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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS MN, veuillez visiter :
btsmn.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MÉCATRONIQUE NAVALE

ÉPREUVE E6 : MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCATRONIQUES

SESSION 2026

Durée : 40 minutes

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
MÉCATRONIQUE NAVALE	8

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.

Dossier technique et documents réponse fournis au candidat. Aucun autre document n'est autorisé.

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

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : NAVAL GROUP, SITE DE LORIENT

Vous intervenez dans le cadre d'une opération de maintenance sur le groupe de refroidissement d'un équipement auxiliaire d'un navire en arrêt technique. Le dossier décrit une installation de cas d'étude située sur le site de Lorient. Le groupe comprend une pompe centrifuge entraînée par un moteur asynchrone triphasé et un accouplement élastique.

Le responsable de maintenance signale une baisse de débit, une hausse de vibration et une alarme de température moteur. Vous devez exploiter les relevés, établir un diagnostic argumenté, proposer les opérations correctives et préparer une remise en service sûre et traçable.

Les prescriptions du dossier technique et les procédures du site prévalent pour cette situation. Les normes citées constituent des références techniques à prendre en compte selon leur applicabilité au navire et au matériel concernés.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle, diagnostic et exigences applicables (6 points)

Compétences C4-3, C6-1

À partir du dossier technique DT 1 et DT 2, caractérisez le fonctionnement attendu du groupe et analysez les relevés réalisés avant intervention. Justifiez vos conclusions par les données chiffrées fournies.

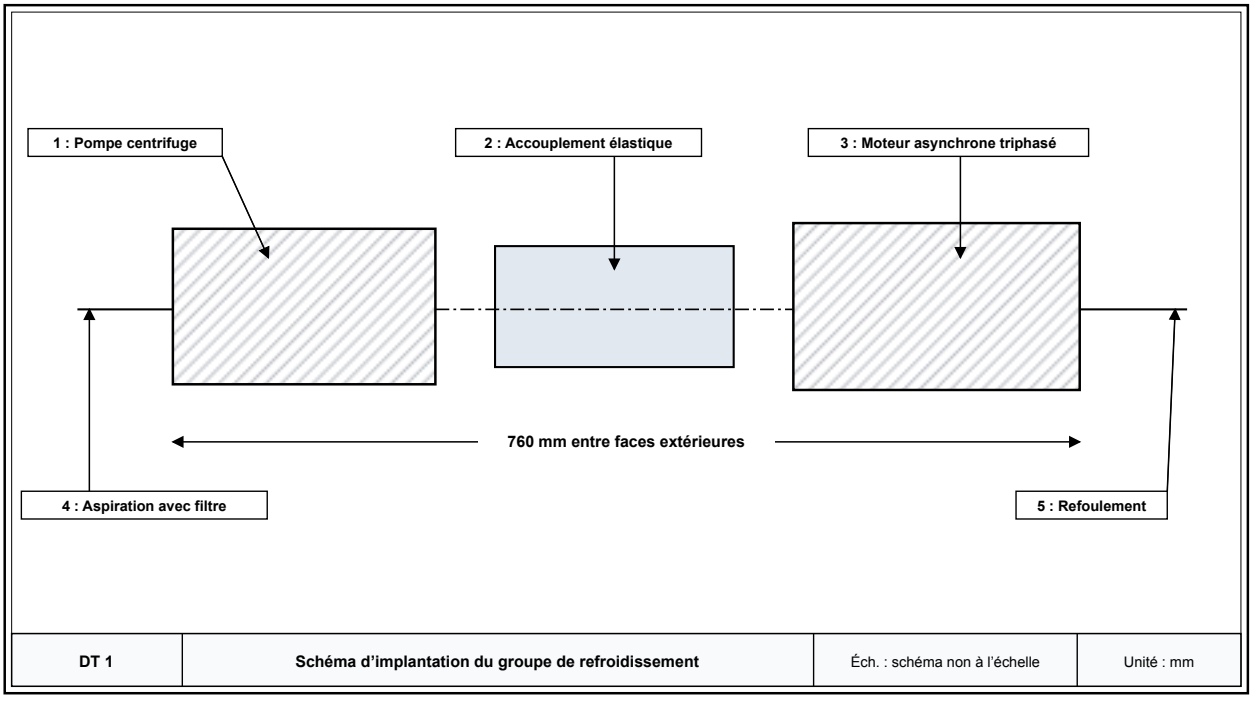


Schéma de principe, non destiné à la fabrication. Les cotes indiquent les dimensions principales en millimètres.

1.1 (2 points) Décrivez la chaîne fonctionnelle du groupe, depuis l'alimentation électrique jusqu'à la circulation du fluide. Identifiez le rôle de la pompe, du moteur, de l'accouplement et du filtre d'aspiration.

