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 LA COMPÉTENCE C3 : RÉALISER DES INSTALLATIONS ÉNERGÉTIQUES, CLIMATIQUES OU FRIGORIFIQUES POUR LE BÂTIMENT ET L'INDUSTRIE

SESSION 2026

Durée : 3 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
MÉTIERS DE LA TRANSITION ET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUES	3 (INDICATIF, SANS COEFFICIENT NATIONAL UNIQUE POUR UNE ÉPREUVE C3)

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, d'une calculatrice autorisée et des instruments usuels d'écriture.

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 : THERM'ALPES ÉNERGIE, CHANTIER DE RÉNOVATION DU CENTRE TECHNIQUE MUNICIPAL, GRENOBLE (ISÈRE)

L'entreprise Therm'Alpes Énergie intervient pour la commune de Grenoble afin de remplacer la production de chaleur du centre technique municipal. Le bâtiment comprend des bureaux et des ateliers, pour une surface chauffée de 220 m². Le présent dossier porte sur la préparation et la réalisation de la liaison hydraulique entre une pompe à chaleur air/eau et le collecteur du circuit de chauffage existant.

Le besoin thermique de calcul est estimé à 120 W/m². La pompe à chaleur retenue doit fournir au moins 26,4 kW au point de fonctionnement de dimensionnement. Le circuit primaire est conçu pour un écart de température de 5 K. Le tracé comprend 18 m de conduite aller et 18 m de conduite retour. Les travaux sont exécutés dans un local technique occupé par intermittence et à proximité d'installations électriques existantes.

Vous devez analyser les exigences fonctionnelles et réglementaires, vérifier les principaux choix de dimensionnement, préparer le métré et le mode opératoire, puis proposer les mesures de prévention adaptées. Les références réglementaires et normatives indiquées dans le dossier sont à considérer dans leur domaine d'application et dans leur édition applicable au chantier.

Le barème total est de 20 points. Les résultats numériques seront présentés avec leurs unités, les hypothèses seront explicitées et les arrondis seront justifiés.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (5 points)

Analyser le besoin, les interfaces et les exigences applicables à l'installation

À partir du cahier des charges et des documents DT 1 à DT 3, identifiez la fonction de l'installation, ses interfaces avec le bâtiment et les exigences à prendre en compte avant le démarrage des travaux. Les références normatives ne remplacent pas l'analyse du dossier de chantier ni la vérification de leur édition en vigueur.

Exigences fonctionnelles du chantier

Élément	Donnée ou exigence	Conséquence pour la réalisation
Puissance thermique de calcul	26,4 kW minimum	Vérifier la puissance disponible au point de dimensionnement
Régime hydraulique primaire	Écart de température de 5 K	Dimensionner le débit et vérifier les vitesses
Tracé aller-retour	18 m aller et 18 m retour	Établir le métré et intégrer les accessoires
Local technique	Accès intermittent, installations électriques voisines	Organiser le chantier, isoler les énergies et maintenir les accès

Données de synthèse issues du cahier des charges et des documents techniques.

1.1 (1,5 point) Formulez la fonction principale de la liaison hydraulique à réaliser et indiquez deux fonctions contraintes ou interfaces à prendre en compte. Pour chacune, donnez une conséquence concrète sur la préparation ou l'exécution du chantier.

1.2 (1,5 point) En vous appuyant sur le DT 3, citez trois références réglementaires ou normatives pertinentes pour ce chantier et associez à chacune un domaine d'application concret. Distinguez les exigences relatives aux installations hydrauliques, aux fluides frigorigènes et à la prévention des risques professionnels.

1.3 (2 points) Complétez le DR 1 en précisant, pour chaque exigence fonctionnelle donnée, le contrôle ou le document de chantier permettant de vérifier sa prise en compte. Justifiez vos choix en une phrase par ligne.

PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, DIMENSIONNEMENT ET MÉTRÉ (7 points)

Vérifier le débit, la vitesse, l'isolation, les pertes de charge et le coût matière

Utilisez les données du DT 1 et du DT 2. Pour l'eau, prenez la relation pratique $P = 1,163\, q_v\, \Delta T$, où P est en kW, q_v en m³/h et ΔT en K. Pour la vitesse, utilisez $v = q_v / A$, avec $A = \pi D_i^2 / 4$. Le diamètre intérieur de la conduite DN 50 est fourni dans le DT 2. Pour une couche homogène, utilisez $R = e / \lambda$. Présentez les unités et les étapes de calcul.

