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 C1 : MAINTENIR EN CONDITION OPÉRATIONNELLE UN SYSTÈME PLURITECHNIQUE

SESSION 2026

Durée : 3 heures

| SPÉCIALITÉ / UNITÉ | COEFF |
|---|---|
| GÉNIE INDUSTRIEL ET MAINTENANCE | 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 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 : ATELIERS DE CONDITIONNEMENT VAL DE LOIRE, SAINT-PIERRE-DES-CORPS (INDRE-ET-LOIRE)

Vous intervenez sur le groupe de pompage P-101 qui alimente en eau industrielle la boucle de lavage des lignes de conditionnement. L'installation comprend une pompe centrifuge, un moteur asynchrone, un accouplement, une crépine filtrante, des organes d'isolement et des appareils de mesure.

Depuis le début de poste, le débit mesuré est inférieur à la valeur habituelle. Le chef d'équipe signale également un bruit inhabituel au niveau de l'accouplement. Le groupe doit être remis en service avant le prochain cycle de production, prévu dans quatre heures. La maintenance impose une consignation avant toute intervention mécanique ou ouverture du circuit. Les valeurs de référence, les relevés et les limites d'intervention figurent dans le dossier technique.

Vous devez analyser la situation, exploiter les relevés, préparer une intervention corrective, proposer les contrôles de remise en service et rédiger les éléments utiles à la traçabilité. Les réponses doivent être justifiées à partir des documents fournis. Les calculs seront présentés avec leurs unités et un arrondi adapté.

## PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle, contexte et stratégie de maintenance (5 points)

### *Comprendre le système et situer l'intervention dans la stratégie de maintenance*

À l'aide des documents DT 1, DT 2 et DT 3, caractérisez le rôle du groupe P-101 et les contraintes de l'intervention. Toute réponse doit être reliée aux données du sujet.

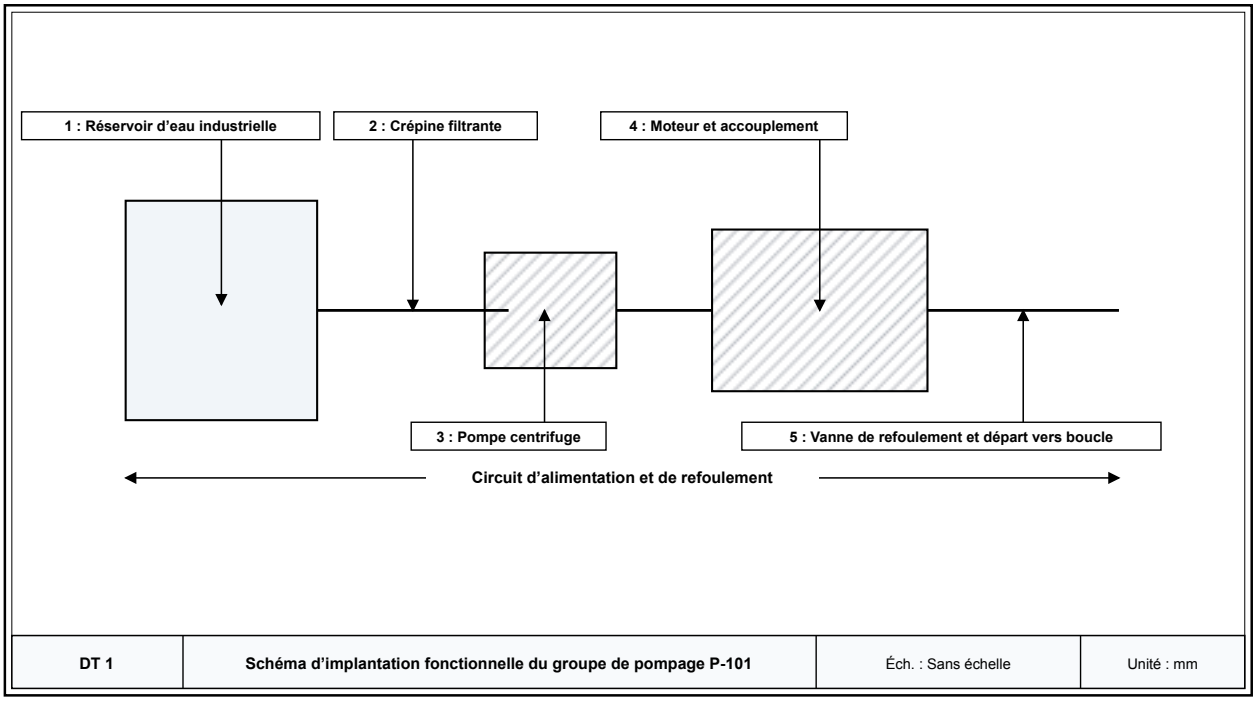



*Schéma de principe sans échelle. Le sens de circulation de l'eau est indiqué par la ligne de procédé.*

**1.1** (1,5 point) Décrivez la fonction globale du groupe P-101, puis ordonnez les principaux constituants traversés par l'eau depuis le réservoir jusqu'à la boucle de lavage. Distinguez la chaîne d'énergie de la chaîne de circulation du fluide.

