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

GÉNIE INDUSTRIEL ET MAINTENANCE

ÉVALUATION DE LA COMPÉTENCE C12 : SURVEILLER LE SYSTÈME

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
GÉNIE INDUSTRIEL ET MAINTENANCE	3,0 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 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : SITE DE CONDITIONNEMENT VAL DE LOIRE, SECTEUR DE BLOIS, LOIR-ET-CHER

Le site exploite une boucle d'eau industrielle alimentant un échangeur thermique. La circulation est assurée par une pompe centrifuge P-101 entraînée par un moteur électrique triphasé. Vous êtes chargé de surveiller le fonctionnement de cet ensemble pendant un poste de production et de transmettre vos conclusions au responsable maintenance.

Le débit nominal demandé est de 18,0 m³/h. La pression différentielle de référence est de 240 kPa. La puissance électrique nominale absorbée par le moteur dans le point de fonctionnement de référence est de 2,00 kW. Les seuils d'alerte et les mesures du poste figurent dans le dossier technique. Toute intervention nécessitant une ouverture, un démontage ou un contact avec une partie électrique doit être précédée de la mise en sécurité appropriée.

Les réponses doivent être justifiées par les données du sujet. Les résultats numériques seront accompagnés de leur unité et, lorsque cela est pertinent, d'un arrondi à trois chiffres significatifs.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)

Fonction du système, grandeurs surveillées et cadre de prévention

À l'aide du DT 1 et du DT 2, caractérisez le système P-101 et les conditions à surveiller pendant son exploitation. La pompe assure le transfert d'eau entre une bâche et un échangeur. Les mesures disponibles sont le débit, la pression différentielle, la vibration au palier côté accouplement, la température du palier et l'intensité du moteur.

Fonctions et grandeurs de surveillance de P-101

Élément ou fonction	Grandeur surveillée	Unité	Seuil ou valeur de référence
Transfert de l'eau	Débit	m³/h	18,0 nominal
Production de pression	Pression différentielle	kPa	240 nominal
État du palier	Vibration globale efficace	mm/s	Alerte à 4,5
Échauffement du palier	Température de surface	°C	Alerte à 75
Charge du moteur	Intensité de ligne	A	Alerte à 4,8

Synthèse issue des documents techniques DT 1 et DT 2.

1.1 (1,5 point) Décrire la chaîne fonctionnelle de l'ensemble P-101, depuis l'alimentation électrique jusqu'au transfert d'eau. Citer deux grandeurs de sortie permettant de vérifier que la fonction de pompage est assurée.

1.2 (2 points) Au point nominal, calculer la puissance hydraulique transmise à l'eau, puis le rendement global entre puissance hydraulique et puissance électrique absorbée. Utiliser $P_h = Q\,\Delta p$ et $\eta = P_h / P_e$. Convertir le débit de 18,0 m³/h en m³/s avant le calcul. Donner le rendement en pourcentage.

1.3 (1,5 point) Indiquer deux mesures de prévention à appliquer avant une intervention de diagnostic susceptible d'impliquer l'ouverture du carter d'accouplement ou une intervention électrique. Relier chacune à un danger identifié sur le système. S'appuyer sur les principes de prévention du DT 2.

PARTIE 2 : Étude technologique et diagnostic des mesures (5 points)

Interprétation des relevés et caractérisation des écarts

Les relevés du poste sont consignés dans le DT 3. Pour comparer les performances hydrauliques, utiliser le débit nominal de 18,0 m³/h comme référence. Le débit mesuré a été obtenu par collecte de 12,0 L en 40,0 s. Pour le calcul de puissance hydraulique au point mesuré, la pression différentielle relevée est de 210 kPa. On utilisera $P_h = Q\,\Delta p$, avec Q en m³/s et Δp en Pa. La puissance électrique mesurée est de 2,10 kW.

