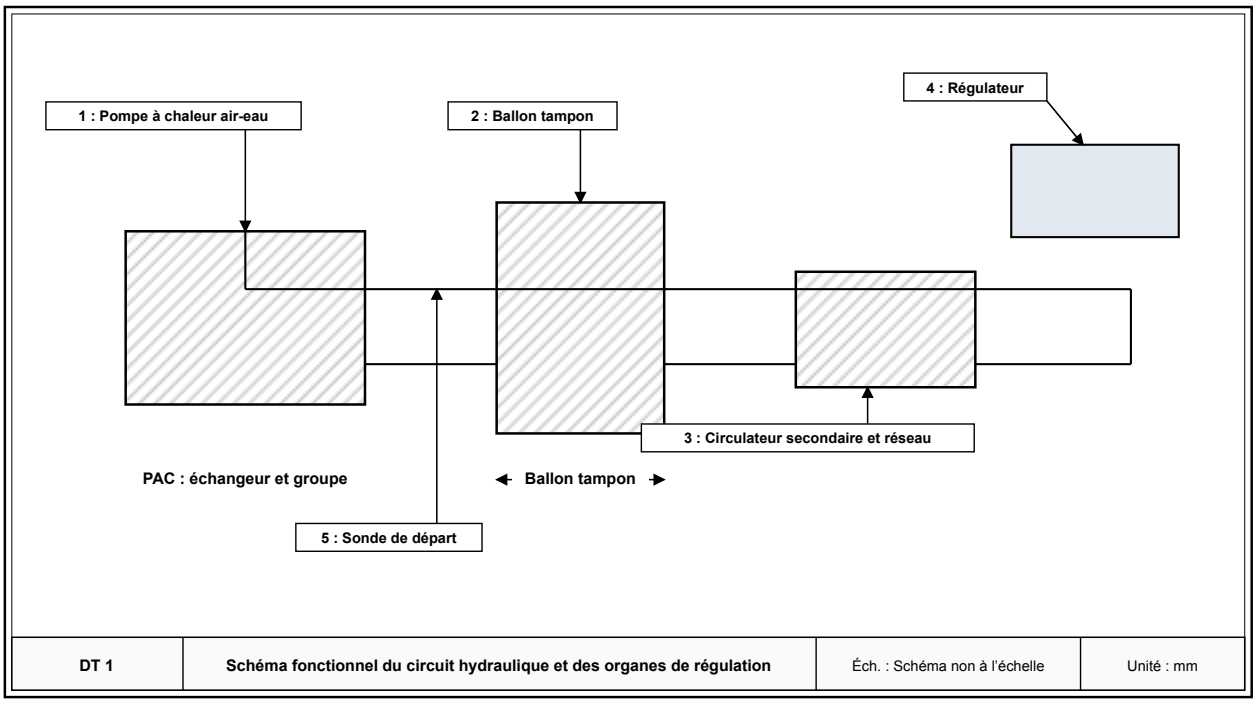
4.3 (1 point) Complétez la partie « risques et mesures de prévention » du DR 2 en associant deux risques effectivement présents sur le poste à une mesure de prévention adaptée.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA DE PRINCIPE ET IMPLANTATION FONCTIONNELLE DU BANC DE POMPE À CHALEUR

Schéma de principe non à l'échelle. Le circuit hydraulique de chauffage relie le départ de la pompe à chaleur au ballon tampon puis au réseau secondaire, avant le retour vers la pompe à chaleur. Les repères sont repris dans le DR 1. Les dimensions représentées servent à distinguer les organes et ne constituent pas un plan d'exécution.



DT 1	Schéma fonctionnel du circuit hydraulique et des organes de régulation	Éch. : Schéma non à l'échelle	Unité : mm

DT 2 : FICHE TECHNIQUE DU BANC ET CAHIER DES CHARGES DE FONCTIONNEMENT

Les données ci-dessous sont les caractéristiques et consignes propres au banc mis à disposition. La température extérieure est simulée par le dispositif du centre. La puissance électrique de 2,35 kW est la valeur de référence à utiliser pour l'exploitation du calcul de COP dans la situation décrite. Les références normatives sont à appliquer dans leur domaine et selon leur version en vigueur ; les valeurs de réception particulières sont celles du présent cahier des charges.

Caractéristiques des équipements

Équipement ou donnée	Caractéristique	Observation
Pompe à chaleur air-eau	Puissance thermique nominale : 8,0 kW	Mode chauffage
Fluide frigorigène	R32, charge indiquée : 1,20 kg	Circuit fermé, aucune manipulation demandée
Ballon tampon	Volume : 50 L	Circuit primaire
Circulateur secondaire	Débit réglable : 0,6 à 1,8 m³/h	Débit cible : 1,20 m³/h
Compteur électrique	Puissance active affichée en kW	Lire après stabilisation
Instruments disponibles	Thermomètres de contact, débitmètre, multimètre adapté	Utilisation selon notice et consignes du centre

Extrait de la fiche technique du banc d'essai.