**1.2** (1,5 point) À partir du symptôme de baisse de débit et des relevés DT 2, formulez deux hypothèses de défaillance plausibles. Pour chacune, indiquez une donnée mesurée qui permet de l'étayer ou de la relativiser.

**1.3** (1 point) Classez l'intervention envisagée comme maintenance préventive ou corrective et précisez si elle est systématique, conditionnelle ou prévisionnelle, en justifiant votre réponse par le contexte.

**1.4** (1 point) Citez deux exigences de préparation ou de traçabilité à respecter avant et après l'intervention. Reliez-les à la sécurité des personnes, à la disponibilité de l'installation ou au suivi des équipements, en vous appuyant sur DT 3.

## PARTIE 2 : Diagnostic technique et exploitation des mesures (6 points)

***Interpréter des relevés pluritechniques et quantifier le fonctionnement***

Utilisez les caractéristiques de DT 2 et les seuils de DT 3. Les formules utiles sont fournies dans les documents. Indiquez les étapes des calculs, les unités et la conclusion technique associée.

**Relevés effectués sur le groupe P-101**

| Grandeur | Valeur relevée | Référence ou seuil DT 3 |
|---|---|---|
| Débit volumique | 13,5 m³/h | 18,0 m³/h au point nominal |
| Hauteur manométrique mesurée | 18 m | 22 m au point nominal |
| Pression amont de la crépine | 0,08 bar | Mesurée avant crépine |
| Pression aval de la crépine | 0,50 bar | Mesurée après crépine |
| Vitesse vibratoire efficace au palier pompe | 7,1 mm/s | 4,5 mm/s maximum selon procédure site |
| Courants des trois phases | 8,4 A ; 8,1 A ; 7,9 A | Courant nominal moteur : 8,2 A |
| Puissance électrique active absorbée | 3,40 kW | Valeur mesurée par analyseur de réseau |

*Relevés réalisés en fonctionnement stabilisé avant arrêt de l'installation.*

**2.1** (1,5 point) Calculez la différence de pression aux bornes de la crépine en bar. Comparez le résultat au seuil de nettoyage indiqué dans DT 3 et concluez sur l'état probable de la crépine.

**2.2** (1,5 point) Calculez le courant moyen des trois phases puis le déséquilibre maximal en pourcentage, selon la relation définie dans DT 3. Comparez le résultat au seuil du site et concluez sur la nécessité ou non d'une investigation électrique complémentaire.

**2.3** (1,5 point) Calculez la puissance hydraulique utile au point mesuré à partir de $P_h = \rho g Q H$, puis le rendement global du groupe à partir de $\eta_g = P_h / P_e$. Convertissez le débit en $\mathrm{m^3/s}$. Utilisez $\rho = 1000\ \mathrm{kg/m^3}$ et $g = 9,81\ \mathrm{m/s^2}$. Donnez le rendement en pourcentage.

**2.4** (1,5 point) En vous appuyant sur la vibration relevée, la différence de pression de la crépine et le résultat du calcul de 2.3, hiérarchisez les contrôles à effectuer lors de l'arrêt. Proposez une cause probable de la baisse de débit et indiquez une vérification permettant de ne pas attribuer à tort tous les symptômes à une seule cause.

## PARTIE 3 : Préparation et conduite de l'intervention corrective (5 points)

***Préparer une opération de maintenance, sélectionner les moyens et rendre compte***

Le diagnostic confirme une crépine encrassée. Le contrôle mécanique doit également porter sur l'accouplement et les paliers, car la vitesse vibratoire dépasse la limite de la procédure du site. La remise en service est conditionnée à la réalisation des contrôles et essais définis dans DT 3.

**Données de préparation de l'intervention**

| Élément | Donnée de préparation |
|---|---|
| Durée d'arrêt disponible | 4 h |
| Crépine | Panier inox de rechange compatible, référence CF-40 |
| Joint de couvercle | Joint compatible avec le corps de filtre, référence JF-40 |
| Produit de nettoyage | Détergent aqueux neutre, fiche de données de sécurité disponible |
| Contrôles avant remise en service | Étanchéité, sens de rotation, débit, pressions, vibration et intensité |

*Les consommables et pièces sont disponibles au magasin de maintenance.*

**3.1** (2 points) Complétez le document réponse DR 1 avec les éléments de préparation demandés : composants à contrôler, moyens ou outils adaptés et précautions principales. Prévoyez explicitement le contrôle de la crépine, de l'accouplement, des paliers et des connexions électriques, sans réaliser de mesure sous tension par une personne non habilitée.

