

#### Annexe IV

### Formation conduisant à la délivrance du diplôme d'officier chef de quart machine pour les candidats du cursus de formation professionnelle des officiers mécaniciens Horaires, programme et compétences attendues

#### Horaires d'enseignement

FORMATION MODULAIRE				
Matières	C	TD	TP	S
Module M1-3 (Mécanique navale au niveau opérationnel)				
Anglais technique	20 h	-	30 h	-
Moteurs Diesel	24 h	-	8 h	-
Vapeur	24 h	-	24 h	-
Turbine à Gaz (TAG)	6 h	-	-	4h
Conduite machines	18 h	-	-	32 h
Pompes et circuits	42 h	-	20 h	-
Totaux partiels	134h	-	82h	36h
Total module M1-3		252 h		
Module M2-3 (Conduite des systèmes électrotechnique, électronique et de commande au niveau opérationnel)				
Électrotechnique	41 h	3 h	16 h	-
Électronique	18 h	3 h	8 h	-
Systèmes de commande	27 h	-	20 h	-
Maintenance des systèmes électrotechnique, électronique et de commande	18 h	-	20 h	-
Totaux partiels	104 h	6 h	64 h	
Total module M2-3		174 h		
Module M3-3 (Contrôle de l'exploitation du navire et assistance aux personnes à bord au niveau opérationnel)				
Règlements internationaux	21 h	-	-	-
Prévention de la pollution	21 h	-	-	-
Stabilité	19 h	20 h	-	-
Construction	24 h	-	-	-
Totaux partiels	85 h	20 h	-	-
Total module M3-3		105 h		

Module M4-3 (Entretien et réparation au niveau opérationnel)				
Technologie des matériaux	9 h	3 h	-	-
Maintenance et entretien	15 h	9 h	24 h	-
Totaux partiels	24h	12 h	24 h	-
Total module M4-3		60 h		
Épreuves finales écrites		7 h		
TOTAL FORMATION « OCQM » (évaluation comprises)		598 h		
HORS FORMATIONS SPECIFIQUES				

FORMATIONS SPECIFIQUES *	
CQALI	32 h **
CAEERS	30 h **
Enseignement médical niveau II (EM II)	50 h **
Certificat de formation spécifique à la sûreté	10 h **
Attestation de formation à la direction et au travail en équipe ainsi qu'à la gestion des ressources à la passerelle et à la machine (ERM/BRM)	30 h **
Attestation de formation de base à la haute tension	16 h **
Total formations spécifiques	168 h

TOTAL FORMATION « OCQM » *	766 h
----------------------------	-------

\* suivant le candidat – cas d'un titulaire du CFBS acquis en formation « mécanicien 750 kW », en cours de validité.

\*\* temps de formation pour la délivrance du certificat ou de l'attestation concerné.

### Recommandations

Un cours (noté « C » dans les tableaux) désigne une action de formation en présence d'un enseignant et d'élèves. Sa réalisation devrait se faire dans une salle de classe sans limitation du nombre d'élève. Une partie du cours pouvant aller jusqu'à 50 % de volume horaire peut éventuellement être réalisée sans présence d'enseignant et hors de la salle de classe à l'aide de techniques de formation en ligne. Toutefois les volumes horaires effectués par ces méthodes devraient apparaître dans les emplois du temps des élèves et être répartis de façon à représenter au maximum 50 % du volume horaire effectué dans la matière durant une période d'une semaine.

Un travail dirigé (noté « TD » dans les tableaux) désigne une action de formation en présence d'un enseignant et d'élèves. Sa réalisation devrait se faire dans une salle de classe avec limitation du nombre d'élève à 16. Les travaux dirigés ne peuvent être réalisés sans la présence d'enseignant.

Une séance de travaux pratiques (noté « TP » dans les tableaux) désigne une action de formation ayant pour objet la mise en pratique des compétences enseignées aux élèves. Sa réalisation devrait se faire dans une salle de classe équipée en conséquence et avec limitation du nombre d'élève à 12. Les travaux pratiques ne peuvent être réalisés sans la présence d'enseignant.

Une séance de simulateur (noté « S » dans les tableaux) désigne une action de formation ayant pour objet la mise en pratique des compétences enseignées aux élèves à l'aide d'un logiciel de simulation. Sa réalisation devrait se faire dans une salle de classe équipée en conséquence avec un maximum de deux élèves par station de simulation et un maximum de 6 stations élève par enseignant. Les séances de simulateur ne peuvent être réalisées sans la présence d'enseignant.

**MODULE M1-3**  
**MECANIQUE NAVALE AU NIVEAU OPERATIONNEL**  
**(Durée : 252 h)**

**ANGLAIS TECHNIQUE**

**Durée : 50 h**  
**(Cours : 20 h - travaux pratiques : 30 h)**

Références : tableau AIII-1 du code STCW, compétence 1.2 (utiliser l'anglais à l'écrit et à l'oral) du cours-type 7.04.

<b>1 – Culture technique et expression en langue anglaise</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences : 7.04 -1.2</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>6C + 8TP</b>	Le vocabulaire général maritime :	S'exprimer clairement en utilisant les termes relatifs à la description du navire Décrire techniquement les différents types de navire, leurs caractéristiques et leur organisation
<b>6C + 8TP</b>	Vocabulaire technique relatif au service machine	Utiliser une documentation technique rédigée en langue anglaise Traduire les manuels de conduite et d'entretien des machines rédigées en langue anglaise.
<b>5C + 4TP</b>	Expression orale en anglais dans le domaine technique maritime	Présenter un rapport d'avarie oral détaillé au chef de quart passerelle ou au commandant du navire
<b>3C + 10TP</b>	Communication relative au service machine	S'exprimer clairement sur des sujets concernant les travaux d'entretien, la mise en route, la conduite et l'arrêt des installations.

## MOTEURS DIESEL

**Durée : 30 h**  
**(Cours : 24 h - travaux pratiques : 8 h)**

Références : tableau AIII-1 du code STCW, compétences 1.4 (faire fonctionner les machines principales et auxiliaires et les systèmes de commande connexes) du cours-type 7.04, 1.2 (faire fonctionner l'appareil propulsif et les machines auxiliaires, évaluer leur performance et assurer leur sécurité) du cours type 7.02.