Données utiles au dimensionnement et au métré

Paramètre	Valeur	Unité
Puissance thermique de calcul	26,4	kW
Écart de température primaire	5	K
Longueur aller	18	m
Longueur retour	18	m
Surplus de coupe pour pertes et ajustements	6	%
Conductivité thermique de l'isolant	0,036	W/(m·K)
Épaisseur d'isolant	30	mm

Valeurs de calcul fournies au candidat.

2.1 (1,5 point) Calculez le débit volumique d'eau nécessaire pour transférer $26,4$ kW avec un écart de température de 5 K, selon la relation fournie. Donnez le résultat en m³/h et en L/s, puis précisez la valeur retenue pour la suite.

2.2 (1,5 point) Pour le débit calculé à la question 2.1, calculez la vitesse de l'eau dans la conduite DN 50 en utilisant le diamètre intérieur de 52,5 mm fourni au DT 2. Indiquez si cette vitesse respecte la plage de vérification du dossier, soit 0,3 à 1,5 m/s.

2.3 (1 point) Calculez la résistance thermique surfacique de l'isolant de 30 mm d'épaisseur et de conductivité $0,036$ W/(m·K), à l'aide de $R = e/\lambda$. Donnez le résultat en m²·K/W et indiquez une fonction de l'isolation sur le réseau.

2.4 (2 points) Établissez le métré de conduite et d'isolant à commander en appliquant le surplus de coupe de 6 % à la longueur totale aller-retour. Les conduites sont vendues au mètre entier. Calculez ensuite le coût des conduites, de l'isolant et des huit raccords, puis le coût matière total, à partir des prix du DT 2. Détaillez les arrondis.

2.5 (1 point) Calculez la perte de charge totale estimée du circuit à partir des données du DT 2, puis convertissez-la en hauteur manométrique d'eau avec $H = \Delta p/(\rho g)$. Utilisez $\rho = 1000$ kg/m³ et $g = 9,81$ m/s². Indiquez la hauteur manométrique minimale à considérer pour la sélection de la pompe, avant toute marge de sélection.

PARTIE 3 : PRÉPARATION DES TRAVAUX ET PROTOCOLE OPÉRATOIRE (5 points)

Préparer les ressources, ordonner les opérations et définir les contrôles de réception

À partir des documents techniques, proposez une organisation permettant de réaliser l'installation dans les conditions de qualité et de sécurité attendues. Le matériel est disponible sur le chantier selon la nomenclature du DT 2. La pompe à chaleur et le module hydraulique sont posés par une équipe distincte avant votre intervention.

Données de préparation de l'intervention

Opération ou ressource	Donnée fournie	Point de contrôle attendu
Conduites	DN 50, acier carbone, longueur calculée en partie 2	Vérifier diamètre, état, repérage aller-retour
Assemblage	Raccords et accessoires selon DT 2	Vérifier l'alignement, l'étanchéité et l'accessibilité
Isolation	Élastomère, épaisseur 30 mm	Poser après essais et contrôles des assemblages
Mise en service hydraulique	Remplissage, purge, essai d'étanchéité et équilibrage	Tracer les résultats sur la fiche de mise en service

Ressources et contrôles à intégrer au mode opératoire.

3.1 (2 points) Rédigez un mode opératoire ordonné comprenant au moins six étapes, depuis la réception et le repérage des matériels jusqu'à la remise de l'installation à l'équipe chargée de la mise en service. Intégrez les contrôles intermédiaires et indiquez à quel moment l'isolation est posée.

3.2 (1,5 point) Complétez le DR 1 avec la quantité de conduite et d'isolant à approvisionner, le nombre de raccords prévu et les contrôles associés. Déduisez la quantité de conduite entière à commander à partir de votre calcul de la question 2.4.

3.3 (1,5 point) Complétez le DR 2 en définissant les contrôles de réception et de mise en service à réaliser. Pour chaque contrôle, indiquez le moyen de vérification et la trace écrite à conserver. Le dossier ne fournit pas de valeur de pression d'essai : ne l'inventez pas et précisez le document ou la procédure chantier à consulter avant l'essai.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)

Identifier les dangers et choisir des mesures de prévention adaptées

Les travaux se déroulent dans un local technique où coexistent des réseaux électriques, des équipements hydrauliques et des opérations de manutention. Les consignes du plan de prévention et les procédures de consignation de l'établissement doivent être appliquées. Aucun travail sur le circuit frigorifique n'est demandé dans le présent sujet.

Situations dangereuses repérées

Situation	Danger principal	Exemple de dommage
Découpe et assemblage de conduites	Arêtes, projections, chaleur ou étincelles selon procédé	Coupure, brûlure ou atteinte oculaire
Manutention des conduites et accessoires	Charge encombrante ou effort excessif	Atteinte musculosquelettique ou écrasement
Intervention près d'équipements électriques	Présence d'énergie électrique	Électrisation ou électrocution
Remplissage et purge du réseau	Projection d'eau ou mise en pression	Blessure ou détérioration d'un équipement

Éléments à utiliser pour établir l'analyse de prévention.