**3.2** (1,5 point) Rédigez un protocole opératoire ordonné, depuis la prise en charge de l'équipement jusqu'à sa remise en service. Faites apparaître la consignation, la dépressurisation et la vidange du tronçon concerné, le remplacement ou le nettoyage des éléments, les contrôles avant redémarrage et l'information de l'exploitant.

**3.3** (1,5 point) Complétez dans DR 1 la trace d'intervention : anomalie constatée, opération réalisée, pièces remplacées, résultats à relever lors des essais et décision de remise en service. Précisez quelles valeurs doivent être comparées aux références de DT 2 et DT 3.

## PARTIE 4 : Prévention des risques et autorisation de remise en service (4 points)

***Identifier les risques, définir les mesures de prévention et sécuriser les essais***

La pompe est alimentée par un réseau triphasé 400 V. Le circuit hydraulique peut rester sous pression après l'arrêt. L'intervention comprend l'ouverture d'un filtre, la manipulation de pièces métalliques et un essai fonctionnel après remontage. Les règles internes de consignation et les données de DT 3 s'appliquent.

**Situations de travail à analyser**

| Situation | Danger ou événement redouté | Mesure de prévention attendue |
|---|---|---|
| Intervention sur le moteur et l'accouplement | Démarrage intempestif ou contact électrique | ..... |
| Ouverture du filtre | Projection de fluide ou contact avec l'eau de procédé | ..... |
| Dépose du couvercle et du panier | Pincement, coupure ou manutention contraignante | ..... |
| Essai de fonctionnement | Entraînement par pièces tournantes ou fuite | ..... |

*Les mesures de prévention doivent supprimer le risque ou le réduire à un niveau maîtrisé avant l'intervention.*

**4.1** (2 points) Complétez le tableau de prévention du document réponse DR 2. Pour chaque situation, proposez une mesure prioritaire de prévention collective ou de maîtrise de l'énergie dangereuse, puis une mesure complémentaire adaptée. Les équipements de protection individuelle ne remplacent pas la consignation.

**4.2** (1 point) Énoncez les vérifications nécessaires pour confirmer que le groupe peut être remis en service après remontage. Indiquez au minimum les contrôles d'étanchéité, de protection des parties tournantes et de paramètres de fonctionnement.

**4.3** (1 point) Au regard de DT 3, indiquez deux références de prévention ou de terminologie applicables à la préparation de l'intervention et expliquez brièvement leur apport dans cette situation.

# DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

## **DT 1** : DESCRIPTION FONCTIONNELLE ET IMPLANTATION DU GROUPE DE POMPAGE P-101

Le groupe P-101 aspire l'eau industrielle dans un réservoir ouvert et l'envoie vers la boucle de lavage. Le circuit comprend une crépine filtrante amont, une pompe centrifuge entraînée par un moteur asynchrone triphasé au moyen d'un accouplement, puis une vanne de refoulement. Les pressions amont et aval de la crépine sont mesurées par deux manomètres. Le débit est mesuré sur la conduite de refoulement. Le moteur et l'accouplement sont protégés par un carter.

La pompe et le moteur sont montés sur un châssis commun. Le sens de circulation du fluide va du réservoir vers la conduite de refoulement. Le repérage des organes et leur fonction sont représentés sur le schéma de principe de la partie 1.

## **DT 2** : CARACTÉRISTIQUES NOMINALES ET DONNÉES MESURÉES DU GROUPE P-101

Les caractéristiques nominales ci-dessous sont les données constructeur et les valeurs de référence consignées dans le dossier de l'équipement. Les mesures ont été relevées avant l'arrêt, en fonctionnement stabilisé.

Pour l'eau, utiliser $\rho = 1000\ \mathrm{kg/m^3}$ et $g = 9,81\ \mathrm{m/s^2}$. La puissance hydraulique utile est estimée par $P_h = \rho g Q H$, avec $Q$ exprimé en $\mathrm{m^3/s}$ et $H$ en mètres. Le rendement global est calculé par $\eta_g = P_h / P_e$, où $P_e$ est la puissance électrique active absorbée mesurée.

