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

MÉTIERS DE LA TRANSITION ET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUES

ÉVALUATION DE COMPÉTENCE C8 : PILOTER DES INSTALLATIONS ET EN ASSURER LA MAINTENANCE PRÉVENTIVE ET CORRECTIVE

SESSION 2026

Durée : 3 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
MÉTIERS DE LA TRANSITION ET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUES	3, COEFFICIENT 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.

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

Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : THERMIOUEST MAINTENANCE, CENTRE AQUATIQUE MUNICIPAL LES ONDINES, ANGERS

Vous intervenez pour ThermiOuest Maintenance sur la production de chaleur du centre aquatique municipal Les Ondines. Le site est équipé d'une pompe à chaleur air/eau alimentant un ballon tampon et un réseau hydraulique fermé. Le responsable du site signale une baisse de performance, des variations de température et une fuite sur un tronçon de tuyauterie isolée.

Votre mission consiste à exploiter les relevés fournis, établir un diagnostic argumenté, préparer le remplacement du tronçon et définir une intervention de maintenance sûre. Les calculs seront présentés avec les unités, les hypothèses et un arrondi adapté. Les valeurs de seuil et les extraits réglementaires nécessaires à l'épreuve figurent dans le dossier technique.

Le présent sujet évalue la compétence C8 dans le cadre de l'organisation de la formation et de l'évaluation applicables à l'établissement. Le barème est établi sur 20 points.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle, exploitation et cadre réglementaire (5 points)

Analyser les fonctions de l'installation et interpréter les relevés de fonctionnement

À partir du schéma et des documents DT 1 et DT 2, caractérisez le fonctionnement de l'installation avant intervention. Les relevés ont été effectués en régime stabilisé, avec une température extérieure de 7 °C. Le débitmètre est étalonné et les sondes ont une incertitude de mesure de ± 0,5 K.

Relevés d'exploitation à 10 h 00

Grandeur	Valeur relevée	Unité
Température départ chauffage	42	°C
Température retour chauffage	36	°C
Débit du circuit primaire	1,80	m³/h
Puissance électrique absorbée par la PAC	8,4	kW
Puissance thermique délivrée, supervision	22,0	kW
Pression différentielle filtre	38	kPa
Pression différentielle filtre propre, valeur de référence	12	kPa

Valeurs relevées par le système de supervision du site.

1.1 (1,5 point) Décrivez la chaîne fonctionnelle de production et de distribution de chaleur représentée au DT 1. Pour chaque élément principal, indiquez sa fonction dans l'installation et nommez deux grandeurs utiles au pilotage.

1.2 (1,5 point) Calculez le COP instantané à partir des puissances relevées, selon la relation $COP = P_{th}/P_{elec}$. Comparez-le au COP de référence indiqué au DT 2. Concluez en précisant une limite de cette comparaison.

1.3 (2 points) Le filtre présente une perte de charge supérieure à sa valeur de référence. Interprétez cet écart en tenant compte des autres relevés. Proposez deux contrôles complémentaires avant de conclure à un encrassement et citez deux exigences de sécurité ou références applicables à la préparation d'une intervention sur cette installation, en vous appuyant sur le DT 2.

PARTIE 2 : Étude technologique, dimensionnement et métré (7 points)

Dimensionner les éléments de remplacement et établir les quantités et coûts

Le tronçon présentant une fuite doit être remplacé. Le cahier des charges impose une tuyauterie acier DN 50, une isolation élastomère d'épaisseur 30 mm et une remise en service avec un mélange contenant 25 % en volume de concentré inhibiteur. Les données de calcul et les prix unitaires figurent au DT 2.

Données du tronçon et conditions d'intervention

Donnée	Valeur	Unité
Longueur droite à remplacer	8,40	m
Longueur supplémentaire pour raccordements et ajustage	0,60	m
Diamètre extérieur du tube	60,3	mm
Masse linéique du tube acier	8,74	kg/m
Volume total de fluide à préparer	120	L

Dimensions relevées sur site et données de la fiche fournisseur.