1.2 (2 points) Comparez les mesures avant intervention aux seuils de service indiqués dans le DT 2. Relevez les paramètres non conformes et classez les écarts par ordre de priorité pour la sécurité et la disponibilité de l'installation.

1.3 (2 points) Indiquez deux références ou exigences QHSE pertinentes pour préparer cette intervention et précisez leur application concrète. Distinguez les exigences de consignation du matériel des références de conception ou de contrôle technique.

PARTIE 2 : Étude technologique, calculs et choix des opérations correctives (8 points)

Compétences C4-2, C4-3

Les données de fonctionnement et les caractéristiques du matériel sont regroupées dans le DT 2. Les calculs seront présentés avec les unités et un résultat arrondi à trois chiffres significatifs lorsque nécessaire.

Relevés avant intervention et valeurs de référence

Grandeur	Mesure avant intervention	Référence ou seuil du site
Débit volumique	18,0 m³/h	25,0 m³/h nominal
Pression différentielle pompe	2,10 bar	2,80 bar nominal
Perte de pression au filtre d'aspiration	0,42 bar	≤ 0,10 bar filtre propre
Vitesse vibratoire efficace au palier moteur	6,2 mm/s	Alerte à 4,5 mm/s ; arrêt à 7,0 mm/s selon procédure du site
Décalage parallèle mesuré à l'accouplement	0,38 mm	≤ 0,20 mm selon fiche de montage
Puissance électrique active absorbée	3,10 kW	Plaque moteur : 7,5 kW

Relevés effectués au point de fonctionnement constaté.

2.1 (2 points) Calculez la puissance hydraulique au point nominal, puis au point mesuré avant intervention, à l'aide de la relation $P_h = Q \times \Delta p$. Convertissez les unités en unités du Système international avant le calcul. Les pressions différentielles sont celles du tableau du DT 2.

2.2 (2 points) Calculez le rendement global apparent du groupe au point mesuré avec $\eta_g = P_h / P_e$, où P_e est la puissance électrique active absorbée. Comparez ce résultat au rendement global nominal calculé avec les données nominales du DT 2. Expliquez pourquoi ce rendement apparent ne suffit pas, à lui seul, à conclure à une défaillance du moteur.

2.3 (2 points) Établissez un diagnostic argumenté à partir du débit, de la perte de pression au filtre, de la vibration et du défaut d'alignement. Proposez une cause probable de la baisse de débit et une cause probable de la vibration, puis indiquez le contrôle permettant de confirmer chacune d'elles.

2.4 (2 points) À partir du DT 2, déterminez la puissance hydraulique nominale en kilowatts et le pourcentage de réduction du débit mesuré par rapport au débit nominal, avec $r_Q = 100 \times (Q_n - Q_m)/Q_n$. Reportez les résultats et les contrôles associés dans le DR 1.

PARTIE 3 : Préparation de l'intervention, prévention et validation (6 points)

Compétences C4-1, C4-2, C4-4, C6-2, C6-3

Vous devez présenter oralement une méthode d'intervention corrective, les mesures de prévention et les critères de réception. Appuyez-vous sur le DT 3 et complétez le DR 2. Toute remise en service reste conditionnée à l'autorisation du responsable de consignation et à la validation des contrôles.

Exigences de préparation et critères de réception

Étape ou contrôle	Exigence
Consignation	Arrêt, séparation des sources, condamnation et identification ; vérification d'absence de tension par personnel habilité ; isolement hydraulique et dépressurisation.
Nettoyage du filtre	Ouverture après confirmation de l'absence de pression ; inspection du panier et du joint ; remplacement du joint s'il est détérioré.
Alignement	Corriger le décalage parallèle à une valeur ≤ 0,20 mm selon la fiche de montage du groupe.
Essai après intervention	Vérifier absence de fuite et de bruit anormal ; débit cible 25,0 m³/h ; perte de pression filtre ≤ 0,10 bar ; vibration sous le seuil d'alerte de 4,5 mm/s.
Traçabilité	Renseigner l'ordre de travail, les mesures avant et après, les pièces remplacées, les anomalies restantes et l'autorisation de remise en service.

Extrait de la procédure de maintenance du site pour le cas étudié.

3.1 (2 points) Présentez les étapes ordonnées de l'intervention, depuis la préparation du poste jusqu'à la remise en service. Faites apparaître les contrôles nécessaires avant la dépose du filtre et avant tout essai dynamique.

3.2 (2 points) Identifiez au moins quatre risques liés à cette intervention et associez à chacun une mesure de prévention adaptée. Traitez notamment les risques électrique, mécanique, hydraulique et liés à la manutention ou aux projections.

