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 Bac Pro CGEM Comm, veuillez visiter :
bacprocgemcommerce.fr/annales-sujets-et-corriges

# BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

## CONDUITE ET GESTION DES ENTREPRISES MARITIMES - OPTION COMMERCE

## SESSION 2026

### ÉPREUVE E3 : CONDUITE ET MAINTENANCE DES MACHINES MARINES

**Coefficient : 3 Durée : 3 heures**

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

| Composition de l'épreuve | Support |
|---|---|
| **PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire** (5 points) | Dossier Questionnement |
| **PARTIE 2 : Étude technologique et calculs** (5 points) | Dossier Questionnement |
| **PARTIE 3 : Préparation de l'intervention de maintenance** (5 points) | Dossier Questionnement |
| **PARTIE 4 : Prévention, sécurité et protection de l'environnement** (5 points) | Dossier Questionnement |
| **DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2, DT 3)** | Fourni avec le sujet |
| **DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1, DR 2) : À RENDRE AVEC LA COPIE** | Fin de sujet |

**L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.**

Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

**LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.**

# DOSSIER SUJET

## MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : COMPAGNIE MARITIME DES ÎLES D'ARMOR, PORT DE LORIENT, MORBIHAN

Vous êtes affecté à l'équipe machine du navire à passagers **Armorique II**, exploité par la Compagnie maritime des Îles d'Armor. Le navire effectue une traversée côtière. La propulsion principale est assurée par deux moteurs diesel identiques. Pendant une ronde, l'équipage relève une consommation de combustible supérieure à la valeur attendue et un débit de refroidissement inférieur à la valeur de consigne sur le circuit d'un moteur.

Le chef mécanicien vous demande d'exploiter les relevés et les documents techniques joints afin d'évaluer le fonctionnement, de préparer une intervention sur le circuit de refroidissement et de préciser les mesures de sécurité et de prévention de la pollution à appliquer. Les données fournies dans le sujet sont celles à utiliser pour répondre. Les calculs seront présentés avec les unités et un résultat arrondi de manière pertinente.

Le barème total est de 20 points. Les parties sont indépendantes, sauf indication contraire.

## PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)

### *Fonction des équipements, exploitation des relevés et exigences de sécurité*

À l'aide du schéma du DT 1 et des données d'exploitation du DT 2, analysez le fonctionnement de l'installation et les écarts constatés. Les valeurs de référence applicables à cet exercice sont celles indiquées dans les documents techniques.

**Relevés de fonctionnement du moteur bâbord**

| Grandeur | Valeur relevée | Référence ou limite fournie |
|---|---|---|
| Puissance délivrée | 450 kW | 75 % de la puissance nominale |
| Consommation de combustible | 106,5 kg/h | 215 g/kWh à la puissance considérée |
| Température eau douce en entrée échangeur | 28 °C | Valeur de suivi |
| Température eau douce en sortie échangeur | 36 °C | Maximum admissible : 40 °C |
| Débit eau douce mesuré | 10,8 m³/h | Minimum requis : 11,5 m³/h |

*Relevés effectués à régime stabilisé pendant la traversée*

**1.1** (1,5 point) À partir du DT 1, indiquez le rôle de l'échangeur thermique et expliquez pourquoi le circuit d'eau douce est séparé du circuit d'eau de mer. Donnez une fonction attendue de la pompe de circulation d'eau douce.

**1.2** (1,5 point) Calculez la consommation horaire de combustible attendue à 450 kW à partir de la consommation spécifique de 215 g/kWh. Comparez-la à la valeur relevée de 106,5 kg/h et calculez l'écart relatif en pourcentage par rapport à la valeur attendue. Présentez votre conclusion.

**1.3** (2 points) En vous appuyant sur les limites du DT 2, relevez les deux anomalies ou points de vigilance mis en évidence par les mesures. Pour chacun, indiquez une cause technique plausible à vérifier et une action immédiate adaptée à la sécurité de l'exploitation.

## PARTIE 2 : Étude technologique et calculs (5 points)

***Bilan thermique, débit de pompe et exploitation des caractéristiques***

Les caractéristiques de l'installation et les relations de calcul nécessaires sont fournies au DT 2. Utilisez les unités indiquées et explicitez les étapes utiles.

