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 C6 : METTRE EN ŒUVRE UN PLAN DE MESURAGE ET DE COMPTAGE À DES FINS D'OPTIMISATION

SESSION 2026

Durée : 2 h 30

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
MÉTIERS DE LA TRANSITION ET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUES	3, 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 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ÉNERGIE & BÂTIMENTS CONSEIL, MISSION DE SUIVI ÉNERGÉTIQUE AU LYCÉE POLYVALENT LOUISE-MICHEL, GRENOBLE (ISÈRE)

Vous intervenez comme technicien(ne) chargé(e) du mesurage pour Énergie & Bâtiments Conseil. Le lycée Louise-Michel souhaite vérifier le fonctionnement de sa chaufferie gaz et objectiver les consommations avant et après une action de réglage de la régulation.

Le bâtiment étudié dispose d'une chaudière gaz alimentant un réseau de chauffage à eau chaude. Un compteur général de gaz est déjà en place. L'alimentation électrique de la chaufferie est mesurable au tableau dédié. Le responsable du site demande un plan de mesurage réalisable sans interruption de l'activité, une acquisition exploitable pour comparer les périodes et une proposition de suivi.

Les données de l'installation, les fiches de matériel et les références utiles figurent dans le dossier technique DT 1 à DT 3. Les réponses sont à rédiger sur la copie et dans les documents réponse DR 1 et DR 2. Le barème total est de 20 points.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et cadre du mesurage (5 points)

Cadrer les objectifs, les indicateurs et les contraintes de la mission

À partir du cahier des charges et des documents techniques, définissez le dispositif de suivi qui permettra d'évaluer la performance énergétique de la chaufferie. Distinguez les grandeurs mesurées, les indicateurs calculés et les contraintes d'intervention.

1.1 (1,5 point) Formulez l'objectif principal du mesurage et deux questions opérationnelles auxquelles les données devront permettre de répondre. Pour chaque question, indiquez au moins une grandeur à acquérir.

1.2 (1,5 point) Proposez trois indicateurs pertinents pour le suivi de la chaufferie. Pour chacun, précisez sa définition, son unité et les données nécessaires à son calcul. Au moins un indicateur devra tenir compte de la rigueur climatique.

1.3 (2 points) À l'aide du DT 1, complétez le schéma fonctionnel du DR 1 en indiquant les points de mesure, les appareils ou capteurs associés et le sens de circulation des données jusqu'à leur exploitation. Justifiez en une phrase le choix de la frontière de mesurage.

PARTIE 2 : Étude technologique et calculs de dimensionnement (6 points)

Exploiter les relevés et vérifier l'adéquation de la chaîne de mesure

La période de référence comprend sept jours de fonctionnement. Les relevés et caractéristiques utiles sont fournis dans les DT 1 et DT 2. Les résultats numériques seront accompagnés des formules, des unités et d'un arrondi adapté.

2.1 (2 points) À partir du volume de gaz relevé et du pouvoir calorifique indiqué au DT 2, calculez l'énergie consommée pendant la période de référence. Calculez ensuite l'indicateur climatique en kWh/K·j à partir des degrés-jours fournis. Écrivez les relations utilisées.

2.2 (2 points) Le courant primaire maximal attendu sur la phase suivie est de 64 A. Le transformateur de courant du DT 2 est de rapport 100/5 A et l'entrée du compteur accepte au plus 5 A. Calculez le courant secondaire correspondant au courant primaire maximal. Concluez sur la compatibilité de la chaîne et indiquez une précaution de mise en œuvre liée au transformateur de courant.

2.3 (2 points) Le compteur de gaz émet une impulsion par 0,01 m³ et la période d'acquisition retenue est de 15 minutes. Pour un débit supposé constant de 12 m³/h, calculez le nombre d'impulsions attendu par intervalle de 15 minutes. En déduire le nombre total d'impulsions correspondant au volume de gaz de la période de référence. Présentez les calculs et les unités.

PARTIE 3 : Préparation du plan de mesurage et protocole opératoire (5 points)

Choisir la périodicité, organiser l'acquisition et préparer l'exploitation

Le suivi demandé doit permettre une comparaison entre une période de référence et une période après réglage. Il doit également permettre de repérer les dérives de fonctionnement sans créer une charge excessive pour l'exploitant.

3.1 (2 points) À partir des contraintes et des caractéristiques du DT 2, complétez le tableau de préparation du DR 2 : point de mesure, grandeur, appareil ou capteur, unité, périodicité et contrôle à effectuer avant la mise en service. Prévoir le suivi des consommations et au moins une donnée de contexte utile à l'interprétation.