4.1 (1,5 point) Pour les quatre situations du tableau, associez un dommage possible et une mesure de prévention prioritaire. Distinguez, lorsque cela est pertinent, la suppression ou la réduction du risque à la source des équipements de protection individuelle.

4.2 (1,5 point) Décrivez les conditions à réunir avant le démarrage des travaux près des installations électriques et lors des opérations de remplissage et de purge. Citez les éléments de balisage, de consignation, de vérification des habilitations ou autorisations et de communication avec le responsable de l'installation qui doivent être pris en compte.

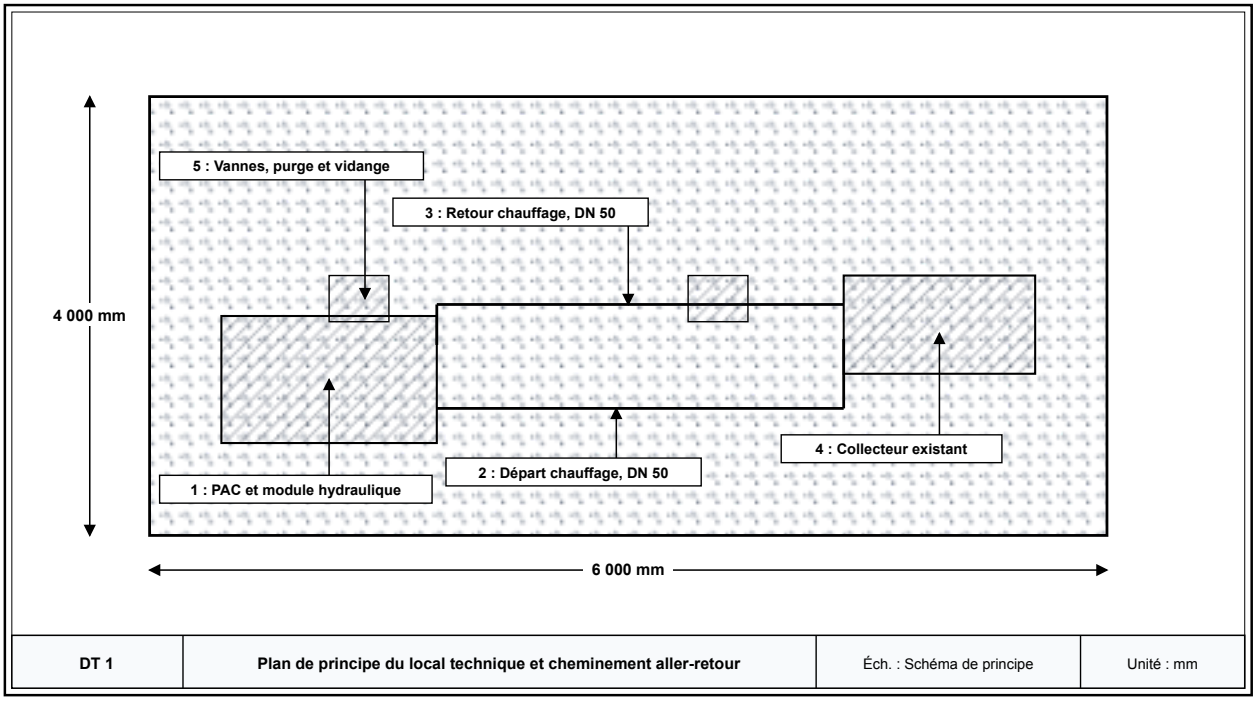
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA D'IMPLANTATION DE LA LIAISON HYDRAULIQUE

Le local technique mesure 6 000 mm par 4 000 mm. Le schéma représente l'implantation de principe, non à l'échelle. Le tracé retenu comprend 18 m de conduite aller et 18 m de conduite retour, mesurés suivant le cheminement réel et les remontées indiquées au relevé de chantier. Les dimensions d'implantation ne remplacent pas le relevé contradictoire avant découpe.

Repères : 1, pompe à chaleur air/eau et module hydraulique posés par une autre équipe ; 2, départ chauffage ; 3, retour chauffage ; 4, collecteur existant ; 5, vannes d'isolement et points de purge à installer selon le plan d'exécution. Les conduites sont supportées selon le plan validé et les prescriptions du fabricant.



Plan schématique de coordination. Les longueurs de calcul sont celles du cahier des charges ; toutes les cotes sont en millimètres.