**Caractéristiques hydrauliques et thermiques**

| Paramètre | Valeur |
|---|---|
| Masse volumique de l'eau douce, ρ | 1 000 kg/m³ |
| Capacité thermique massique de l'eau, cp | 4,18 kJ/(kg·K) |
| Débit minimal requis du circuit | 11,5 m³/h |
| Débit mesuré du circuit | 10,8 m³/h |
| Écart de pression fourni par la pompe au débit nominal | 180 kPa |
| Rendement de la pompe au point considéré | 0,55 |

*Valeurs à utiliser pour les calculs de la partie 2*

**2.1** (2 points) Calculez le transfert thermique à l'eau douce dans l'échangeur à partir du débit mesuré et des températures relevées. Utilisez $\dot{Q} = \dot{m} c_p \Delta T$ et $\dot{m} = \rho Q_v$. Convertissez les unités nécessaires et donnez le résultat en kW.

**2.2** (1,5 point) Calculez le débit volumique minimal à assurer en m³/s, puis la puissance hydraulique correspondant à ce débit et à l'écart de pression fourni. Utilisez $P_h = \Delta p Q_v$. Donnez le résultat en kW.

**2.3** (1,5 point) À partir de la puissance hydraulique calculée en question 2.2 et du rendement de pompe fourni, déterminez la puissance mécanique minimale à transmettre à la pompe. Utilisez $P_m = P_h / \eta$. Concluez sur la pertinence d'une vérification de l'entraînement de la pompe si le débit reste inférieur à la consigne.

## PARTIE 3 : Préparation de l'intervention de maintenance (5 points)

***Diagnostic, préparation des opérations et contrôle après intervention***

Le chef mécanicien autorise la préparation d'un contrôle du circuit de refroidissement. Les prescriptions de maintenance données au DT 3 s'appliquent. L'intervention ne commence qu'après consignation et validation par le responsable de quart.

**Éléments disponibles pour l'intervention**

| Désignation | Référence à bord | Quantité disponible | Utilisation prévue |
|---|---|---|---|
| Joint torique de couvercle de filtre | JO-42 | 2 | Remplacement si détérioré |
| Élément filtrant eau douce | EF-18 | 1 | Remplacement si colmaté ou endommagé |
| Liquide de refroidissement prémélangé | LR-50 | 20 L | Appoint après contrôle |
| Chiffons absorbants | CA-01 | 10 | Récupération des égouttures |

*Consommables et pièces disponibles à bord*

**3.1** (1,5 point) En vous référant au DT 3, ordonnez les principales opérations de contrôle du filtre et du circuit, depuis la préparation de l'intervention jusqu'à la remise en service. Indiquez au moins quatre étapes pertinentes.

**3.2** (2 points) Complétez le DR 1 : associez à chaque symptôme une cause à contrôler et un contrôle ou une action adaptée. Pour le symptôme « débit faible », proposez au moins deux causes distinctes parmi les possibilités compatibles avec le dossier technique.

**3.3** (1,5 point) Définissez trois critères de contrôle à relever avant la remise en service après intervention. Pour chacun, indiquez une valeur ou une condition d'acceptation issue des documents techniques.

## PARTIE 4 : Prévention, sécurité et protection de l'environnement (5 points)

***Maîtrise des risques lors d'une intervention en compartiment machine***

L'intervention se déroule dans un compartiment machine en exploitation. Les procédures de bord et les consignes du DT 3 doivent être respectées. Aucune ouverture du filtre ou d'une conduite sous pression n'est autorisée.

**Situations à risque pendant l'intervention**

| Situation | Risque principal |
|---|---|
| Ouverture d'un couvercle avant refroidissement et dépressurisation | Brûlure par fluide chaud ou projection |
| Démarrage à distance pendant une intervention | Entraînement mécanique ou mise en pression accidentelle |
| Écoulement de liquide vers la cale | Pollution et glissade |

*Analyser les situations au regard des consignes du DT 3*

**4.1** (2 points) Pour chacune des trois situations du tableau, indiquez une mesure de prévention adaptée à mettre en œuvre avant ou pendant l'intervention. Précisez les protections individuelles utiles pour le contrôle et le remplacement du filtre.

**4.2** (1,5 point) Décrivez la procédure de consignation minimale avant ouverture du filtre. Votre réponse doit préciser l'identification de l'équipement, la prévention d'un démarrage intempestif, l'isolement du circuit et la vérification de l'absence de pression.

