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 BP Génie Climatique, veuillez visiter :
bp-genie-climatique.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET PROFESSIONNEL

MONTEUR EN INSTALLATIONS DU GÉNIE CLIMATIQUE ET SANITAIRE

SESSION 2026

ÉPREUVE E3 : MISE EN SERVICE, RÉGLAGE ET COMMUNICATION, SOUS-ÉPREUVE E32 : MISE EN SERVICE, CONTRÔLE ET OPTIMISATION

Coefficient : 4 Durée : 4 heures

Les documents techniques et documents-réponses joints au sujet sont autorisés. Le banc d'essai, les appareils de mesure, les outils et les équipements de protection individuelle nécessaires sont mis à disposition.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique, dimensionnement et métré (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Première mise en service, contrôle et optimisation (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : Prévention, sécurité et compte rendu (4 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 : ENTREPRISE THERMIQUE DES COTEAUX, CHANTIER DE RÉNOVATION D'UNE MAISON INDIVIDUELLE, 12 RUE DES TILLEULS, 37000 TOURS

Vous intervenez pour l'entreprise Thermique des Coteaux sur une installation de chauffage récemment réalisée dans une maison individuelle occupée. Le générateur est une pompe à chaleur air/eau alimentant un plancher chauffant hydraulique. Votre intervention comprend deux situations de deux heures : une première mise en service, puis un contrôle et une optimisation à partir de relevés de fonctionnement. Les opérations matérielles sont réalisées sur un banc d'essai pédagogique représentatif de l'installation. Vous devez rendre un compte rendu pour chaque situation.

Le cahier des charges fixe une puissance thermique de référence de 8,0 kW, un régime de calcul du plancher chauffant de 35/30 °C et un débit total cible de 1,38 m³/h. La pression de service à froid est de 1,5 bar. Toute mise en pression, mise sous tension ou intervention sur un équipement doit être précédée des vérifications et mesures de prévention appropriées, conformément aux documents techniques fournis.

Le sujet comporte quatre parties, notées sur 20 points. Les parties 1 et 2 correspondent à la première mise en service. Les parties 3 et 4 correspondent au contrôle, au diagnostic et à l'optimisation.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)

Identifier les fonctions, les paramètres de fonctionnement et les prescriptions applicables

À partir du schéma et des documents DT 1 et DT 3, établissez les conditions nécessaires à une mise en service sûre et conforme au cahier des charges. Les données de l'installation et les limites applicables à l'intervention sont fournies dans le dossier technique.

Données principales de l'installation

Paramètre	Valeur ou prescription
Générateur	Pompe à chaleur air/eau, puissance thermique de référence 8,0 kW
Émetteurs	Plancher chauffant hydraulique, 4 boucles
Régime de calcul	35 °C départ et 30 °C retour
Débit total cible	1,38 m³/h
Pression de service à froid	1,5 bar
Alimentation électrique	230 V monophasé, protection dédiée repérée au tableau

Extrait du cahier des charges de l'installation

1.1 (1,5 point) À partir du schéma DT 1, décrivez le cheminement de l'eau depuis le générateur jusqu'aux émetteurs puis son retour. Indiquez le rôle de la pompe, du filtre, du collecteur et des organes de réglage des boucles.

1.2 (1,5 point) Classez dans l'ordre les opérations préalables à la mise en service : contrôle visuel et identification, rinçage, remplissage, purge, contrôle d'étanchéité, raccordement électrique et mise en fonctionnement. Justifiez le placement du contrôle d'étanchéité avant la mise en fonctionnement.

1.3 (1 point) Relevez dans le DT 3 deux références techniques ou réglementaires pertinentes pour cette intervention et indiquez, pour chacune, son domaine d'application. Distinguez une prescription de sécurité au travail d'une référence technique relative à l'installation.

PARTIE 2 : Étude technologique, dimensionnement et métré (6 points)

Calculer le débit, contrôler la vitesse, préparer le métré et exploiter les données de régulation

Utilisez les données du DT 1 et du DT 2. Pour les calculs, donnez les unités, détaillez la formule et arrondissez les résultats à trois chiffres significatifs, sauf indication contraire.