DT 2 : CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIELS ET DONNÉES DE CALCUL

Les valeurs ci-dessous sont les données retenues pour l'étude. Elles ne dispensent pas de vérifier les fiches fabricants et les plans d'exécution approuvés avant commande et pose.

Caractéristiques techniques, quantités et prix

Équipement ou donnée	Caractéristique	Valeur ou prix
Besoin thermique du bâtiment	Surface chauffée : 220 m² ; puissance surfacique de calcul : 120 W/m²	Puissance résultante à vérifier
Pompe à chaleur air/eau	Puissance thermique disponible au point de dimensionnement	30 kW
Régime hydraulique primaire	Écart de température de calcul	5 K
Conduite principale	Acier carbone DN 50 ; diamètre intérieur de calcul : 52,5 mm	14,80 €/m
Isolant de conduite	Élastomère ; épaisseur 30 mm ; conductivité thermique 0,036 W/(m·K)	6,20 €/m
Raccords	Quantité prévue au métré : huit pièces	21,50 €/pièce
Surplus de coupe	À appliquer à la longueur aller-retour	6 %
Vitesse d'eau de vérification	Plage indicative de projet pour la conduite principale	0,3 à 1,5 m/s
Perte de charge linéaire de calcul	Conduite principale, valeur fournie pour l'estimation	120 Pa/m
Pertes singulières cumulées	Vannes, raccords et accessoires du circuit	18 kPa
Perte de charge de l'échangeur	Valeur de calcul fournie	22 kPa
Perte de charge de la vanne de régulation	Valeur de calcul fournie	12 kPa
Eau	Masse volumique et accélération de la pesanteur	$\rho = 1\,000$ kg/m³ ; $g = 9{,}81$ m/s²

Données fournies pour les calculs du sujet.

DT 3 : RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES, NORMATIVES ET CONSIGNES DE CHANTIER

Références à mobiliser en fonction du périmètre réellement exécuté et des documents contractuels du chantier. Les éditions applicables, les éventuels amendements et les prescriptions du fabricant doivent être vérifiés avant intervention.

Repères réglementaires et domaines d'application

Référence	Domaine à considérer sur le chantier	Application pratique
NF EN 12828	Conception des systèmes de chauffage à eau dans les bâtiments	Vérifier les exigences de conception applicables au système hydraulique
NF EN 14336	Installation et mise en service des systèmes de chauffage à eau	Préparer les opérations de nettoyage, d'essai et de mise en service conformément aux documents applicables
NF EN 378	Sécurité et exigences environnementales des systèmes frigorifiques et pompes à chaleur	Prendre en compte le périmètre frigorifique lorsque l'intervention concerne le circuit frigorifique
NF C 15-100	Installations électriques à basse tension	Coordonner l'intervention avec les installations électriques et leurs procédures de consignation
Code du travail, notamment dispositions relatives à la prévention des risques et aux équipements de travail	Organisation de la prévention, information, formation, moyens de protection et vérification des équipements	Appliquer l'évaluation des risques, le plan de prévention s'il est requis et les consignes du site
Règlement (UE) 2024/573	Gaz à effet de serre fluorés et exigences applicables aux fluides concernés	À considérer pour les interventions relevant du circuit frigorifique et les opérations réglementées sur les fluides

Liste indicative de références pertinentes pour l'étude ; elle ne constitue pas une liste exhaustive des textes applicables.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 1.3 et 3.2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les cases signalées par « ... ». Pour les quantités, inscrire les calculs et les unités. Pour les contrôles, indiquer un moyen de vérification concret.

Exigences, approvisionnement et contrôles

Exigence ou matériel	Quantité ou contrôle à prévoir	Moyen de vérification ou document de traçabilité
Puissance thermique minimale : 26,4 kW	.....	.....
Débit primaire pour un écart de 5 K	.....	.....
Conduite DN 50 aller-retour avec surplus de coupe	.....	.....
Isolant élastomère épaisseur 30 mm	.....	.....
Raccords de la liaison	.....	.....
Étanchéité et purge du circuit	.....	.....

À compléter par le candidat.

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. Décrire une vérification réalisable, sans inventer de valeur d'essai absente du dossier. Indiquer les preuves à joindre au dossier de fin de travaux.

Fiche de contrôles avant remise de l'installation

Étape	Contrôle à réaliser	Moyen ou critère de vérification	Trace à conserver
Avant assemblage	.....	.....	.....
Après assemblage et avant isolation	.....	.....	.....
Remplissage et purge	.....	.....	.....
Avant transfert à l'équipe de mise en service	.....	.....	.....

Tableau de préparation des contrôles de réalisation et de mise en service.

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.