1. Moteurs Diesel 2 temps.		
Durée	Compétence : 7.04 – 1.4	Connaissances, compréhension et aptitude
2C	Cycles moteurs à combustion interne	Représenter les cycles Otto, Diesel et Mixte. Apprécier les chaleurs fournies par la combustion et perdue à l'échappement. En déduire l'évolution du rendement du cycle selon son type. Connaître les valeurs courantes des pressions et des températures d'un cycle usuel.
2C	Combustion dans un moteur	Décrire le phénomène de la combustion dans un moteur diesel. Exposer comment le déroulement de la combustion augmente ou diminue la chaleur à volume constant ou à pression constante. Exposer l'influence sur le déroulement du cycle de : - l'indice de cétane ou du CCAI du combustible, - la température du moteur et de l'air, - taux de compression volumétrique, - la pulvérisation - l'avance à l'injection.
4C	Puissance développée, rendement et pertes	Établir sous forme de pourcentages ou de fraction, le rapport entre l'énergie potentielle du combustible injecté et <ul style="list-style-type: none"> <li>l'énergie perdue par échappement, par rayonnement et par réfrigération</li> <li>l'énergie mécanique fournie par le moteur,</li> <li>pertes mécaniques dans le moteur.</li> </ul> Calculer la puissance développée à partir des indications fournies habituellement : pression moyenne indiquée et effective, vitesse de rotation, cylindrée, nombre de temps, consommation spécifique.
6C	Description moteur diesel 2 temps	Connaître les vitesses limites des moteurs rapides, semi-rapides et lents. Exposer les avantages et inconvénients de chacun. Représenter le schéma de principe d'un moteur 2 temps lent. Indiquer les principaux organes constitutifs d'un tel moteur. Décrire un piston typique, une culasse, une soupape d'échappement et son fonctionnement. Décrire le principe de la distribution, du lancement à l'air, du renversement de marche, de l'injection. Représenter les circuits de lubrification et de réfrigération classiques.

<b>2. Technologie des combustibles lubrifiants</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétence : 7.02-1.2</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>2C</b>	Étude des combustibles	Énumérer les composants usuels trouvés dans du combustible. Définir le Pouvoir Calorifique Supérieur et Inférieur d'un combustible et expliquer son rôle dans les calculs de consommation spécifique. Lister la classification des combustibles utilisés dans la marine dans la norme ISO8217 et justifier l'existence de chaque rubrique de la norme ISO8217. Définir les contraintes imposées par la SOLAS relatives aux caractéristiques du combustible.
<b>2C</b>	Conduite du circuit de fuel lourd.	Décrire et expliquer les opérations de conduite et les traitements reçus par le combustible depuis son embarquement jusqu'à son utilisation dans les pompes à injection. Expliquer le principe de régulation de viscosité du fuel lourd. Identifier les perturbations de la chaîne de régulation de viscosité. Expliquer les méthodes de changement de combustible à l'arrêt et en marche.
<b>2C + 4TP</b>	Analyse des fiouls et de l'huile	Citer les valeurs courantes à respecter. Définir le point éclair et connaître sa valeur moyenne pour les produits suivants : essence, gazole, fioul lourd pour diesel, pour chaudière, huile. Définir la viscosité en termes de résistance à l'écoulement. Énumérer les méthodes et les échelles de mesure. Pratiquer la mesure de viscosité, de teneur en eau, dilution, TBN, densité, essai de tâche, point éclair.
<b>3. Traitement des combustibles et des lubrifiants.</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétence : 7.04-1.4</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>2C + 2TP</b>	Description de la constitution et du fonctionnement d'un séparateur	Identifier les principaux éléments d'un séparateur : - assemblage du bol - eau de manœuvre - eau de joint et de lavage - diaphragme - turbine centripète - chapeau, disques. Pratiquer la visite d'un séparateur Mettre en œuvre les principales règles de sécurité liées à l'utilisation d'un séparateur par centrifugation. Décrire une séquence de chasse complète et de chasse partielle. Décrire le principe des chasses automatiques.
<b>1C + 1TP</b>	Principes de fonctionnement des séparateurs.	Énumérer les raisons pour lesquelles on doit épurer le combustible et les huiles. Exposer le principe de la séparation par gravité ou sédimentation exposer l'avantage de la séparation par centrifugeuse exposer le principe de fonctionnement d'un séparateur monté en clarificateur et en purificateur.
<b>1C + 1TP</b>	Principes de filtrations	Énumérer les différents types de filtres que l'on peut trouver : par tamis ou gaze ; magnétique ; par fibre ; ... Exposer leur usage. Exposer les indications qui sont données sur la plaque d'identité d'un filtre.

## VAPEUR

**Durée : 48 h**  
**(Cours : 24 h - travaux pratiques : 24 h)**

*Les travaux pratiques seront réalisés sur installation réelle ou simulée.*

Références : tableau AIII-1 du code STCW et compétence 1.4 (faire fonctionner les machines principales et auxiliaires et les systèmes de commande connexes) du cours-type 7.04