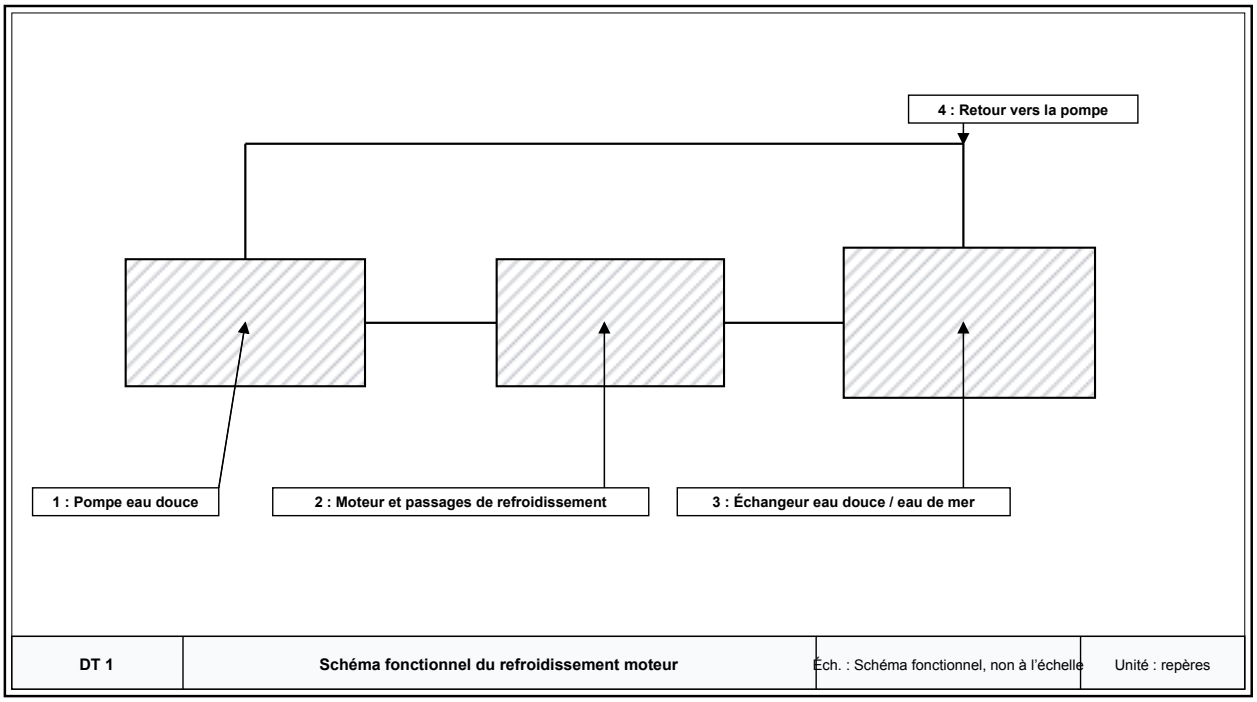
**4.3** (1,5 point) Indiquez comment contenir et collecter un déversement de liquide de refroidissement et comment éliminer les déchets et résidus issus de l'intervention. Expliquez pourquoi tout rejet à la mer ou dans la cale doit être évité.

# DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

## **DT 1** : SCHÉMA FONCTIONNEL DU CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT DU MOTEUR

Le moteur diesel est refroidi par un circuit fermé d'eau douce. Une pompe entraîne l'eau douce à travers les points de refroidissement du moteur, puis vers l'échangeur thermique. L'eau de mer circule dans un circuit distinct et extrait la chaleur dans l'échangeur avant son rejet contrôlé. Le schéma est fonctionnel et n'est pas à l'échelle. Les repères désignent les composants principaux.




*Circuit simplifié : les conduites sont représentées par des traits et les repères identifient les organes.*

## **DT 2** : DONNÉES CONSTRUCTEUR ET RELATIONS DE CALCUL

Les données de ce document sont les valeurs de référence retenues pour le sujet. La puissance nominale du moteur est de 600 kW. À 75 % de cette puissance, la consommation spécifique de combustible attendue est de 215 g/kWh. Pour le circuit de refroidissement, le débit minimal requis est de 11,5 m³/h et la température de sortie d'eau douce de l'échangeur ne doit pas dépasser 40 °C. Les propriétés et paramètres hydrauliques complémentaires sont indiqués dans le tableau. Utilisez $1\,\mathrm{m^3} = 1\,000\,\mathrm{L}$, $1\,\mathrm{h} = 3\,600\,\mathrm{s}$ et $1\,\mathrm{kPa} = 1\,000\,\mathrm{Pa}$.

Relations utiles : $P = C\omega$ pour une puissance mécanique en rotation ; $\dot{m} = \rho Q_v$ ; $\dot{Q} = \dot{m} c_p \Delta T$ ; $P_h = \Delta p Q_v$ ; $P_m = P_h / \eta$. Pour la consommation de combustible, $\dot{m}_f = P_e\, c_s$, en veillant à convertir les grammes en kilogrammes.