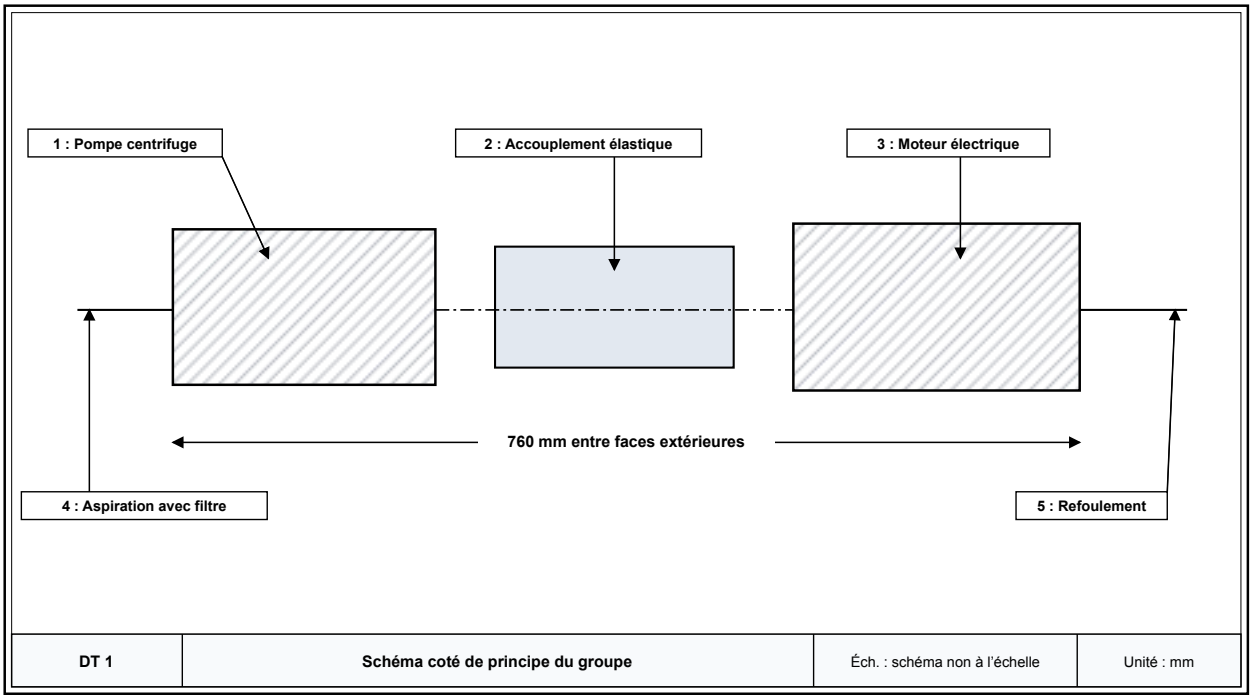
3.3 (2 points) Définissez les critères de validation de l'intervention et les informations à consigner dans les documents de suivi QHSE et de maintenance. Indiquez la conduite à tenir si un critère de réception n'est pas satisfait.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA D'IMPLANTATION DU GROUPE DE REFROIDISSEMENT

Le groupe comprend une pompe centrifuge, un accouplement élastique et un moteur asynchrone triphasé alimenté sous 400 V. Le filtre est placé sur la conduite d'aspiration. Le schéma de la partie 1 donne l'ordre des éléments et les dimensions principales d'encombrement. Il ne représente pas les organes de consignation ni l'instrumentation complète.



Sens d'écoulement : aspiration vers la pompe, puis refoulement. Les formes représentent des sous-ensembles, et non leur géométrie interne.

DT 2 : CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIEL ET RELEVÉS DE FONCTIONNEMENT

Données de la fiche technique du groupe de cas d'étude : débit nominal $Q_n = 25,0\ \mathrm{m^3/h}$, pression différentielle nominale $\Delta p_n = 2,80\ \mathrm{bar}$, puissance électrique active nominale mesurée au point de référence $P_{e,n} = 3,30\ \mathrm{kW}$, moteur triphasé 400 V de puissance assignée 7,5 kW. Pour les calculs, utiliser $1\ \mathrm{bar} = 100\ 000\ \mathrm{Pa}$ et $1\ \mathrm{m^3/h} = 1/3600\ \mathrm{m^3/s}$. La puissance hydraulique se calcule avec $P_h = Q \times \Delta p$, et le rendement global apparent avec $\eta_g = P_h / P_e$.