1. Description des installations à vapeur		
Durée	Compétence : 7.04-1.4	Connaissances, compréhension et aptitude
24C		Expliquer : <ul style="list-style-type: none"><li>- les cycles de Rankine et de Hirn,</li><li>- les calculs de puissance et de rendement,</li><li>- le circuit eau vapeur et ses 4 éléments principaux,</li><li>- le traitement de l'eau de chaudière.</li></ul> Décrire : <ul style="list-style-type: none"><li>- une installation de propulsion à vapeur,</li><li>- une installation à chaudière de mouillage et de récupération,</li><li>- une chaudière et ses accessoires,</li><li>- les collecteurs, les vannes et soupapes,</li><li>- un groupe turbo-réducteur,</li><li>- un groupe de condensation.</li></ul>
2. Conduite des installations à vapeur		
Durée	Compétence : 7.04-1.4	Connaissances, compréhension et aptitude
12TP	Conduite des chaudières	Pratiquer : <ul style="list-style-type: none"><li>- allumage de la chaudière,</li><li>- surveillance pendant la marche,</li><li>- les objectifs : éviter les incidents et accidents, minimiser l'usure, le vieillissement du matériel, économiser l'énergie,</li><li>- technique de surveillance des circuits,</li><li>- le ramonage,</li><li>- les extractions,</li><li>- mise bas les feux,</li></ul> Incidents de fonctionnement des chaudières : analyse des principaux incidents. Expliquer les principes de conduite des chaudières récupératrice au regard des variations de charge du moteur principal afin de limiter son encrassement et son usure.
6TP	Conduite des turbines	Pratiquer : <ul style="list-style-type: none"><li>- dispositions avant l'appareillage,</li><li>- réchauffage des turbines,</li><li>- manœuvres,</li><li>- montée et descente en allure,</li><li>- marche arrière,</li></ul> Incidents de fonctionnement des turbines : analyse des principaux incidents.
6TP	Conduite du condenseur, du système d'extraction de l'air, du dégazeur	Pratiquer : <ul style="list-style-type: none"><li>- mise en service,</li><li>- paramètres à surveiller : vide, niveau et salinité au puits du condenseur,</li><li>- cas de la marche lente prolongée.</li></ul> Incidents de fonctionnement : analyse des principaux incidents.

## TURBINES A GAZ

**Durée : 10 h**  
**(Cours : 6 h – simulateur : 4 h)**

Références : tableau AIII-1 du code STCW et compétence 1.4 (faire fonctionner les machines principales et auxiliaires et les systèmes de commande connexes) du cours-type 7.04

1. Turbines à Gaz		
Durée	Compétence : 7.04-1.4	Connaissances, compréhension et aptitude
3C	Rappels cours de thermodynamique.	Représenter le cycle de Joule et l'associer au fonctionnement d'une Turbine à Gaz
3C	Description	Décrire une Turbine à Gaz. Donner sa nomenclature et exposer le rôle des organes.
4S	Conduite	Conduire une Turbine à Gaz Connaître les principaux incidents de fonctionnement et la conduite à tenir.

## CONDUITE MACHINE

**Durée : 50 h**  
**(Cours : 18 h – simulateur : 32 h)**

**Références :** tableau AIII-1 du code STCW et compétences 1.1 (assurer le quart en toute sécurité.), 1.3 (utiliser les systèmes de communication interne), 1.4 (faire fonctionner les machines principales et auxiliaires et les systèmes de commande connexes), 1.5 (faire fonctionner les systèmes de combustible, de graissage et de ballastage, ainsi que les autres systèmes de pompage et les systèmes de commande connexes.), 2.1 (faire fonctionner les systèmes électriques et électroniques et de commande), 4.1 (garantir le respect des prescriptions relatives à la prévention de la pollution) du cours-type 7.04 et 1.3 (faire fonctionner et surveiller l'appareil propulsif et les machines auxiliaires, évaluer leur performance et assurer leur sécurité), 2.1 (gérer le fonctionnement du matériel de commande électrique et électronique), 2.2 (gérer le dépannage et la remise en marche du matériel de commande électrique et électronique), 3.2 (Détecter et identifier la cause des défauts de fonctionnement des machines et remédier aux pannes) du cours type 7.02.

1. Conduite machines		
Durée	Compétences 7.04-1.1, 7.04-1.4	Connaissances, compréhension et aptitude.
2C	Principe à observer lors du quart machine et utilisation des moyens de communication internes.	Décrire les opérations à réaliser lors du quart machine : relève, tenue, enregistrements. On pourra à cet effet se référer aux recommandations concernant la veille section B-VIII/1 du code STCW. Décrire les systèmes de communication internes concernant les services machines et leur fonctionnement tels que prescrits réglementairement pour les navires soumis à la SOLAS et les autres types de navires. Décrire le système d'alarme destinés à revenir les mécaniciens et leur fonctionnement tels que prescrits réglementairement pour les navires soumis à la SOLAS et les autres types de navires.
8C	Conduite de la machine principale ainsi que de ses auxiliaires en situation normale.	Décrire les précautions particulières qui doivent être prises avant la mise en marche d'un appareil après entretien ou réparation Calculer la puissance de la machine Expliquer le lien entre la vitesse de rotation de la ligne d'arbre, la vitesse du navire, la puissance de la machine et le couple. Expliquer les opérations de maintenance courante (relevés, ramonage, lessivage des turbos compresseurs, gestion de la température d'air de suralimentation,, gestion des résidus de caisson de balayages, examens visuels...) Décrire les phases de descente en allure, de manœuvre, de stoppage. Expliquer la disposition de la machine lors des escales courtes et des escales longues. Expliquer les mesures à prendre pour fonctionner à faible vitesse (slow steaming).
2C	Conduite de la machine principale ainsi que de ses auxiliaires en situation d'urgence et exceptionnelles.	Décrire les risques d'explosion de carter, d'incendie de collecteur de balayage : mesure visant à les éviter et à les combattre. Expliquer le fonctionnement d'un moteur diesel de propulsion en "marche dégradée" : (un cylindre en avarie, une TS en avarie...).
2. Recherche de défauts et incidents : analyse et réactions		
Durée	Compétences Compétence : 7.04-1.4	Connaissances, compréhension et aptitude
6C	Méthode d'identification de défaut par diagramme d'Ishikawa de causes et effets	Expliquer le diagramme d'Ishikawa et appliquer la recherche d'un défaut sur différents matériels du bord, par exemple une installation frigorifique, un moteur diesel et un moteur électrique.
	Défauts et incidents de fonctionnement	- Discuter de sensibilité des appareils du bord dans le fonctionnement de l'installation, de la vigilance particulière à apporter et des réactions à avoir en cas de défaut. Rédiger un compte rendu à l'attention du chef mécanicien sur le traitement d'un défaut d'un appareil.