**Caractéristiques techniques et critères d'exploitation**

| Caractéristique | Valeur ou critère |
|---|---|
| Puissance nominale du moteur | 600 kW |
| Puissance relevée | 450 kW |
| Consommation spécifique à 450 kW | 215 g/kWh |
| Masse volumique eau douce | 1 000 kg/m³ |
| Capacité thermique massique eau douce | 4,18 kJ/(kg·K) |
| Débit minimal du circuit d'eau douce | 11,5 m³/h |
| Écart de pression au point nominal de la pompe | 180 kPa |
| Rendement de pompe au point considéré | 0,55 |
| Température maximale admissible en sortie échangeur | 40 °C |
| Écart de température entrée-sortie relevé | 36 °C - 28 °C |

*Données retenues pour l'épreuve*

**DT 3** : PRESCRIPTIONS DE MAINTENANCE ET CONSIGNES DE PRÉVENTION À BORD

Les procédures du bord et les prescriptions du constructeur sont prioritaires pour toute intervention. Avant de déposer le couvercle du filtre, arrêter l'équipement concerné selon les consignes du chef mécanicien, empêcher tout démarrage intempestif, isoler le circuit selon le schéma de bord, attendre le refroidissement et vérifier l'absence de pression au point prévu. Ne jamais desserrer un raccord pour dépressuriser une conduite.

Contrôler l'état et le colmatage de l'élément filtrant, la propreté du logement, l'état du joint et la liberté de rotation de l'entraînement de la pompe. Reposer un joint en bon état, remplir ou faire l'appoint uniquement avec le liquide prémélangé autorisé, purger selon la procédure de bord et vérifier l'absence de fuite. Après remise en service, vérifier le débit, les températures, les pressions disponibles et l'absence de bruit ou vibration anormale. Les critères chiffrés de débit et de température applicables sont ceux du DT 2.

Porter des lunettes de protection, des gants adaptés au fluide et à la température, des chaussures de sécurité et des vêtements de travail ajustés. Placer un bac de rétention et des absorbants avant toute ouverture. Tout liquide récupéré, absorbant souillé et élément filtrant usagé est conservé dans un contenant identifié et remis à la filière de déchets du bord. Aucun rejet ne doit être effectué dans la cale ou à la mer. Respecter les consignes de sécurité du navire et les procédures de prévention de la pollution applicables à bord, notamment les dispositions de prévention des rejets d'hydrocarbures et substances polluantes prévues par l'organisation du navire et les règles MARPOL applicables.

**Contrôles à effectuer et critères d'acceptation**

| Étape ou organe | Contrôle | Critère de remise en service |
|---|---|---|
| Filtre et élément filtrant | Colmatage, état, propreté du logement | Élément propre ou remplacé, logement propre |
| Joint de couvercle | Déformation, coupure, durcissement | Joint en bon état ou remplacé |
| Pompe et entraînement | Rotation libre, entraînement intact, absence de bruit anormal | Entraînement opérationnel, fonctionnement sans bruit anormal |
| Circuit après remplissage | Purge, niveau, fuite | Circuit purgé, niveau correct, absence de fuite |
| Fonctionnement stabilisé | Débit et température de sortie | Débit au moins égal à 11,5 m³/h et température au plus égale à 40 °C |

*Extrait des consignes de maintenance fournies pour l'intervention*

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

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

Complétez le tableau en indiquant, pour chaque symptôme, une cause à contrôler et une vérification ou action adaptée. Pour le débit faible, renseignez au moins deux causes distinctes.

**Tableau de diagnostic du circuit de refroidissement**

| Symptôme ou constat | Cause à contrôler | Contrôle ou action proposée |
|---|---|---|
| Débit d'eau douce inférieur à 11,5 m³/h | ..... | ..... |
| Débit d'eau douce inférieur à 11,5 m³/h | ..... | ..... |
| Température de sortie échangeur élevée | ..... | ..... |
| Présence d'une fuite après intervention | ..... | ..... |

*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 : Questions 3.1 et 3.3

**À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez la feuille de préparation en inscrivant les étapes dans un ordre logique et les contrôles de remise en service avec leur critère d'acceptation.

**Préparation et validation de l'intervention**

| Ordre ou contrôle | Opération ou grandeur à vérifier | Critère ou condition d'acceptation |
|---|---|---|
| Étape 1 | ..... | ..... |
| Étape 2 | ..... | ..... |
| Étape 3 | ..... | ..... |
| Étape 4 | ..... | ..... |
| Contrôle après remise en service 1 | ..... | ..... |
| Contrôle après remise en service 2 | ..... | ..... |
| Contrôle après remise en service 3 | ..... | ..... |

*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.