2.1 (2 points) Calculez le débit volumique correspondant à une puissance thermique de 22,0 kW et à un écart de température départ-retour de 6 K, à l'aide de $P = 1,163\, q_v\, \Delta T$, où P est en kW et q_v en m³/h. Comparez le résultat au débit relevé en partie 1 et indiquez si l'écart justifie une vérification du débitmètre ou du réglage hydraulique.

2.2 (2 points) Déterminez la longueur totale de tube à commander en intégrant la longueur de raccordement et une chute de 10 % sur la longueur totale calculée. Calculez la masse de tube correspondante. Présentez les étapes de calcul et les unités sur le DR 1.

2.3 (1,5 point) Calculez la résistance thermique de la couche isolante selon $R = e/\lambda$, avec une épaisseur $e = 0,030$ m et la conductivité thermique λ du DT 2. Calculez ensuite la surface extérieure de l'isolant pour la longueur commandée, en utilisant le diamètre extérieur isolé indiqué au DT 2 et $S = \pi D L$. Expliquez en une phrase l'intérêt de cette isolation.

2.4 (1,5 point) Pour préparer 120 L de fluide à 25 % en volume, calculez les volumes de concentré et d'eau. À partir des prix unitaires du DT 2, calculez le coût des fournitures principales : tube, isolant et concentré. Indiquez le total hors taxes, en excluant la main-d'œuvre et l'eau.

PARTIE 3 : Préparation de l'intervention et protocole opératoire (5 points)

Organiser la maintenance corrective, renseigner la traçabilité et maîtriser les paramètres de préparation

Le responsable autorise l'arrêt de la production pendant quatre heures. La pompe à chaleur et le circulateur doivent être consignés avant ouverture du circuit. Le tronçon neuf sera préparé en atelier, puis posé sur site. Les données relatives à la coupe et à la remise en service sont indiquées au DT 2 et au DT 3.

Fiche de préparation de l'intervention

Étape	Opération ou contrôle attendu
Préparation	.....
Mise en sécurité	.....
Remplacement du tronçon	.....
Remise en service et traçabilité	.....

À compléter sur le DR 1 à partir des documents techniques.

3.1 (2 points) Rédigez un protocole opératoire chronologique comportant au minimum six étapes, depuis la préparation de l'arrêt jusqu'à la remise en service. Précisez les contrôles nécessaires avant la réouverture du circuit et les mesures à effectuer après redémarrage. Renseignez le DR 1.

3.2 (1,5 point) Le tronçon est coupé avec un outil dont la vitesse de coupe recommandée est de 25 m/min. Pour le diamètre extérieur de 60,3 mm, calculez la vitesse de rotation théorique en tr/min à l'aide de $n = 1000V_c/(\pi D)$, avec D en mm. Indiquez le réglage pratique à retenir parmi les vitesses disponibles au DT 2 et justifiez le choix.

3.3 (1,5 point) Complétez sur le DR 2 le tableau de diagnostic et de suivi en indiquant, pour chaque symptôme, une cause probable, un contrôle discriminant et l'action de maintenance adaptée. Distinguez une hypothèse de diagnostic d'un défaut confirmé.

PARTIE 4 : Prévention, sécurité et environnement (3 points)

Évaluer les risques et définir les mesures de prévention avant intervention

L'intervention comporte un risque électrique, un risque de brûlure et de projection de fluide, ainsi qu'un risque lié à la manutention d'un tronçon métallique. Le circuit est en fonctionnement avant consignation. Les mesures de prévention et les responsabilités sont précisées au DT 3.

Situation de travail et prévention

Danger	Situation exposante
Énergie électrique	Intervention à proximité de l'armoire et du circulateur
Fluide chaud sous pression	Vidange et ouverture du réseau hydraulique
Manutention et arêtes	Dépose et transport du tube acier

Les réponses doivent être adaptées aux opérations décrites.

4.1 (1,5 point) Pour chacun des trois dangers du tableau, indiquez une mesure de prévention collective ou organisationnelle et un équipement de protection individuelle adapté. Précisez qui vérifie l'absence d'énergie et selon quelle procédure, conformément aux éléments du DT 3.