**Fiche signalétique et données de fonctionnement**

| Paramètre | Valeur nominale ou de référence | Valeur mesurée avant arrêt |
|---|---|---|
| Alimentation moteur | Triphasé, 400 V, 50 Hz | Triphasé, 400 V, 50 Hz |
| Puissance utile moteur | 4,0 kW | Sans objet |
| Courant nominal moteur | 8,2 A | 8,4 A ; 8,1 A ; 7,9 A |
| Débit volumique | 18,0 m³/h | 13,5 m³/h |
| Hauteur manométrique | 22 m | 18 m |
| Pression amont de crépine | Selon point de fonctionnement | 0,08 bar |
| Pression aval de crépine | Selon point de fonctionnement | 0,50 bar |
| Puissance électrique active absorbée | Valeur variable selon la charge | 3,40 kW |
| Vitesse vibratoire efficace au palier pompe | Limite de suivi fixée par la procédure site en DT 3 | 7,1 mm/s |

*Données fournies pour l'analyse du groupe P-101.*

**DT 3** : SEUILS DE MAINTENANCE, RÈGLES DE PRÉVENTION ET SUIVI DE L'ÉQUIPEMENT

Seuils et prescriptions issus de la procédure interne de maintenance des groupes de pompage de l'établissement. Ils sont fournis pour cette intervention et ne constituent pas des valeurs universelles applicables à tout équipement.

- **Crépine :** nettoyage ou remplacement à prévoir si la différence entre les pressions aval et amont atteint ou dépasse 0,20 bar.
- **Vibrations :** une vitesse vibratoire efficace supérieure à 4,5 mm/s au point de mesure défini par la procédure impose un contrôle mécanique et une décision de maintenance avant retour à l'exploitation normale.
- **Déséquilibre de courant :** calculer le courant moyen $I_{moy} = (I_1 + I_2 + I_3)/3$, puis le déséquilibre maximal $d = 100 \times \max(|I_i - I_{moy}|)/I_{moy}$. Le seuil d'investigation électrique complémentaire est de 10 %.
- **Consignation :** identifier les énergies, arrêter l'installation, séparer les sources d'énergie, condamner les organes concernés, identifier la condamnation et vérifier l'absence de tension par une personne habilitée. Isoler le tronçon hydraulique, le dépressuriser et le vidanger avant ouverture.
- **Essai après intervention :** vérifier que les carters sont en place, que la zone est dégagée et que les personnes sont averties. Réaliser un démarrage contrôlé, vérifier le sens de rotation, l'absence de fuite et relever débit, pressions, intensités et vibrations. Arrêter et signaler toute valeur anormale.
- **Traçabilité :** enregistrer la date, l'identification de l'équipement, les symptômes, les mesures initiales et finales, les opérations, les pièces remplacées, les anomalies résiduelles et la décision de remise à disposition.

Les principes généraux de prévention de l'article L. 4121-1 du Code du travail imposent à l'employeur de prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs. La norme NF EN 60204-1 concerne l'équipement électrique des machines. La norme NF EN ISO 12100 porte sur les principes généraux de conception et d'appréciation du risque des machines. La norme NF EN 13306 fournit une terminologie de maintenance. Ces références ne remplacent ni l'évaluation des risques du site ni les procédures de consignation applicables.

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**DR 1** : Document réponse à rendre avec la copie : Questions 3.1, 3.2 et 3.3 | **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les tableaux avec des réponses précises, en vous appuyant sur le dossier technique. Pour le protocole opératoire, numérotez les étapes dans l'ordre. Pour la trace d'intervention, indiquez les valeurs attendues ou les limites de comparaison lorsqu'elles sont fournies.

### Préparation de l'intervention

| Composant ou étape à contrôler | Moyen, outil ou mesure adapté | Précaution principale |
|---|---|---|
| Crépine et couvercle du filtre | ..... | ..... |
| Accouplement et carter | ..... | ..... |
| Paliers de pompe | ..... | ..... |
| Moteur et connexions électriques | ..... | ..... |

### Trace de l'intervention et contrôles de remise en service

| Rubrique | Compte rendu du candidat |
|---|---|
| Symptôme et mesures initiales | ..... |
| Opérations réalisées et pièces remplacées | ..... |
| Débit et hauteur manométrique après essai | ..... |
| Différence de pression aux bornes de la crépine après intervention | ..... |
| Courants des phases et comparaison au nominal | ..... |
| Vitesse vibratoire et comparaison au seuil du site | ..... |
| Étanchéité, carters et décision de remise à disposition | ..... |

**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 4.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Pour chaque situation, inscrivez une mesure prioritaire de prévention ou de maîtrise de l'énergie dangereuse, puis une mesure complémentaire. Les propositions doivent être applicables à l'intervention décrite et cohérentes avec DT 3.

**Analyse des risques et mesures de prévention**

| Situation | Danger ou événement redouté | Mesure prioritaire | Mesure complémentaire |
|---|---|---|---|
| Intervention sur le moteur et l'accouplement | Démarrage intempestif ou contact électrique | ..... | ..... |
| Ouverture du filtre | Projection de fluide ou contact avec l'eau de procédé | ..... | ..... |
| Dépose du couvercle et du panier | Pincement, coupure ou manutention contraignante | ..... | ..... |
| Essai de fonctionnement | Entraînement par pièces tournantes ou fuite | ..... | ..... |

**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.