Valeurs de consigne des boucles et données de métré

Boucle	Débit cible (m³/h)	Longueur totale de tube à poser (m)
1	0,36	58
2	0,35	54
3	0,34	51
4	0,33	47

Données fournies pour les calculs de la partie 2

2.1 (1,5 point) Vérifiez le débit total cible en additionnant les débits des quatre boucles. Calculez ensuite le débit théorique nécessaire au générateur pour fournir 8,0 kW avec un écart de température de 5 K, à l'aide de la relation du DT 2. Comparez les deux résultats et concluez sur leur cohérence.

2.2 (1,5 point) Calculez la vitesse de l'eau dans le tube principal de diamètre intérieur 26 mm lorsque le débit total cible est de 1,38 m³/h. Utilisez la formule indiquée au DT 2. Comparez le résultat à la plage de contrôle donnée dans le dossier. Complétez les résultats dans le DR 1.

2.3 (1 point) Calculez la longueur totale de tube des quatre boucles, puis la longueur d'approvisionnement à prévoir avec une majoration de 8 % pour les coupes et raccordements. Le tube est vendu par couronnes de 100 m. Indiquez la longueur achetée et la longueur restante après pose.

2.4 (1 point) Calculez la résistance thermique de l'isolant de tuyauterie fourni au DT 2 avec la relation $R = e/\lambda$. Donnez le résultat en m²·K/W et précisez les unités utilisées dans le calcul.

2.5 (1 point) À partir du tableau de la loi d'eau du DT 2, déterminez par interpolation linéaire la température de départ théorique pour une température extérieure de 3 °C. Présentez le calcul et arrondissez la consigne au dixième de degré.

PARTIE 3 : Première mise en service, contrôle et optimisation (6 points)

Établir un diagnostic à partir de mesures et définir des réglages correctifs

La première mise en service a été réalisée selon les instructions du fabricant et le relevé initial est disponible dans le DT 2. La situation de contrôle fournit un second relevé. Vous devez exploiter les mesures, établir un diagnostic argumenté et proposer une méthode de vérification après correction. Les interventions sur filtre et organes hydrauliques ne sont réalisées qu'après mise en sécurité et dépressurisation adaptées.

Relevés de fonctionnement

Grandeur mesurée	Valeur relevée	Valeur de référence ou cible
Température extérieure	7 °C	7 °C
Température départ chauffage	35 °C	35 °C
Température retour chauffage	28,8 °C	30 °C à débit cible
Débit total mesuré	1,02 m³/h	1,38 m³/h
Débits des boucles 1 à 4	0,28 ; 0,27 ; 0,24 ; 0,23 m³/h	0,36 ; 0,35 ; 0,34 ; 0,33 m³/h
Perte de charge mesurée au filtre	24 kPa	Valeur attendue après nettoyage : 5 à 10 kPa
Puissance électrique absorbée mesurée	2,90 kW	À relever pour le bilan de performance

Mesures effectuées sur le banc d'essai lors du contrôle

3.1 (2 points) Comparez les débits mesurés aux débits cibles et vérifiez que leur somme correspond au débit total mesuré. Identifiez l'anomalie principale à partir des débits et de la perte de charge au filtre. Complétez le tableau de diagnostic du DR 2.

3.2 (2 points) Calculez la puissance thermique transportée par l'eau pendant le relevé de contrôle avec $P = 1,163 \times q \times \Delta T$, où q est exprimé en m³/h et ΔT en K. Calculez ensuite le COP mesuré avec $COP = P_{th}/P_{élec}$. Commentez ces valeurs au regard du point de fonctionnement observé, sans les comparer à une valeur catalogue non fournie.

3.3 (2 points) Proposez un protocole de correction et de vérification après diagnostic. Il doit préciser la mise en sécurité avant l'intervention sur le filtre, le contrôle des organes de réglage, le réglage des débits de boucle, les mesures à relever après remise en fonctionnement et les critères permettant de conclure à une amélioration. Justifiez l'ordre des opérations.

PARTIE 4 : Prévention, sécurité et compte rendu (4 points)

Prévenir les risques pendant les opérations de mise en service et de contrôle

Avant toute intervention, appliquez les consignes de sécurité du DT 3 et les procédures de l'entreprise. L'installation est alimentée en électricité et contient de l'eau sous pression. Les risques doivent être évalués avant l'action et les protections adaptées à l'opération.