4.2 (1,5 point) Établissez les conditions minimales permettant d'autoriser la remise en service : état des raccords, remplissage et purge, contrôle d'étanchéité, vérification fonctionnelle et surveillance initiale. Indiquez également la conduite à tenir si une fuite persiste ou si un défaut de fonctionnement apparaît.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : INSTALLATION DE PRODUCTION DE CHALEUR : SCHÉMA FONCTIONNEL ET CARACTÉRISTIQUES

L'installation comprend une pompe à chaleur air/eau, un circulateur primaire, un filtre en Y, un ballon tampon et un réseau de distribution. Le circuit hydraulique est fermé. Le schéma est fonctionnel et non à l'échelle. Les repères désignent les équipements principaux.

Repère 1 : pompe à chaleur air/eau, puissance thermique nominale 30 kW. Repère 2 : circulateur primaire à vitesse variable. Repère 3 : filtre en Y avec prises de pression amont et aval. Repère 4 : ballon tampon de 500 L. Repère 5 : départ réseau chauffage. Repère 6 : retour réseau chauffage. Le tronçon à remplacer se situe sur le retour, entre le filtre et le ballon tampon.

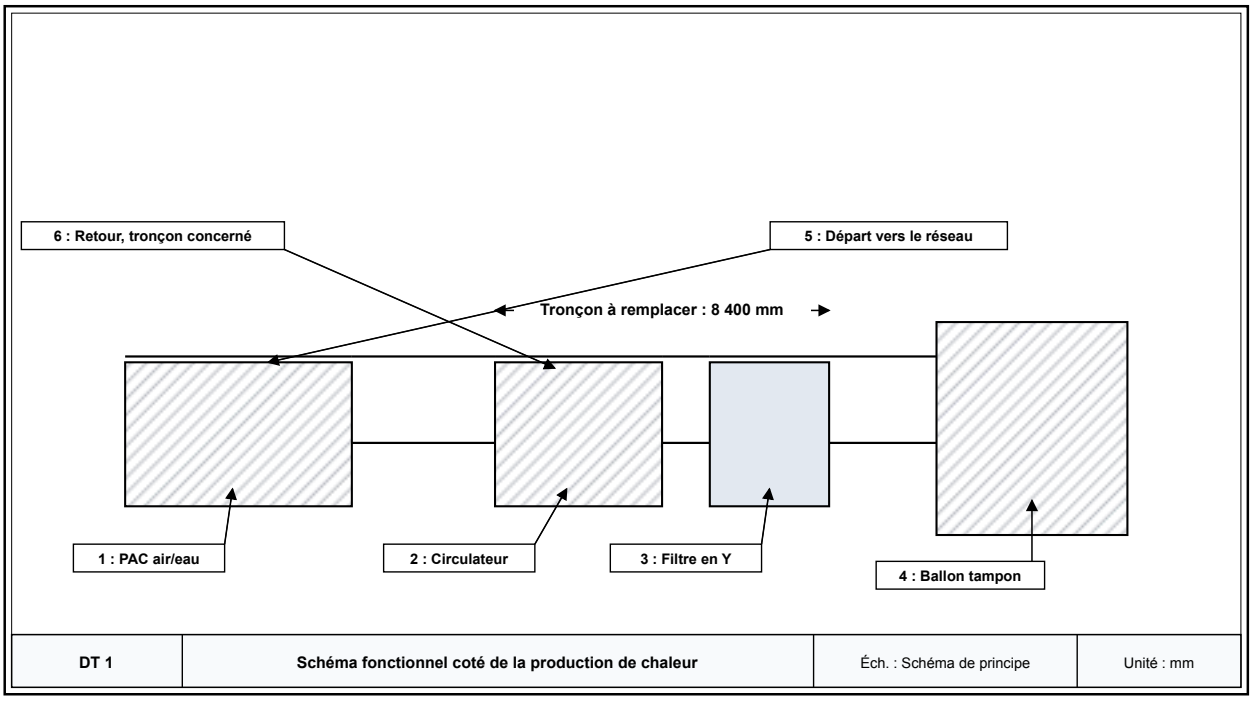


Schéma de principe. Les dimensions indiquées pour le tronçon sont des dimensions de chantier, non représentées à l'échelle.