Comparaison des relevés au point de fonctionnement

Grandeur	Référence	Relevé du poste	Seuil d'alerte
Débit	18,0 m³/h	À calculer à partir de 12,0 L en 40,0 s	Écart inférieur à 10 % de la référence
Pression différentielle	240 kPa	210 kPa	Alerte si inférieure à 216 kPa
Vibration au palier	2,0 mm/s, valeur habituelle	5,8 mm/s	4,5 mm/s
Température du palier	55 °C, valeur habituelle	78 °C	75 °C
Intensité moteur	3,6 A, valeur habituelle	4,2 A	4,8 A

Les valeurs de référence et les seuils sont définis dans le DT 2.

2.1 (2 points) Calculer le débit mesuré en m³/h, puis son écart relatif par rapport au débit nominal. Utiliser $e_r = |Q_m - Q_n| / Q_n \times 100$. Conclure au regard du seuil d'alerte défini dans le DT 2.

2.2 (1,5 point) Calculer la puissance hydraulique correspondant au relevé du poste, puis le rendement global au point mesuré. Utiliser Q_m déterminé à la question 2.1 et les données de pression et de puissance électrique indiquées dans l'introduction de la partie 2.

2.3 (1,5 point) Identifier les grandeurs qui dépassent leur seuil d'alerte ou déclenchent une alerte. Proposer une hypothèse technique cohérente avec au moins deux mesures, puis préciser une vérification à effectuer avant de conclure à une défaillance de la pompe.

PARTIE 3 : Préparation du protocole de surveillance (5 points)

Organisation des relevés, traçabilité et critères d'escalade

Le DT 2 fixe la périodicité des relevés de ronde à 2 h en fonctionnement stabilisé. Le poste commence à 06 h 00. Un relevé complet est réalisé à 06 h 00, puis à intervalles réguliers. Après l'apparition d'une alerte, la procédure locale impose un contrôle de confirmation dans les 15 minutes, sans neutraliser la protection ni dépasser les limites d'exploitation. Compléter le DR 2 en indiquant les actions de surveillance et les conditions de transmission au responsable.

Règles de surveillance applicables

Situation	Action attendue	Délai ou fréquence
Fonctionnement stabilisé	Relever débit, pression, vibration, température et intensité	Toutes les 2 h
Valeur au seuil d'alerte ou au-delà	Confirmer la mesure avec un contrôle adapté et tracer l'événement	Dans les 15 min
Dégradation rapide, bruit anormal ou fuite importante	Alerter le responsable et appliquer la consigne d'arrêt si nécessaire	Sans délai
Après action corrective	Effectuer un relevé comparatif et consigner le résultat	Avant retour au fonctionnement normal

Extrait de la procédure d'exploitation du site, données fournies pour l'épreuve.

3.1 (2,5 points) Compléter le DR 2 pour les rondes de 06 h 00 à 14 h 00. Indiquer les heures de relevé, les cinq grandeurs à mesurer et les unités attendues. Ajouter les actions à réaliser si une valeur dépasse son seuil d'alerte.

3.2 (1,5 point) Une alerte est constatée à 10 h 00. Calculer l'heure limite du contrôle de confirmation. Indiquer les informations minimales à inscrire dans le compte rendu afin de rendre la mesure traçable et exploitable par la maintenance.

3.3 (1 point) Préciser deux critères justifiant une transmission immédiate au responsable, sans attendre la ronde suivante, en distinguant une dérive mesurée d'un signe de danger immédiat.

PARTIE 4 : Prévention et décision de conduite (5 points)

Évaluation du risque et conduite à tenir en situation dégradée

Au cours de la ronde, vous relevez une vibration de 5,8 mm/s et une température de palier de 78 °C. Le seuil de vibration est de 4,5 mm/s et le seuil de température de 75 °C. Vous entendez également un bruit de frottement intermittent. Aucun arrêt d'urgence n'a été déclenché. Le moteur est alimenté en 400 V triphasé et l'accouplement est protégé par un carter. La procédure du site interdit toute dépose de protecteur ou tout contact avec un élément en mouvement pendant la marche.

Repérage des dangers et mesures de prévention

Danger ou situation dangereuse	Dommage possible	Mesure de prévention à proposer
Accouplement en rotation	Entraînement ou coincement	.....
Alimentation électrique triphasée	Électrisation ou électrocution	.....
Échauffement ou dégradation mécanique	Brûlure, rupture ou fuite	.....