Paramètres de régulation et exigences de l'installation

Paramètre	Consigne	Unité ou condition
Mode	Chauffage	Sélection sur régulateur
Loi d'eau à +7 °C extérieur	35	°C départ d'eau
Loi d'eau à -7 °C extérieur	45	°C départ d'eau
Hystérésis de régulation	3	K
Temporisation anti-cycles courts	5	min
Température extérieure de l'essai	7	°C
Débit visé	1,20	m³/h

Consignes particulières de réception pour le banc.

DT 3 : PROTOCOLE D'ESSAI, DE MESURE ET RÉFÉRENCES DE PRÉVENTION

Protocole d'essai : 1. prendre connaissance des consignes et vérifier l'état apparent du banc ; 2. identifier les appareils et leurs plages de mesure ; 3. relever les valeurs initiales du régulateur ; 4. avec l'autorisation de l'examinateur, lancer le mode chauffage ; 5. attendre un régime stabilisé, défini ici par des lectures successives espacées de 5 minutes ne variant pas de plus de 0,5 K pour les températures d'eau ; 6. relever débit, températures départ et retour, température extérieure et puissance électrique ; 7. effectuer les calculs et comparer aux critères du DT 2 ; 8. modifier uniquement les paramètres autorisés ; 9. refaire les contrôles après adaptation ; 10. arrêter ou laisser le système dans l'état prescrit par l'examinateur.

Pour la puissance hydraulique, employer $P_{th} = \rho q_v c_p \Delta T$. Pour convertir le débit, $1\,\mathrm{m^3/h} = 1/3600\,\mathrm{m^3/s}$. Avec q_v en $\mathrm{m^3/s}$, ρ en $\mathrm{kg/m^3}$, c_p en $\mathrm{kJ/(kg\cdot K)}$, le résultat est en kW. Le COP est le rapport de la puissance thermique utile à la puissance électrique absorbée.

Références de prévention et de conformité à mobiliser selon la tâche : Code du travail, dispositions relatives à la prévention des risques et aux opérations électriques ; NF C 15-100 pour les installations électriques basse tension dans son domaine d'application ; série NF EN 378 pour la sécurité des systèmes frigorifiques et pompes à chaleur. Les notices constructeur et les consignes du centre prévalent pour l'utilisation du banc. Ne pas réaliser de mesure sous tension sans autorisation, compétence et matériel adaptés. Ne pas ouvrir le circuit frigorifique.

Relevés et critères à contrôler

Grandeur	Méthode ou source	Critère ou unité
Débit hydraulique	Lecture du débitmètre	1,20 m³/h visé
Température départ	Sonde de contact ou affichage vérifié	°C
Température retour	Sonde de contact ou affichage vérifié	°C
Température extérieure	Affichage du simulateur	7 °C pour l'essai
Puissance électrique	Compteur du banc	2,35 kW pour le calcul de référence
Stabilité des températures d'eau	Deux lectures à 5 min d'intervalle	Écart maximal : 0,5 K

À relever en régime stabilisé, avant puis après adaptation si nécessaire.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre : Parties 1 et 2, identification et relevés

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez les tableaux pendant l'intervention. Indiquez les unités, les conditions de mesure et toute incertitude ou anomalie constatée. Présentez les calculs de la question 2.2 sur la copie ou dans les cases prévues.

Identification fonctionnelle des organes

Repère DT 1	Organe	Fonction	Sens de circulation ou lien fonctionnel
1	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....

Feuille de relevés et d'exploitation

Grandeur	Valeur mesurée	Unité	Conditions ou instrument
Débit hydraulique	.....	.....	.....
Température départ	.....	.....	.....
Température retour	.....	.....	.....
Écart de température ΔT	.....	K	Calcul
Température extérieure	.....	°C	.....
Puissance thermique calculée	.....	kW	Calcul détaillé sur la copie
Puissance électrique	.....	kW	.....
COP calculé	.....	sans unité	Calcul détaillé sur la copie
Conclusion par rapport aux critères DT 2	.....	.....	.....

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre : Parties 3 et 4, paramétrage et prévention

À RENDRE AVEC LA COPIE

Consignez les valeurs avant et après intervention. Complétez le diagnostic de prévention par des mesures concrètes adaptées au poste et aux consignes du centre.

Relevé des paramètres du régulateur

Paramètre	Valeur initiale relevée	Consigne DT 2	Valeur finale	Effet attendu ou observation
Mode de fonctionnement	.....	Chauffage	.....	.....
Loi d'eau à +7 °C extérieur	.....	35 °C	.....	.....
Loi d'eau à -7 °C extérieur	.....	45 °C	.....	.....
Hystérésis	.....	3 K	.....	.....
Temporisation anti-cycles courts	.....	5 min	.....	.....
Vérification après adaptation	.....	Critères DT 2	.....	.....

Analyse des risques et mesures de prévention

Risque identifié	Situation d'exposition	Mesure de prévention ou conduite à tenir
.....	.....	.....
.....	.....	.....

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.