Caractéristiques principales des équipements

Équipement	Caractéristique	Valeur
Pompe à chaleur	Puissance thermique nominale	30 kW
Pompe à chaleur	COP de référence à 7 °C extérieur et régime d'eau 35/30 °C	3,2
Circulateur	Plage de débit réglable	0,8 à 3,0 m³/h
Ballon tampon	Volume utile	500 L
Filtre en Y	Perte de charge attendue lorsqu'il est propre	12 kPa

Données de l'installation relevées dans le dossier de maintenance du site.

DT 2 : DONNÉES DE CALCUL, MATÉRIAUX, FOURNITURES ET RÉFÉRENCES TECHNIQUES

Données de calcul : masse volumique de l'eau assimilée à 1 000 kg/m³ ; chaleur massique volumique de l'eau utilisée sous la forme $P = 1,163\, q_v\, \Delta T$, avec P en kW, q_v en m³/h et ΔT en K. La valeur de COP de référence du fabricant est établie à 7 °C extérieur et pour un régime d'eau différent du régime relevé sur site ; elle constitue un repère de comparaison et non une valeur garantie dans toutes les conditions.

Isolation : manchon élastomère à cellules fermées, épaisseur nominale 30 mm, conductivité thermique déclarée $\lambda = 0,036$ W/(m·K). Pour le calcul simplifié de surface, le fournisseur donne un diamètre extérieur isolé de 120,3 mm. La formule de surface latérale retenue est $S = \pi D L$, avec D et L en mètres.

Fournitures : tube acier DN 50, diamètre extérieur 60,3 mm, masse linéique 8,74 kg/m, prix 4,20 € HT/kg ; isolant, prix 8,50 € HT/m² ; concentré inhibiteur, prix 6,00 € HT/L. Pour le calcul de dosage, le concentré est considéré pur et le pourcentage est volumique.

Coupe : vitesse de coupe recommandée par le fabricant de l'outil, $V_c = 25$ m/min. Vitesses disponibles sur l'outil : 100, 125, 160 et 200 tr/min. La relation à utiliser est $n = 1000 V_c / (\pi D)$, avec D en mm.

Références à prendre en compte pour préparer l'intervention : NF EN 12828, relative aux systèmes de chauffage à eau dans les bâtiments et à la conception des installations de chauffage à eau ; NF EN 378, série relative aux systèmes frigorifiques et pompes à chaleur, exigences de sécurité et d'environnement ; Code du travail, dispositions relatives à la prévention des risques, à la consignation et à l'utilisation des équipements de travail. Les versions applicables et les consignes du site doivent être vérifiées par l'employeur avant intervention. Ces références ne remplacent pas les procédures de consignation ni l'évaluation des risques du site.

Fiche de données techniques et économiques

Paramètre	Valeur	Unité ou remarque
Conductivité thermique isolant, λ	0,036	W/(m·K)
Épaisseur isolant, e	0,030	m
Diamètre extérieur isolé	120,3	mm
Vitesse de coupe recommandée	25	m/min
Vitesses de l'outil	100 ; 125 ; 160 ; 200	tr/min
Prix tube acier	4,20	€/kg HT
Prix isolant	8,50	€/m² HT
Prix concentré inhibiteur	6,00	€/L HT
Chute de longueur retenue pour le métré	10	%

Valeurs à utiliser pour les calculs de l'épreuve.

DT 3 : CONSIGNES D'INTERVENTION, MAINTENANCE ET PRÉVENTION DES RISQUES

Avant intervention, l'intervenant prend connaissance de l'autorisation d'arrêt, du plan de prévention applicable au site et des consignes de l'exploitant. L'identification des sources d'énergie, leur séparation, leur condamnation et la vérification de l'absence d'énergie sont réalisées selon la procédure de l'employeur. Seule une personne habilitée réalise les opérations électriques prévues par son habilitation. La vérification d'absence de tension est effectuée avec un appareil adapté et vérifié, par une personne compétente, lorsque l'opération l'exige.