Situations de travail à analyser

Situation	Risque principal
Contrôle du raccordement électrique	Contact électrique ou remise sous tension intempestive
Ouverture du filtre hydraulique	Projection d'eau, brûlure ou écoulement sous pression
Manipulation et transport des couronnes de tube	Effort physique, heurt ou chute de plain-pied

Pour chaque situation, associer un risque, une mesure de prévention et une vérification

4.1 (2 points) Pour chacune des trois situations du tableau, indiquez une mesure de prévention collective ou organisationnelle et une protection individuelle adaptée. Précisez au moins une vérification préalable indispensable avant l'intervention électrique et une avant l'ouverture du filtre.

4.2 (2 points) Rédigez les éléments essentiels du compte rendu de contrôle à remettre au responsable de chantier : valeurs initiales, anomalie constatée, action corrective proposée ou réalisée, valeurs à recontrôler, état de fonctionnement et consignes de surveillance à transmettre au client. Distinguez clairement les faits mesurés des préconisations.

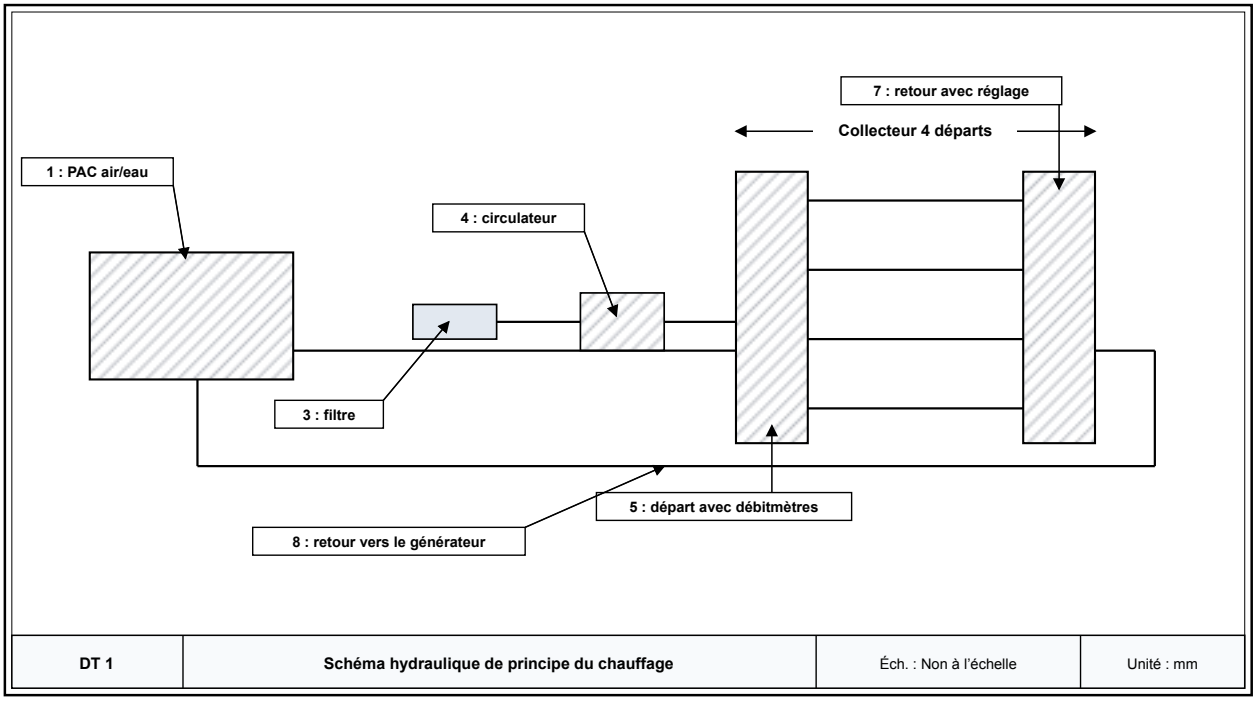
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA HYDRAULIQUE DE PRINCIPE ET REPÉRAGE DES ÉQUIPEMENTS

Installation de chauffage à eau chaude composée d'une pompe à chaleur air/eau, d'un circuit primaire, d'un filtre, d'un circulateur, d'un collecteur quatre départs et de quatre boucles de plancher chauffant. Le schéma est fonctionnel et non à l'échelle. Le diamètre intérieur du tube principal utilisé pour le calcul de vitesse est de 26 mm. Les débits cibles des boucles sont donnés dans la partie 2.