L'analyse porte sur la surveillance en fonctionnement et la préparation d'une intervention.

4.1 (2 points) Compléter le tableau de prévention de la partie 4. Pour chaque danger, associer un dommage plausible et une mesure de prévention adaptée à la situation décrite.

4.2 (2 points) Décider de la conduite à tenir face aux mesures et au bruit constatés. Préciser ce qui peut être fait sans exposition au danger pendant que le système fonctionne, ce qui est interdit en marche, et la condition préalable à toute intervention nécessitant l'accès à la pompe ou au moteur.

4.3 (1 point) Rédiger une transmission concise au responsable maintenance comportant les relevés anormaux, le signe auditif observé, l'action immédiate recommandée et les informations à vérifier lors de la prise en charge.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA FONCTIONNEL ET REPÉRAGE DE L'ENSEMBLE P-101

La pompe centrifuge P-101 est accouplée à un moteur asynchrone triphasé M-101. Le moteur entraîne la roue de pompe par l'intermédiaire d'un accouplement protégé par un carter. L'aspiration est raccordée à la bâche et le refoulement à l'échangeur. Les dimensions indiquées ci-dessous sont des dimensions d'encombrement fournies pour le repérage du système, et non des cotes de fabrication.

Le débit est mesuré sur la conduite de refoulement par un débitmètre. La pression différentielle est obtenue par différence entre les prises de pression amont et aval. La vibration est mesurée sur le palier côté accouplement, dans la direction radiale. La température est relevée sur la surface du même palier. L'intensité est mesurée au départ moteur par l'appareil de surveillance installé dans l'armoire.