3.2 (1,5 point) Un enregistreur stocke quatre voies numériques, chaque valeur occupant 4 octets. La campagne dure 30 jours avec un pas de 15 minutes. Calculez le nombre d'horodatages et le volume brut de données. Ajoutez une réserve de 20 % pour les en-têtes et les métadonnées, puis concluez sur la capacité de stockage minimale à prévoir.

3.3 (1,5 point) Rédigez un protocole opératoire synthétique en quatre étapes, depuis la vérification initiale des appareils jusqu'à la validation des données acquises. Mentionnez au moins un contrôle de cohérence, une action de traçabilité et la conduite à tenir en cas de données manquantes.

PARTIE 4 : Analyse comparative et prévention des risques (4 points)

Quantifier l'évolution de la performance et sécuriser l'intervention

Après l'action de réglage, les relevés de la période observée sont : consommation de gaz 350 m³ et degrés-jours 90 K·j. Pour l'évaluation économique, le prix retenu est de 0,11 €/kWh. On considère que l'indicateur climatique de référence calculé en partie 2 reste représentatif de la situation avant réglage.

4.1 (2 points) À partir de l'indicateur climatique de référence calculé en partie 2, estimez la consommation de gaz qui aurait été attendue pendant la période observée en l'absence d'amélioration. Calculez ensuite l'énergie économisée, le pourcentage d'économie par rapport à cette consommation attendue et l'économie financière correspondante. Utilisez le pouvoir calorifique du DT 2 et présentez les hypothèses.

4.2 (2 points) Identifiez deux risques associés à l'installation ou à la pose des appareils, puis proposez pour chacun une mesure de prévention concrète. Votre réponse devra notamment prendre en compte l'intervention à proximité du tableau électrique et l'accès aux éléments de la chaufferie. Indiquez les références de prévention ou de bonnes pratiques mobilisées, sans attribuer à une norme une exigence qui n'est pas fournie dans le dossier.

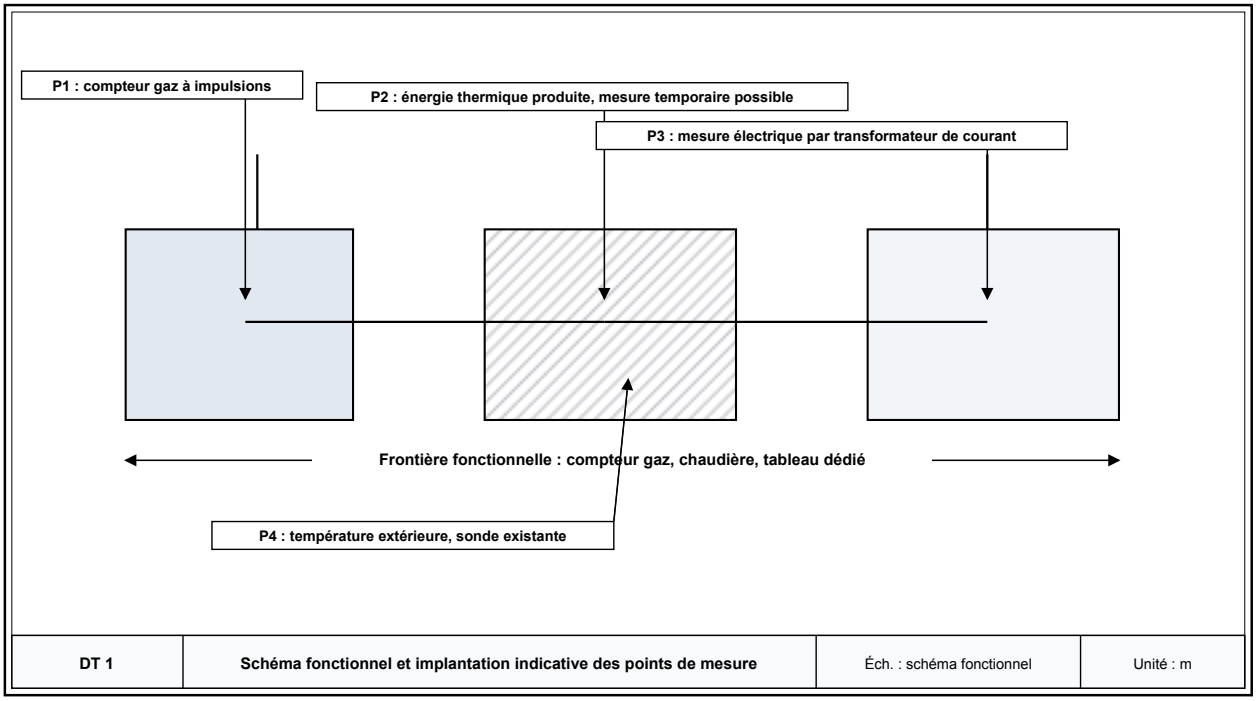
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA CHAUFFERIE ET FRONTIÈRES DE MESURAGE

Installation étudiée : chaudière gaz de puissance nominale 180 kW, réseau de chauffage à eau chaude, circulateurs alimentés depuis le tableau électrique de chaufferie. Le compteur de gaz général est situé en amont de la chaudière. Le tableau électrique dédié est en aval du tableau général du bâtiment. La température extérieure est disponible depuis une sonde située sur la façade nord.