Repères : 1 : pompe à chaleur ; 2 : départ chauffage ; 3 : filtre en ligne ; 4 : circulateur ; 5 : collecteur départ avec débitmètres ; 6 : boucles de plancher chauffant ; 7 : collecteur retour avec organes de réglage ; 8 : retour vers le générateur.



DT 2 : DONNÉES DE CALCUL, PRODUITS ET RELEVÉS DE FONCTIONNEMENT

Données conventionnelles retenues pour le sujet : masse volumique et capacité thermique de l'eau regroupées dans le coefficient 1,163 pour le calcul de puissance en kW lorsque le débit est exprimé en m³/h et l'écart de température en K. Relation : $P = 1,163 \times q \times \Delta T$. Vitesse dans une conduite : $v = Q/A$, avec $Q = q/3600$ en m³/s et $A = \pi D^2/4$ en m².

Tube principal : diamètre intérieur 26 mm. Plage de contrôle de vitesse retenue pour cet exercice : 0,3 à 1,0 m/s. Cette plage sert de critère de vérification pour le calcul demandé et ne remplace pas les prescriptions de conception applicables au chantier.

Isolant de tuyauterie : épaisseur $e = 19$ mm, conductivité thermique $\lambda = 0,036$ W/(m·K). Relation de résistance thermique plane : $R = e/\lambda$, avec e exprimée en mètres.

Pour le métré, les longueurs des quatre boucles sont données dans la partie 2. Prévoir 8 % de longueur supplémentaire. Une couronne commerciale contient 100 m. Pour le chiffrage matière complémentaire : tube principal, 12,40 € par mètre ; isolant, 3,20 € par mètre ; quatre organes de réglage, 18,00 € l'unité ; produit de traitement, 9,00 € par litre. Le volume d'eau de l'installation est de 120 L et la concentration prescrite par la fiche du produit fournie sur le banc est de 1 % en volume.

Loi d'eau fournie pour le réglage : température de départ de 39 °C à 0 °C extérieur et de 35 °C à 7 °C extérieur. Entre ces deux points, une interpolation linéaire est demandée.

Valeurs de la loi d'eau et matériel de chiffrage

Donnée	Valeur
Loi d'eau à 0 °C extérieur	39 °C départ
Loi d'eau à 7 °C extérieur	35 °C départ
Tube principal, prix unitaire	12,40 €/m
Isolant, prix unitaire	3,20 €/m
Organe de réglage	18,00 €/unité, quantité 4
Produit de traitement	9,00 €/L, concentration prescrite 1 %
Volume d'eau de l'installation	120 L

Données de l'exercice, à utiliser sans extrapolation

Valeurs de référence pour le contrôle et l'optimisation

Paramètre	Valeur
Débit total cible	1,38 m³/h
Écart de température de calcul	5 K
Perte de charge attendue au filtre après nettoyage	5 à 10 kPa
Pression de service à froid	1,5 bar
Débitmètre de contrôle	Incertitude fournie : ± 0,02 m³/h
Manomètre de contrôle	Incertitude fournie : ± 0,05 bar

Valeurs données pour l'exploitation des mesures

DT 3 : PRESCRIPTIONS DE MISE EN SERVICE, RÉFÉRENCES TECHNIQUES ET PRÉVENTION

Les documents constructeur de la pompe à chaleur et des composants priment pour les limites de fonctionnement, les séquences de démarrage, les raccordements et les opérations de maintenance. Ne pas dépasser la pression maximale admissible du composant le plus contraignant. Pour le banc d'essai de cette épreuve, la procédure fournie fixe une pression d'essai hydraulique de 2,25 bar pendant 30 minutes, après isolement des équipements qui ne

sont pas prévus pour cet essai. Les composants concernés ont une pression maximale d'essai indiquée de 3,0 bar. Surveiller le manomètre et rechercher toute fuite ; arrêter l'essai en cas d'anomalie.