3. Conduite sur simulateur de machines		
Durée	Compétences 7.04-1.1, 7.04-1.3, 7.04-1.4, 7.04-1.5, 7.04-2.1, 7.04-4.1, 7.02-2.1, 7.02-2.2, 7.02-3.2	Connaissances, compréhension et aptitude
32S	Conduite en situation normale	<p>Disposer et conduire l'installation et ses systèmes de commande dans les différentes situations rencontrées par le navire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- à quai (courte et longue durée, chargement et déchargement)</li> <li>- en manœuvre de départ</li> <li>- en route libre</li> <li>- en allure réduite.</li> <li>- manœuvre d'arrivée (essais d'inversion de la poussée)</li> </ul> <p>Pratiquer les opérations périodiques de conduite : transfert de combustible, permutations d'appareils, ramonage, enregistrements réglementaires.</p> <p>Communiquer avec l'officier de passerelle pour demander d'adapter la conduite du navire au regard de la situation de l'installation machine.</p> <p>Adapter les paramètres de l'installation au regard des règles de règles relatives à la pollution (séparateur à eaux mazouteuses, zones de rejet de soufre).</p> <p>Pratiquer la conduite de tous les appareils en absence d'automatisme de commande.</p>
	Conduite en situation d'urgence et exceptionnelles.	<p>Pratiquer des procédures d'urgence :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- passer une régulation en manuelle et en local</li> <li>- isoler une partie de l'installation</li> <li>- mesure à prendre en cas de black-out</li> <li>- marche en dégradé de l'appareil à gouverner</li> <li>- mise en œuvre des dispositifs de lutte contre l'incendie</li> <li>- mise en œuvre des procédures visant à minimiser les effets d'un accident</li> <li>- commande du moteur de propulsion en local avec utilisation des moyens de communication de secours</li> </ul> <p>Expliquer les différences entre marche normal, marche en secours et marche en dégradée.</p> <p>Décrire les risques d'explosion de carter, d'incendie de collecteur de balayage : mesure visant à les éviter et à les combattre.</p> <p>Faire fonctionner la machine en "marche dégradée": (un cylindre en avarie, une TS en avarie).</p>
	Défauts et incidents	<p>Recueillir et analyser les éléments d'information relatifs à une situation dégradée à la machine.</p> <p>Rechercher et identifier la ou les causes possibles et évaluer les conséquences probables.</p> <p>Décider et mettre en œuvre les mesures correctrices que la situation exige.</p>

## POMPES ET CIRCUITS

**Durée : 62 h**  
**(Cours : 42 h – travaux pratiques : 20 h)**

Références : tableau AIII-1 du code STCW et compétences 1.4 (faire fonctionner les machines principales et auxiliaires et les systèmes de commande connexes.), 1.5 (faire fonctionner les systèmes de combustible, de graissage et de ballastage, ainsi que les autres systèmes de pompage et les systèmes de commande connexes.), 3.2 (entretenir et réparer les machines et matériels de bord.), 4.1 (Garantir le respect des prescriptions relatives à la prévention de la pollution) du cours-type 7.04.

1. Systèmes de pompage		
Durée	Compétences 7.04-1.4, 1.5	Connaissances, compréhension et aptitude
2C	Généralités sur les systèmes de pompage	Décrire les principaux constituants d'un système de pompage. Lister les pertes de charges dans un système de pompage. Décrire les procédures à appliquer afin d'éviter d'altérer la stabilité et de prévenir les pollutions par déversement lors des transferts de fluide.
1C	Types de pompes	Lister les différents types de pompes employées à bord des navires. Donner pour chaque emploi le type de pompe utilisé.
3C + 1TP	Pompes volumétriques	Expliquer le principe de fonctionnement d'une pompe volumétrique. Expliquer la nécessité pour les pompes volumétriques de disposer de clapets de refoulement. Décrire le fonctionnement d'une pompe volumétrique à pistons. Décrire le principe de fonctionnement d'une pompe volumétrique auto-amorçante. Décrire le principe de fonctionnement et les principales pièces : - d'une pompe à engrenages, - d'une pompe à palettes, - d'une pompe à vis. Décrire les caractéristiques d'emploi des pompes volumétriques (capacités d'aspiration et de refoulement, difficultés d'amorçage, types de fluides véhiculés). Décrire les règles de conduite et les difficultés de fonctionnement des pompes volumétriques.
1C	Pompe axiale	Décrire le principe de fonctionnement d'une pompe axiale ou hélicoïde. Décrire le type d'emploi le mieux adapté pour une pompe axiale ou hélicoïde.
4C + 2TP	Pompes centrifuges	Expliquer le principe de fonctionnement d'une pompe centrifuge. Décrire le rôle de l'impulseur et du diffuseur ou volute. Décrire les forces s'exerçant sur le rouet et les différentes solutions d'équilibrage. Décrire le principe de fonctionnement et la structure d'une pompe centrifuge multiétagée. Décrire les caractéristiques d'emploi des pompes centrifuges (capacités d'aspiration et de refoulement, difficultés d'amorçage, types de fluides véhiculés). Décrire les règles de conduite et les difficultés de fonctionnement des pompes centrifuges.
2C	Autres systèmes de pompage	Donner les cas où un système d'extraction d'air ou de mise sous vide est nécessaire. Décrire et expliquer le principe de fonctionnement : - d'une pompe à vide volumétrique, - d'une pompe à anneau liquide, - d'un éjecteur. Décrire et expliquer le principe de fonctionnement d'un hydro-éjecteur.