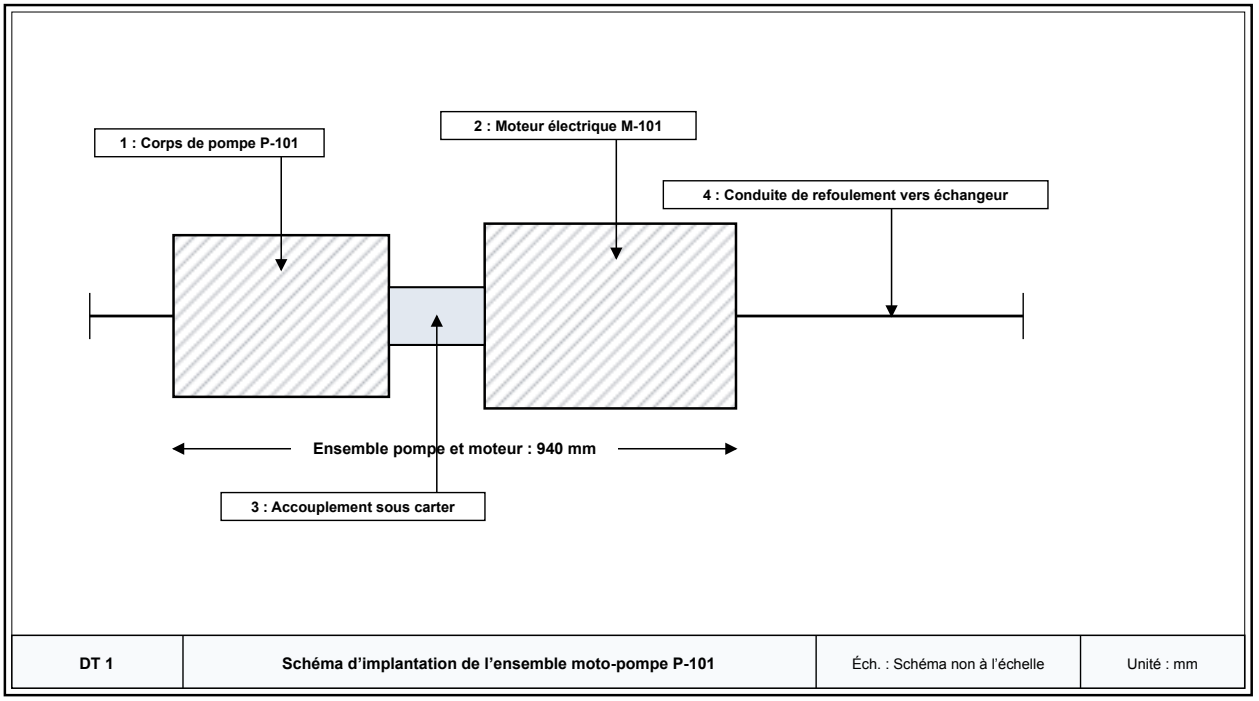


Schéma de repérage fonctionnel, non à l'échelle. Sens de circulation de l'eau : de gauche à droite.

Caractéristiques nominales de l'ensemble

Caractéristique	Valeur	Unité
Débit nominal	18,0	m³/h
Pression différentielle nominale	240	kPa
Puissance électrique absorbée au point nominal	2,00	kW
Alimentation du moteur	400	V triphasé
Vitesse de rotation nominale	2 900	tr/min
Protection de l'accouplement	Carter fixe	Sans objet

Données de fonctionnement fournies pour le sujet.

DT 2 : SEUILS DE SURVEILLANCE, PROCÉDURE LOCALE ET REPÈRES RÉGLEMENTAIRES

Valeurs de suivi établies dans la procédure d'exploitation du site pour cet équipement. Le seuil d'alerte est un critère de surveillance et ne remplace pas l'analyse du risque ni les instructions du constructeur.

Pour les calculs : $P_h = Q\,\Delta p$, où P_h est en watts, Q en m³/s et Δp en pascals ; $\eta = P_h / P_e$, où P_e est la puissance électrique absorbée ; $e_r = |Q_m - Q_n|\,/Q_n \times 100$. Conversion utile : $1\,\mathrm{m^3/h} = 1/3600\,\mathrm{m^3/s}$, $1\,\mathrm{kPa} = 1000\,\mathrm{Pa}$, $1\,\mathrm{L} = 0,001\,\mathrm{m^3}$.

Les références de prévention à considérer comprennent les principes généraux de prévention du Code du travail, notamment l'évaluation et la réduction des risques, ainsi que les exigences applicables aux équipements de travail et aux équipements électriques. La norme NF EN ISO 12100 fournit une méthode générale d'appréciation et de réduction du risque. La norme NF EN 60204-1 traite de l'équipement électrique des machines. Ces références ne dispensent pas de respecter les consignes de l'établissement, les instructions du constructeur et les procédures de consignation applicables.

Seuils de surveillance et consignes associées

Grandeur	Valeur habituelle ou référence	Seuil d'alerte	Consigne de surveillance
Débit	18,0 m³/h	Écart supérieur à 10 % de la référence	Confirmer le relevé et vérifier les conditions hydrauliques
Pression différentielle	240 kPa	Inférieure à 216 kPa	Comparer au débit et vérifier les indications de mesure
Vibration globale efficace au palier	2,0 mm/s en fonctionnement habituel	4,5 mm/s	Confirmer la mesure au même point et dans la même direction
Température de surface du palier	55 °C en fonctionnement habituel	75 °C	Confirmer la mesure sans contact dangereux avec les pièces en mouvement
Intensité de ligne	3,6 A en fonctionnement habituel	4,8 A	Comparer aux conditions de charge et au relevé précédent

Valeurs propres à l'équipement étudié, définies dans la procédure locale.

Principes de prévention à appliquer

Risque	Mesure de prévention attendue	Limite à respecter
Entraînement par une pièce tournante	Maintenir le carter en place et effectuer les observations hors zone dangereuse	Ne pas retirer le carter en fonctionnement
Électricité	Toute intervention électrique est réservée au personnel habilité et réalisée selon la procédure applicable	Ne pas ouvrir l'armoire ni intervenir sur des conducteurs sous tension
Intervention mécanique	Arrêter, isoler les énergies, condamner les organes de séparation et vérifier l'absence d'énergie dangereuse selon la procédure du site	Ne pas intervenir tant que la mise en sécurité n'est pas confirmée
Dérive de fonctionnement	Tracer les relevés, confirmer une alerte et informer le responsable selon la gravité	Ne pas neutraliser un dispositif de protection

Repères généraux pour l'analyse des risques de la situation.