Le remplissage, le rinçage, la purge et le traitement de l'eau sont réalisés suivant les prescriptions du fabricant et la procédure du banc. Pour la quantité de produit, utiliser exclusivement le volume et le dosage fournis au DT 2. Le contrôle électrique est effectué par une personne compétente, avec les protections et moyens de vérification adaptés. Toute consignation ou vérification d'absence de tension relève de la procédure applicable au site.

Références à prendre en compte pour l'analyse : NF EN 14336, systèmes de chauffage dans les bâtiments, installation et mise en service des systèmes de chauffage à eau ; NF EN 12828, systèmes de chauffage dans les bâtiments, conception des systèmes de chauffage à eau ; NF C 15-100, installations électriques à basse tension ; Code du travail, notamment l'obligation générale de prévention prévue à l'article L. 4121-1. Vérifier les versions et prescriptions applicables au chantier et aux équipements. Ces références ne remplacent pas la notice constructeur ni l'évaluation des risques de l'entreprise.

Risques identifiés : contact électrique, remise sous tension intempestive, projection d'eau sous pression, brûlure par eau ou surface chaude, coupure lors de la manipulation des tubes, manutention et chute de plain-pied. Maintenir la zone dégagée, baliser si nécessaire, porter les équipements adaptés et ne jamais ouvrir un filtre sous pression.

Repères techniques, procédures et prévention

Thème	Donnée ou référence	Application au sujet
Installation et mise en service hydraulique	NF EN 14336	Référence technique pour les opérations d'installation et de mise en service des systèmes de chauffage à eau
Conception des systèmes de chauffage à eau	NF EN 12828	Référence technique de conception, à considérer dans son domaine d'application
Installation électrique basse tension	NF C 15-100	Référence pour les installations électriques concernées
Prévention des risques professionnels	Code du travail, article L. 4121-1	Principes généraux de prévention et protection de la santé et de la sécurité
Essai hydraulique du banc	2,25 bar pendant 30 min, équipements sensibles isolés	Procédure du banc et limites constructeur à respecter
Dosage du produit de traitement	1 % du volume d'eau, soit à calculer pour 120 L	Suivre la fiche du produit et les consignes de manipulation

Synthèse des informations mises à disposition du candidat

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Feuille de calcul de débit, vitesse et métré, questions 2.1 à 2.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases « ... ». Faire apparaître les calculs sur la copie lorsque la place dans le tableau est insuffisante. Joindre ce document à la copie.

Résultats de calcul et préparation du métré

Grandeur demandée	Calcul ou résultat à compléter
Somme des débits cibles des quatre boucles	.....
Débit théorique du générateur pour 8,0 kW et 5 K	.....
Vitesse dans le tube intérieur 26 mm à 1,38 m³/h	.....
Comparaison à la plage de contrôle 0,3 à 1,0 m/s	.....
Longueur totale des quatre boucles	.....
Longueur avec majoration de 8 %	.....
Nombre de couronnes de 100 m à commander	.....
Longueur restante après pose	.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Tableau de diagnostic et de suivi des réglages, questions 3.1 et 3.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les cases « ... ». Pour le diagnostic, citer les valeurs mesurées utiles. Pour le suivi, distinguer l'action à réaliser des mesures attendues après correction.

Diagnostic de l'installation et plan de vérification

Élément contrôlé	Valeur mesurée	Valeur cible ou critère	Diagnostic ou action à proposer
Débit total	1,02 m³/h	1,38 m³/h	.....
Perte de charge au filtre	24 kPa	5 à 10 kPa après nettoyage	.....
Boucle 1	0,28 m³/h	0,36 m³/h	.....
Boucle 2	0,27 m³/h	0,35 m³/h	.....
Boucle 3	0,24 m³/h	0,34 m³/h	.....
Boucle 4	0,23 m³/h	0,33 m³/h	.....
Contrôle après correction	.....	Débit total cible et fonctionnement stable	Mesures à relever : ...

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.