Frontière énergétique retenue pour la mission : énergie gaz consommée par la chaudière et énergie électrique consommée par les équipements de la chaufferie. La température extérieure et les degrés-jours servent de données de contexte, et non de consommations énergétiques. Le schéma est fonctionnel et n'est pas à l'échelle.



Repères fonctionnels de l'installation

Repère	Équipement ou donnée	Localisation	Fonction dans le plan de mesurage
P1	Compteur gaz à sortie impulsionnelle	Amont chaudière	Mesure de la consommation de gaz
P2	Chaudière gaz et départ chauffage	Chaufferie	Point de production thermique, mesure temporaire envisageable
P3	Tableau électrique dédié chaufferie	Accès réservé au personnel habilité	Mesure de la consommation électrique des auxiliaires
P4	Sonde de température extérieure existante	Façade nord	Donnée de contexte pour l'interprétation climatique

Données fournies par le responsable technique du site.

DT 2 : RELEVÉS DE RÉFÉRENCE ET CARACTÉRISTIQUES DES APPAREILS

Données de la période de référence : durée de 7 jours, volume de gaz enregistré 420 m³, degrés-jours cumulés 98 K·j et énergie électrique enregistrée au tableau de chaufferie 840 kWh. Le pouvoir calorifique inférieur conventionnel à utiliser pour les exercices est de 10,5 kWh/m³. Les valeurs sont fournies pour l'épreuve et sont considérées comme exploitables.

La conversion du volume de gaz en énergie se fait avec la relation $E_{gaz} = V_{gaz} \times PCI$. L'indicateur climatique demandé est $I_{clim} = E_{gaz} / DJU$. Pour le dimensionnement du stockage, un mois de campagne est conventionnellement pris égal à 30 jours.

Relevés énergétiques de la période de référence

Grandeur	Valeur	Unité	Origine
Volume de gaz	420	m³	Compteur gaz
Pouvoir calorifique inférieur conventionnel	10,5	kWh/m³	Donnée de calcul fournie
Degrés-jours cumulés	98	K·j	Station météorologique de référence
Énergie électrique chaufferie	840	kWh	Compteur électrique
Durée de la période	7	jours	Journal d'exploitation

Relevés consolidés du système de suivi du site.

Fiches de caractéristiques des appareils disponibles

Appareil	Caractéristiques utiles	Limite ou vérification à prévoir
Compteur gaz existant	Sortie : 1 impulsion par 0,01 m³	Vérifier le paramétrage de l'échelle d'impulsions
Transformateur de courant	Rapport nominal 100/5 A	Respecter le sens de montage et la procédure de sécurité applicable
Compteur électrique portable	Entrée secondaire courant : maximum 5 A	Vérifier le rapport du transformateur configuré dans l'appareil
Enregistreur multivoie	4 voies numériques, 4 octets par valeur, horodatage commun	Mémoire disponible : 64 ko
Sonde de température extérieure	Sonde existante, valeur transmise au pas de 15 minutes	Comparer l'affichage à une référence indépendante

Matériel proposé pour la campagne de mesurage.

DT 3 : RÉFÉRENCES DE CONCEPTION, QUALITÉ DES DONNÉES ET PRÉVENTION

Références d'usage mobilisables pour construire un plan de mesurage : EN 17267, relative à la mise en œuvre d'un plan de mesure et de suivi de la performance énergétique ; ISO 50001, relative aux systèmes de management de l'énergie ; IPMVP, cadre méthodologique de mesure et de vérification des économies. Ces références constituent des repères de méthode. Aucune clause particulière n'est réputée reproduite dans le présent document.

Pour la préparation de l'intervention, prendre en compte les risques électriques, les accès en chaufferie, les surfaces chaudes, les organes en mouvement et le maintien de la continuité d'exploitation. Les opérations sur des parties électriques et le choix des mesures de prévention relèvent des procédures du site et des compétences requises pour l'intervention. Référence générale : Code du travail, principes de prévention des risques professionnels.

Relations de calcul utiles : $E = V \times PCI$, $I_{clim} = E/DJU$, $I_s = I_p \times 5/100$ pour un transformateur 100/5 A, et $N_{imp} = V/0,01$ pour un compteur délivrant une impulsion par 0,01 m³.