2. Le service de l'air comprimé		
Durée	Compétences 7.04-1.4	Connaissances, compréhension et aptitude
3C + 1TP	Compresseurs d'air	<p>Décrire un compresseur d'air à piston mono-étagé et ses principaux composants ; donner son rôle ; expliquer son principe de fonctionnement.</p> <p>Expliquer pourquoi l'air doit être réfrigéré pendant et après la compression.</p> <p>Décrire le circuit d'huile et expliquer les contraintes relatives à la lubrification du cylindre.</p> <p>Décrire un compresseur d'air à pistons multi-étagé ; expliquer les règles de dimensionnement des phases et le rôle des réfrigérants entre-phases.</p> <p>Décrire succinctement les autres types de compresseur.</p> <p>Décrire et utiliser les lois thermodynamiques qui s'appliquent à la compression de l'air dans un compresseur et à son stockage en capacité métallique d'air comprimé.</p> <p>Réaliser des calculs permettant d'établir le bilan de puissance du compresseur et le débit d'air comprimé.</p>
1C	La distribution de l'air comprimé	<p>Lister les utilisations de l'air comprimé à bord des navires de mer. Citer les principales pressions utilisées.</p> <p>Décrire un réseau de distribution d'air comprimé avec les organes de sécurité associés et les différents dispositifs de traitement de l'air comprimé en fonction des utilisations.</p>

3. Échangeurs de chaleur		
Durée	Compétences 7.04-1.4	Connaissances, compréhension et aptitude
4C	Échangeurs de chaleur	<p>Citer les différents fluides, réfrigérants et de chauffage, utilisés dans les échangeurs à bord des navires.</p> <p>Décrire et utiliser les lois physiques décrivant le transfert thermique au sein d'un échangeur en fonction de son type d'écoulement (parallèle, anti-parallèle, à circulation croisée, à plaques).</p> <p>Décrire le principe de construction et les types de matériaux utilisés pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les échangeurs tubulaires à plaques de tête,</li> <li>- les échangeurs à plaques.</li> </ul> <p>Décrire le type d'échangeur utiliser pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les réfrigérants d'huile,</li> <li>- les réchauffeurs de combustible,</li> <li>- les réfrigérants d'eau douce,</li> <li>- les réfrigérants d'air comprimé,</li> <li>- les condenseurs à vapeur,</li> <li>- les bouilleurs,</li> <li>- les évaporateurs et condenseurs des installations frigorifiques.</li> </ul> <p>Expliquer comment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sont permis les phénomènes de dilatation différentielle ;</li> <li>- l'étanchéité est réalisée entre les différents fluides ;</li> <li>- les fuites sont détectées.</li> </ul> <p>Expliquer comment est réalisée la régulation de température est réalisée dans les réfrigérants.</p> <p>Décrire les différents types de vannes thermostatiques et expliquer leur fonctionnement.</p> <p>Citer les différentes causes pouvant expliquer une diminution de l'efficacité des différents types d'échangeur.</p>

4. Caractéristiques des circuits et de leurs composants		
Durée	Compétences 7.04-1.4, 7.04-1.5	Connaissances, compréhension, et aptitudes
1C	Circuits associés à un système de propulsion	<p>Décrire les circuits de combustible, d'huile, d'eau douce de réfrigération et d'eau de mer d'un système de propulsion Diesel.</p> <p>Décrire les circuits de vapeur surchauffée, vapeur saturée, eau condensée, eau alimentaire, combustible, d'huile, et d'eau de mer d'un système de propulsion vapeur.</p> <p>Décrire les différents équipements utilisés dans ces circuits (vannes, tuyautages, détendeurs, désurchauffeurs, CNR, purgeurs automatiques, etc.).</p> <p>Interpréter correctement le code des marquages de couleurs conventionnelles des fluides transportés.</p> <p>On utilisera la norme ISO 14726:2008 - Navires et technologie maritime -- Couleurs pour l'identification du contenu des systèmes de tuyauterie</p>
2C + 4 TP	Éléments constitutifs d'un circuits fluide.	<p>Représenter le schéma de principe des différents types de vannes, et les matériaux, que l'on peut rencontrer sur ces circuits :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vanne à opercule ;</li> <li>- soupape à clapet attelé ou libre ;</li> <li>- soupape de sécurité pilotée ou non ;</li> <li>- soupape à fermeture rapide ;</li> <li>- limiteur de pression ;</li> <li>- vanne à boisseau sphérique ;</li> <li>- vanne papillon ;</li> <li>- vanne trois voies de régulation.</li> </ul> <p>Exposer l'intérêt et l'utilisation de ces vannes dans les circuits.</p> <p>Repérer l'emplacement des vannes et des capteurs sur un circuit à partir du schéma Tuyauterie et Instrumentation.</p> <p>Décrire les différents moyens par lesquels les tuyaux sont raccordés entre eux (soudures, brides, raccords, etc.).</p> <p>Citer les matériaux utilisés pour les collecteurs et les joints :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des tuyautages vapeur,</li> <li>- des circuits eau de mer,</li> <li>- du collecteur incendie,</li> <li>- des collecteurs de cale et de ballastage,</li> <li>- des collecteurs d'air de lancement,</li> <li>- des collecteurs d'air de régulation.</li> </ul> <p>Décrire et expliquer les spécificités de montage des tuyautages et les dispositifs prévus pour réduire les effets des vibrations et des dilatations.</p> <p>Lister et décrire les applications des vannes à fermeture rapide.</p> <p>On pourra utiliser des logiciels de calculs de circuits pour la réalisation des travaux pratiques.</p>