Au point mesuré avant intervention : débit $Q_m = 18,0\ \mathrm{m^3/h}$, pression différentielle $\Delta p_m = 2,10\ \mathrm{bar}$, puissance électrique active $P_{e,m} = 3,10\ \mathrm{kW}$. La perte de pression au filtre est de 0,42 bar, contre 0,10 bar au maximum lorsque le filtre est propre. La vibration mesurée est de 6,2 mm/s efficace. La procédure du site fixe un seuil d'alerte à 4,5 mm/s et un seuil d'arrêt à 7,0 mm/s. Le décalage parallèle mesuré à l'accouplement est de 0,38 mm ; la fiche de montage fixe une limite de 0,20 mm.

Références à examiner selon l'applicabilité : prescriptions du Code du travail relatives à la prévention des risques et aux interventions électriques, série NF EN 60092 pour les installations électriques des navires,

série ISO 20816 pour l'évaluation des vibrations des machines, ainsi que les procédures du navire et les exigences de sa société de classification. Les seuils numériques de réception de ce cas sont ceux de la procédure du site, et non des seuils généraux attribués à ces normes.

Tableau des caractéristiques et mesures

Paramètre	Valeur	Origine ou critère
Débit nominal	25,0 m³/h	Fiche technique
Pression différentielle nominale	2,80 bar	Fiche technique
Puissance électrique au point nominal	3,30 kW	Fiche technique
Puissance électrique mesurée	3,10 kW	Relevé avant intervention
Perte de pression au filtre	0,42 bar	Limite filtre propre : 0,10 bar
Vibration efficace	6,2 mm/s	Alerte site : 4,5 mm/s ; arrêt site : 7,0 mm/s
Décalage parallèle de l'accouplement	0,38 mm	Limite de montage : 0,20 mm

Données à utiliser pour les calculs et le diagnostic.

DT 3 : EXTRAIT DE PROCÉDURE DE MAINTENANCE, PRÉVENTION ET RÉCEPTION

Avant intervention : analyser l'ordre de travail, informer les personnes concernées, identifier les énergies et les risques, préparer les pièces et les moyens de mesure. Pour les opérations électriques, appliquer la procédure de consignation du site et confier les opérations requérant une habilitation à du personnel habilité. La consignation comprend la séparation, la condamnation, l'identification et la vérification d'absence de tension selon la procédure applicable.

Pour la partie hydraulique : isoler l'installation, prévenir toute remise en pression, vérifier l'absence de pression avant ouverture et recueillir le fluide dans un contenant adapté. Porter les équipements de protection définis par l'analyse de risques. Ne jamais approcher une pièce en mouvement pendant un essai et remettre en place les protecteurs avant démarrage.

Opérations prévues dans le cas : inspection et nettoyage du panier de filtre, contrôle de son joint, remontage, contrôle et correction de l'alignement de l'accouplement selon sa fiche de montage. Au remontage, respecter les prescriptions du fabricant et les couples de serrage fournis avec l'équipement. Si un couple n'est pas indiqué, le faire déterminer par la documentation constructeur avant intervention.

Réception du cas : absence de fuite et de bruit anormal ; débit cible de 25,0 m³/h ; perte de pression au filtre au plus égale à 0,10 bar ; vibration inférieure au seuil d'alerte de 4,5 mm/s ; décalage parallèle au plus égal à 0,20 mm. Consigner les valeurs avant et après intervention, les pièces remplacées, les écarts résiduels, les contrôles effectués et l'autorisation de remise en service. Une mesure hors critère impose de maintenir l'équipement dans l'état sûr défini par le responsable et d'ouvrir une demande d'analyse complémentaire.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Feuille d'analyse et de calculs, questions 2.1 à 2.4 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases laissées vides. Présenter les conversions d'unités et les calculs utilisés. Les résultats seuls ne suffisent pas.

Calculs de fonctionnement et diagnostic

Grandeur ou résultat	Calcul ou justification	Résultat
Débit nominal converti en m³/s	.....	.....
Puissance hydraulique nominale	.....	.....
Débit mesuré converti en m³/s	.....	.....
Puissance hydraulique mesurée	.....	.....
Rendement global apparent au point mesuré	.....	.....
Rendement global apparent au point nominal	.....	.....
Réduction du débit par rapport au nominal	.....	.....
Cause probable de la baisse de débit et contrôle de confirmation	.....	.....
Cause probable de la vibration et contrôle de confirmation	.....	.....

À compléter à partir du DT 2.

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Préparation de l'intervention et traçabilité, questions 3.1 à 3.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement le tableau avec les opérations dans leur ordre logique, les risques et les moyens de prévention. Les réponses seront présentées oralement à la commission.

Plan d'intervention et fiche de validation

Étape	Opération ou contrôle	Risque principal	Mesure de prévention ou critère de validation	Trace écrite à renseigner
1	.....	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....	.....

À compléter par le candidat.

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.