Éléments de qualité à prévoir dans le plan de mesurage

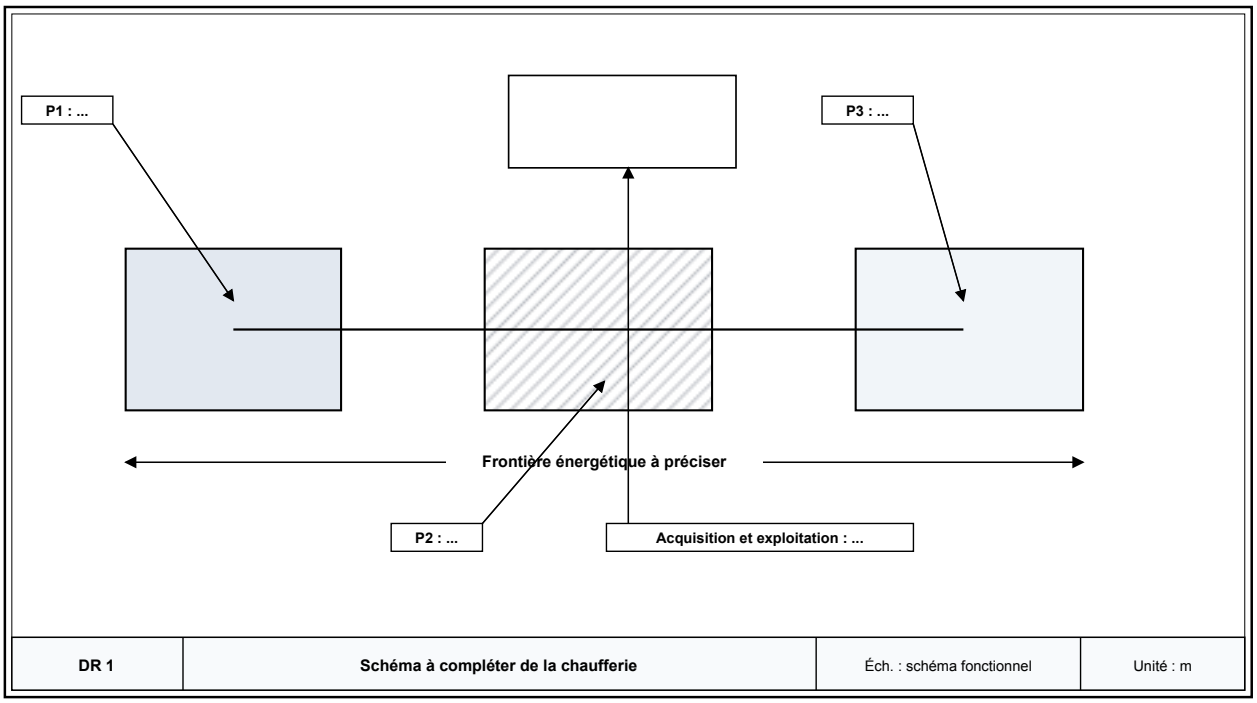
Étape	Contrôle ou enregistrement	Trace à conserver
Avant pose	Identification, état, plage et paramétrage des appareils	Fiche appareil et numéro d'identification
Mise en service	Vérification des polarités, unités, horodatage et sens des impulsions	Date, heure, intervenant et valeurs de contrôle
Acquisition	Contrôle des valeurs manquantes, incohérences et dérives	Journal d'anomalies et actions correctives
Exploitation	Conservation des données brutes et des règles de calcul	Fichier source, métadonnées et version des calculs
Fin de campagne	Comparaison des résultats aux objectifs et retrait sécurisé	Compte rendu et inventaire du matériel

Synthèse des vérifications attendues pour une campagne exploitable.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Schéma fonctionnel du plan de mesurage : question 1.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter le schéma fonctionnel en indiquant les mesures, les appareils ou capteurs et le cheminement des données vers l'exploitation. Ajouter des flèches de circulation de l'énergie et des données. Le schéma est à remettre avec la copie.



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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Tableau de préparation du plan de mesurage : question 3.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter toutes les cellules marquées par « ... ». Indiquer des choix compatibles avec les données et les appareils fournis. Ajouter les unités et les contrôles nécessaires à une acquisition fiable.

Plan de mesurage à compléter

Point de mesure	Grandeur mesurée ou donnée de contexte	Appareil ou capteur	Unité	Périodicité	Contrôle avant mise en service
P1 : compteur gaz	.....	.....	.....	.....	.....
P3 : tableau électrique chaufferie	.....	.....	.....	.....	.....
P4 : sonde extérieure	.....	.....	.....	.....	.....
P2 : mesure thermique temporaire, si retenue	.....	.....	.....	.....	.....

Suivi des opérations de campagne à compléter

Étape	Action à réaliser	Trace ou critère de validation
Installation	.....	.....
Contrôle intermédiaire	.....	.....
Clôture et exploitation	.....	.....

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.