5. Conduite et exploitation des systèmes de pompage et circuits fluides		
Durée	Compétences 7.04-1.4, 7.04-1.5	Connaissances, compréhension et aptitude
2C+ 4TP	Conduite des systèmes de pompage	<p>Établir que l'efficacité du pompage sera diminuée si le fluide convoyé s'approche de ses conditions de vaporisation dans le tuyau d'aspiration.</p> <p>Établir que s'il n'y a pas de charge positive à l'aspiration d'une pompe centrifuge, un dispositif d'amorçage doit être utilisé.</p> <p>Décrire et mettre en œuvre les procédures adéquates (fonction du type de pompe) pour le démarrage, l'amorçage et le stoppage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des pompes centrifuges,</li> <li>- des pompes axiales ou hélicoïdes,</li> <li>- des pompes centrifuges.</li> </ul> <p>Pour chaque type de pompe, expliciter les causes pouvant être à l'origine d'une perte d'efficacité de la pompe.</p> <p>On pourra faire usage d'un logiciel de calcul de circuit hydraulique.</p>
1C	Exploitation courante des circuits fluides  MARPOL	<p>Établir la nécessité de connaître l'architecture, et les principes de construction, des circuits de pompage pour pouvoir en assurer la conduite.</p> <p>Établir que la position des vannes, tant manuelles qu'automatiques, doit être régulièrement contrôlée.</p> <p>Assurer la traçabilité et l'enregistrement de toutes les opérations de pompage et/ou de transfert de fluide.</p> <p>Connaître les différentes zones de rejet, et les règles associées, définies par l'annexe IV de la convention MARPOL seront présentées.</p>
2C	Eaux de cales	<p>Expliquer le but d'un dispositif de pompage des eaux de cales.</p> <p>Expliquer pourquoi les prises d'aspiration sont équipées de clapets de pied.</p> <p>Dessiner les circuits d'une installation de pompage des eaux de cales, y compris les interconnexions avec d'autres installations.</p> <p>Décrire les principales caractéristiques d'une prise d'aspiration de secours et d'une pompe de cale de secours.</p>
2C	Ballasts	<p>Expliquer le but d'une installation ballastage.</p> <p>Décrire sa constitution et expliquer son fonctionnement.</p> <p>Dessiner les circuits d'une installation de ballastage.</p> <p>On pourra se référer aux prescriptions techniques de la convention internationale sur les eaux de ballast.</p>
2C	Eaux domestiques	<p>Donner la liste des principales utilisations de l'eau douce et de l'eau de mer à bord.</p> <p>Décrire un groupe hydrophore eau douce. Expliquer son fonctionnement détaillé.</p> <p>Décrire un système de pompage et de distribution d'eau de mer domestique.</p> <p>Donner les critères d'acceptabilité des eaux de consommation humaine. Pour chaque critère, donner les valeurs limites à ne pas dépasser.</p> <p>Décrire les traitements que doivent subir l'eau produite par les installations de production d'eau douce pour pouvoir être qualifiées bonnes pour la consommation humaine.</p> <p>Renseigner le carnet sanitaire de la gestion de l'eau à destination de la consommation humaine à bord des navires</p> <p>On pourra se référer aux prescriptions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de la division 215 du règlement annexé à l'arrêté du 23 novembre 1987 relatif à la sécurité des navires ;</li> <li>- du « Guide to Ship Sanitation » édité par l'Organisation Mondiale de la Santé ;</li> </ul> <p>de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine.</p>
2C + 4TP	Circuits hydrauliques	<p>Décrire les circuits des principales installations hydrauliques (appareil à gouverner, appareils de traction, de levage ou de manutention, etc.). Expliquer leur fonctionnement.</p> <p>Décrire les propriétés des fluides hydrauliques.</p> <p>Expliquer les précautions à mettre en œuvre lors du remplissage en fluide d'une installation hydraulique.</p>

5. Conduite et exploitation des systèmes de pompage et circuits fluides (suite)		
Durée	Compétences 7.04-1.4, 7.04-1.5	Connaissances, compréhension et aptitude
1C	Eaux usées	Décrire l'architecture et les composants d'une usine de traitement des eaux usées. Expliquer son principe de fonctionnement. Établir que le rejet à la mer des effluents de l'usine de traitement des eaux usées n'est pas autorisée dans certaines zones et que l'autorisation de rejet doit être obtenue de l'Officier Chef de Quart Passerelle. Connaître les différentes zones de rejet, et les règles associées, définies par l'annexe IV de la convention MARPOL seront présentées.
1C	Incinérateur	Expliquer brièvement le but et le fonctionnement d'un incinérateur pour le traitement des boues et des déchets. Donner brièvement sa constitution.
1C	Collecteur incendie	Décrire, en utilisant un schéma unifilaire, les différents modes d'alimentation du collecteur incendie, y compris les moyens de secours ou de fortune. Décrire l'architecture du collecteur incendie, y compris la position des principales vannes et des pompes. Donner le nombre de motopompes de secours devant être présentes à bord. Décrire les modalités d'essais et de mise en œuvre de ces pompes.
2C + 2TP	Circuits de combustibles	Décrire les capacités de stockage du combustible à bord. Décrire les systèmes d'aération des capacités de stockage du combustible à bord. Expliquer l'influence de la viscosité et du point de trouble sur l'écoulement et la circulation du combustible. Décrire les différents dispositifs de réchauffage et d'adaptation de la viscosité des combustibles lourds, en vue de leur transfert et de leur utilisation. Citer les points éclair minima des combustibles navals. Citer la température maximale à ne pas dépasser lors du réchauffage du combustible, expliquer pourquoi. Établir que : - il doit être remédié aux fuites de combustible aussi vite que possible ; - les déchets mazoutés doivent être collectés dans un conteneur qui doit être vidé très fréquemment ; - le maintien de la propreté est essentiel. Décrire les précautions à prendre pour éviter les fuites et épanchements de combustible lors des opérations de ravitaillement. On pourra utiliser la norme ISO 8217 pour décrire les caractéristiques des combustibles navals.

6. Séparateur d'eaux mazouteuses		
Durée	Compétences 7.04-1.5, 7.04-4.1	Connaissances, compréhension et aptitude
2C + 2TP	Séparateur d'eaux mazouteuses	Décrire les spécifications attendues d'un séparateur à eaux mazouteuses. Décrire les principes de séparation utilisés dans les séparateurs à eaux mazouteuses. Décrire le principe de fonctionnement d'un séparateur à eaux mazouteuses ainsi que ses différents composants. Décrire le principe de fonctionnement du détecteur de teneur en huile d'un séparateur à eaux mazouteuses. Citer et expliquer les dispositions de l'annexe I de la convention MARPOL 73/78 relatives à la gestion des eaux mazouteuses. Citer les différents seuils de rejet. Citer les informations qui doivent être inscrite dans le « Oil Record Book » lors des assèchements de cales.

**MODULE M2-3**  
**ÉLECTROTECHNIQUE, ELECTRONIQUE ET SYSTEMES DE COMMANDE**  
**AU NIVEAU OPERATIONNEL**  
**(Durée : 174 h)**

**ELECTROTECHNIQUE**

**Durée : 55 h**

**(Cours : 41 h – travaux dirigés : 3 heures - travaux pratiques : 16 h)**

Références : tableau AIII-1 du code STCW et compétences 2.1 (faire fonctionner les systèmes électriques et électroniques de commande) et 2.2 (entretenir et réparer le matériel électronique et électrique) du cours-type 7.04.