DT 3 : RELEVÉ DE RONDE ET DONNÉES DE MESURE DU POSTE

Relevés réalisés sur l'ensemble P-101 en fonctionnement stabilisé. Les instruments employés ont été vérifiés avant la ronde. Les valeurs du poste sont celles à exploiter pour le diagnostic. Le débitmètre affiche un volume collecté de 12,0 L pendant une durée mesurée de 40,0 s. La pression différentielle au même instant est de 210 kPa et la puissance électrique absorbée affichée est de 2,10 kW.

Pour le diagnostic, une valeur supérieure ou égale au seuil d'alerte est considérée comme déclenchant une alerte. Une mesure doit être confirmée avant toute conclusion définitive, sauf danger immédiat ou évolution rapide imposant l'application de la procédure d'urgence.

Relevé du poste et historique de référence

Heure	Débit	Pression différentielle	Vibration palier	Température palier	Intensité moteur	Observation
06 h 00	18,0 m³/h	240 kPa	2,0 mm/s	55 °C	3,6 A	Fonctionnement habituel
08 h 00	17,8 m³/h	236 kPa	2,2 mm/s	57 °C	3,7 A	Aucun bruit anormal
10 h 00	À calculer à partir de 12,0 L en 40,0 s	210 kPa	5,8 mm/s	78 °C	4,2 A	Bruit de frottement intermittent

Valeurs fournies au candidat, à comparer aux seuils du DT 2.

Caractéristiques des appareils de mesure

Appareil	Grandeur	Résolution	Précision annoncée
Débitmètre installé	Débit	0,1 m³/h	± 0,5 m³/h
Manomètres différentiels	Pression différentielle	1 kPa	± 3 kPa
Vibromètre portable	Vibration efficace	0,1 mm/s	± 0,2 mm/s
Thermomètre infrarouge	Température de surface	1 °C	± 2 °C
Pince ampèremétrique installée	Intensité de ligne	0,1 A	± 0,1 A

Données de précision à prendre en compte lors de la confirmation d'une mesure.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Diagnostic des mesures, questions 2.1 à 2.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases « ... » en indiquant les calculs, les unités et la conclusion. Pour la dernière ligne, rédiger une hypothèse technique et une vérification à effectuer.

Tableau de diagnostic de P-101

Élément analysé	Calcul ou comparaison	Résultat	Conclusion ou action de vérification
Débit mesuré	Débit à partir de 12,0 L en 40,0 s	.....	.....
Écart relatif de débit	$e_r = \lvert Q_m - Q_n \rvert / Q_n \times 100$	.....	.....
Puissance hydraulique au point mesuré	$P_h = Q_m \, \Delta p$	.....	.....
Rendement au point mesuré	$\eta = P_h / P_e$	.....	.....
Vibration et température	Comparaison aux seuils du DT 2	.....	.....
Hypothèse technique et vérification	Justification à partir des mesures	.....	.....

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 : Feuille de ronde et conduite à tenir, questions 3.1 à 3.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter la feuille de ronde. Inscrire les heures de relevé et les unités. Décrire les actions attendues en cas d'alerte et les informations à transmettre au responsable.

Feuille de ronde de 06 h 00 à 14 h 00

Heure	Débit (m^3/h)	Pression différentielle (kPa)	Vibration (mm/s)	Température palier (°C)	Intensité moteur (A)	Action en cas d'alerte
06 h 00	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Fiche de transmission d'une alerte

Information à transmettre	Réponse du candidat
Heure et identification de l'équipement	.....
Grandeurs mesurées et unités	.....
Écart constaté par rapport aux seuils	.....
Signe complémentaire observé	.....
Action immédiate recommandée	.....
Contrôle ou vérification à réaliser par la maintenance	.....

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.