Avant ouverture du circuit hydraulique : laisser refroidir si nécessaire, isoler la partie concernée, vérifier l'absence de pression au point de contrôle, récupérer le fluide dans un récipient adapté et prévenir toute projection. La vidange et le remplissage sont réalisés selon les consignes du fabricant et du site. Après remontage, contrôler les assemblages, remplir progressivement, purger l'air, vérifier l'étanchéité et remettre en service de manière surveillée.

Équipements de protection à adapter à l'analyse des risques : lunettes ou écran facial contre les projections, gants compatibles avec les opérations, chaussures de sécurité, vêtements de travail adaptés et protections auditives si l'évaluation du risque sonore le justifie. Utiliser un moyen de manutention adapté si la masse ou la configuration du tube rend la manutention manuelle dangereuse. Balisage de la zone et maintien des accès libres pendant l'intervention.

Traçabilité minimale : date et durée d'arrêt, identification des équipements, valeurs avant et après intervention, opérations effectuées, pièces remplacées, résultat du contrôle d'étanchéité, anomalies restant à traiter et nom de l'intervenant. En cas de fuite persistante, d'alarme ou de fonctionnement anormal, arrêter l'équipement concerné dans des conditions sûres, informer l'exploitant et ne pas déclarer l'installation conforme avant levée du défaut.

Repères de diagnostic et de maintenance

Symptôme	Causes possibles à vérifier	Contrôles discriminants
Perte de charge élevée au filtre	Encrassement, vanne partiellement fermée, mesure erronée	Comparer les pressions amont et aval, vérifier les prises de pression et l'ouverture des vannes
Débit inférieur au besoin calculé	Filtre colmaté, réglage du circulateur, air dans le circuit, vanne fermée	Contrôler le débit, la pression différentielle, la purge et la position des organes
COP calculé inférieur au repère constructeur	Conditions de fonctionnement différentes, échange thermique dégradé, mesure de puissance imprécise	Relever simultanément températures, débit et puissance électrique, puis comparer à conditions équivalentes
Fuite sur le tronçon	Défaut de raccordement, corrosion, contrainte mécanique	Inspection visuelle sécurisée et contrôle d'étanchéité après réparation

Aides à l'analyse : les contrôles doivent être réalisés dans les conditions de sécurité applicables.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 2.2, 3.1 et 3.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les tableaux en indiquant les calculs, les unités et les décisions retenues. Les cases marquées « ... » sont à renseigner par le candidat.

Métré et masse du tube

Élément	Calcul	Résultat
Longueur avant chute	.....	.....
Longueur avec chute de 10 %	.....	.....
Masse de tube à commander	.....	.....

Calculer la longueur à commander en intégrant la longueur supplémentaire et la chute indiquées dans le sujet.

Protocole opératoire

Étape	Opération ou contrôle
1	.....
2	.....
3	.....
4	.....
5	.....
6	.....
7	.....

Renseigner les opérations dans l'ordre chronologique.

Réglage de l'outil de coupe

Vitesse théorique n	Vitesse disponible retenue	Justification
.....	.....	.....

Indiquer le calcul de la vitesse théorique et le réglage pratique retenu.

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 : question 3.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter le tableau de diagnostic. Une cause probable doit être vérifiée par un contrôle adapté avant de décider de l'action corrective.

Tableau de diagnostic et de suivi

Symptôme observé	Cause probable	Contrôle discriminant	Action de maintenance	Défaut confirmé ou hypothèse
Perte de charge du filtre : 38 kPa, référence propre : 12 kPa	.....	.....	.....	.....
Débit relevé : 1,80 m³/h	.....	.....	.....	.....
COP calculé à partir des relevés	.....	.....	.....	.....

S'appuyer sur les symptômes et les contrôles proposés au DT 3.

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.