<b>1. Machines tournantes et générateurs triphasés</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences 7.04-2.1, 7.04-2.2</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>6C + 3TD</b>	Courant alternatif triphasé équilibré	<p>Définir les systèmes triphasés équilibrés : tensions simples et composées, leur intérêt au niveau de la production, du transport et de l'utilisation.</p> <p>Définir le montage en étoile avec ou sans neutre et en triangle. Résoudre des problèmes simples sur des récepteurs triphasés branchés en étoile et en triangle ou monophasés sur le réseau triphasé équilibré.</p> <p>Exprimer les différentes puissances en triphasé équilibré. Expliquer comment mesurer les puissances active et réactive puis le facteur de puissance.</p> <p>Résoudre un problème simple sur les puissances d'une installation triphasée équilibrée par la méthode de Boucherot. Calculer la capacité des condensateurs à brancher en triangle sur le réseau triphasé pour relever le facteur de puissance de l'installation.</p>
<b>6C + 8TP</b>	Alternateur.	<p>Expliquer à partir de la loi de Faraday, le principe de fonctionnement d'une génératrice synchrone monophasée à inducteur tournant.</p> <p>Décrire la constitution des alternateurs triphasés sans bagues ni balais.</p> <p>Décrire les différents types d'excitation. Décrire le système de ventilation et de réfrigération puis de réchauffage, expliquer leurs utilités et donner la liste des équipements avec alarmes de température. Décrire la boîte à bornes avec ses différents raccords de barrettes. Expliquer les informations données par la plaque signalétique.</p> <p>Établir l'expression puis calculer la valeur efficace et la fréquence de la force électromotrice. Définir le modèle équivalent d'un enroulement induit par le tracé du diagramme de Behn-Eschenburg.</p> <p>Définir et tracer les caractéristiques à vide, en court-circuit et en charge. En déduire la détermination de la réaction synchrone d'un enroulement de l'induit.</p> <p>Expliquer le fonctionnement de l'excitation compound et justifier la nécessité de lui adjoindre un régulateur de tension.</p>
<b>6C</b>	Principe, description, fonctionnement des moteurs électriques alternatifs.	<p>Nommer les différents types de moteurs utilisés dans les installations des navires en donnant leurs applications.</p> <p>Décrire la constitution des moteurs asynchrones triphasés et en expliquer le fonctionnement. Préciser ses avantages par rapport à un moteur asynchrone monophasé.</p> <p>Expliquer ce que sont le couple moteur et le glissement. Expliquer le fonctionnement dans les quatre quadrants et justifier les limites de couple et de vitesse.</p> <p>Définir la position nominale de son point de fonctionnement sur la caractéristique couple vitesse et les sécurités minimales au regard des règles des sociétés de classification.</p> <p>Pour le moteur asynchrone, établir la relation de proportionnalité entre vitesse de glissement, couple et intensité dans la zone nominale de fonctionnement. Montrer les graphiques correspondants. Expliquer les informations données par la plaque signalétique.</p> <p>Préciser les différences variantes technologiques de fabrication et d'emploi des moteurs asynchrone à rotor bobiné et un moteur à simple et double cage ; à encoche profonde ;</p> <p>Décrire et expliquer le principe de fonctionnement des moteurs synchrones à aimant permanent et à rotor bobiné. Identifier les applications et les limites.</p>

1. Machines tournantes et générateurs triphasés (suite)		
Durée	Compétences 7.04-2.1, 7.04-2.2	Connaissances, compréhension et aptitude
4C+ 8TP	Commande et protection des moteurs asynchrones triphasés	<p>Expliquer les méthodes de commande suivantes des moteurs asynchrones et leurs caractéristiques : branchement direct, branchement en « étoile –triangle », alimentation par variateur (redresseur et onduleur à modulation de largeur d'impulsion) et choisir la méthode de commande adaptée à l'application.</p> <p>Expliquer l'intérêt des systèmes de protection des moteurs, Expliquer le fonctionnement des dispositifs de protection dans une gamme de puissance allant depuis quelques kW à quelques MW.</p> <p>Pratiquer au câblage d'un démarreur inverseur et au réglage des sécurités d'un moteur et au relevé ses ses caractéristiques couple, intensité et vitesse.</p> <p>Expérimenter les effets sur un moteur d'une alimentation sur une seule phase :en fonctionnement, au démarrage. Décrire le principe de la protection contre l'alimentation sur une seule phase.</p> <p>Décrire brièvement les techniques de changement de vitesses et lister les principales solutions techniques. et l'intérêt que cela présente à bord d'un navire.</p> <p>Pratiquer une dispositif de variation de vitesse par action sur la fréquence d'alimentation du moteur dans les quatre quadrants avec freinage. Identifier limites de fonctionnement associées au moteur et à la charge et pratiquer au paramétrage du variateur.</p>
2. Distribution électrique		
Durée	Compétences 7.04-2.1, 7.04-2.2	Connaissances, compréhension et aptitude
1C	Réglementation	Expliquer les principes régissant le fonctionnement et la conception des installations électriques décrit dans la partie D du chapitre I de la convention SOLAS.
3C	Dispositifs de protection	<p>Expliquer qu'en présence d'une charge inductive, il y a présence d'un courant d'encenchement lors de la fermeture d'un contact et d'une surtension lors de son ouverture.</p> <p>Expliquer ce qu'est le pouvoir de coupure.</p> <p>Expliquer le principe de base des déclenchements magnétiques et thermiques et différentiel.</p> <p>Lister les fonctions de protection sous le format standard ANSI.</p> <p>Expliquer les caractéristiques intensité courant d'un dispositif de protection.</p> <p>Expliquer ce qu'est la sélectivité (totale et partielle).</p>

<b>2. Distribution électrique (suite)</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences 7.04-2.1, 7.04-2.2</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>2C</b>	Transformateurs	Définir la réfrigération à l'air des transformateurs. Montrer à l'aide de diagrammes les différents couplages des transformateurs entre les barres principales et les barres secondaires : couplage triangle, étoile avec ou sans neutre. Définir les grandeurs électriques : courant, tension et puissance apparente nominales. Calculer le rendement, et le rapport de transformation en fonction du type de couplage. Définir l'indice horaire d'un transformateur.
<b>1C</b>	Éclairage	Décrire le principe de fonctionnement et les technologies employées dans les éclairages à incandescence, à décharge et à diodes électroluminescentes. Discuter de leurs performances respectives et de l'évolution de celles-ci dans le temps. Expliquer les particularités des dispositifs d'alimentation des feux de route et des éclairages de secours.
<b>1C</b>	Câbles électriques	Décrire la constitution d'un câble et expliquer ses caractéristiques. Expliquer leurs particularités selon les applications. Préciser les particularités d'installation d'un câble HT. Décrire les dispositifs de passage de câbles dans les cloisons étanches. Calculer la section d'un câble pour respecter la chute de tension maximale (6%) au regard de l'intensité qui doit le traverser, de sa longueur et de la résistivité du conducteur.
<b>3. Conduite de l'installation électrique</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>3C</b>	Production	Définir les sécurités minimales et les caractéristiques en fréquence et en tension que doivent maintenir les régulations selon les règles des sociétés de classification et justifier leur existence. Expliquer la nécessité du couplage de plusieurs alternateurs sur le réseau. Expliquer les conditions de couplage et de prise de charge d'un alternateur et les dispositifs prévus à cet égard. Décrire le mode opératoire pour la répartition des puissances actives et réactives entre alternateurs. Expliquer les effets de modification des réglages des statismes en fréquence et en tension. Décrire la procédure de découplage d'un alternateur puis son arrêt. Expliquer les situations d'exploitation, du navire pouvant amener à un déclenchement par retour de puissance. Expliquer la configuration de la production à la situation du navire (route libre, manœuvre...).
<b>1C</b>	Distribution	Expliquer la présence de charges délestables et justifier leur existence. Identifier les charges susceptibles de perturber la production électrique : appel brutal de puissance, réactif, charge non linéaire, susceptibles de restituer de la puissance.
<b>2C</b>	Alimentation par la terre	Décrire les solutions d'alimentation du navire depuis la terre et les effets sur le régime de neutre du navire et les conséquences éventuelles sur la sécurité. Discuter des risques encourus par le bord lors de l'alimentation par un réseau différent en tension et en fréquence. Pratiquer le raccordement du navire à quai. On pourra se référer à la norme IEC CD 80005 Alimentation des navires à quai.

# ELECTRONIQUE

**Durée : 29h**

**(Cours : 18 h – travaux dirigés : 3 h – travaux pratiques : 8h)**

**Références :** tableau AIII-1 et AIII-2 du code STCW et compétences 2.1(faire fonctionner les systèmes électriques et électroniques de commande) et 2.2 (entretenir et réparer le matériel électronique et électrique) du cours-type 7.04 et 2.1 (Gérer le fonctionnement du matériel de commande électrique et électronique) du cours type 7.02.

<b>1. Éléments de base des circuits électroniques</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences 7.04-2.1, 7.04-2.2</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>2C</b>	Semi-conducteurs	<p>Définir ce que sont les semi-conducteurs, expliquer leur fonctionnement, donner leurs principales utilisations.</p> <p>Expliquer les phénomènes physiques suivants mettant en jeu des semi-conducteurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- effet photoélectrique,</li> <li>- effet thermoélectrique,</li> <li>- effet Hall.</li> </ul> <p>Définir et décrire la jonction P-N et ses propriétés.</p> <p>Décrire la structure d'une diode et expliquer son principe de fonctionnement.</p> <p>Expliquer l'effet d'amplification d'un transistor.</p>
<b>2C</b>	Circuits intégrés	<p>Définir ce qu'est un circuit intégré (Integrated Circuit : IC) et un circuit intégré à grande échelle (Large Scale Integrated Circuit : LSI).</p> <p>Décrire la structure d'un IC.</p> <p>Décrire brièvement les fonctions des types suivants d'IC :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transistor Transistor Logic (TTL),</li> <li>- Emitter-Coupled Logic (ECL),</li> <li>- Complementary Metal-Oxide Semiconductor (CMOS),</li> <li>- Erasable Programmable Read-Only Memory (EP-ROM),</li> <li>- Random Access Memory (RAM),</li> <li>- Central Processing Unit (CPU).</li> </ul>
<b>2C</b>	Interrupteurs statiques	<p>Expliquer le fonctionnement linéaire et en commutation des composants électroniques.</p> <p>Établir que le fonctionnement linéaire est limité aux faibles puissances.</p> <p>Présenter les différents types d'interrupteurs statiques (thyristors, transistors bipolaire, effet de champ, IGBT), expliquer leur fonctionnement au travers d'exemples.</p> <p>Comparer leurs performances en matière de puissance commandée, de puissance de commande, de rapidité.</p> <p>Décrire les technologies de connectique mises en œuvre pour l'application des interrupteurs statiques.</p>
<b>9C + 8TP</b>	Fonctions de l'électronique de puissance	<p>Présenter les principales fonctions de l'électronique de puissance (redresseur, onduleur, hacheur, gradateur).</p> <p>Expliquer la notion de charge non linéaire et mettre en évidence les distorsions de tension occasionnée à la charge en raison de la présence d'une impédance de source.</p> <p>Relever et mesurer le courant absorbé par un redresseur triphasé alimentant une charge dotée d'un filtrage capacitif et d'un filtrage inductif.</p> <p>Relever et mesurer le courant et la tension aux bornes de la charge et délivrés par le réseau dans le cas d'un onduleur à deux niveaux.</p> <p>Expliquer le déclassement susceptible d'être appliqué aux machines raccordées à un convertisseur (transformateur, moteurs...).</p>

<b>2. La propulsion diesel-électrique</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences 7.04-2.1, 7.04-2.2</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>3C</b>	Installations de propulsion diesel-électrique	<p>Décrire le principe de ce type d'installation propulsive et lister les qualités et défauts pour les différents types de navires.</p> <p>Décrire les mécanismes permettant de s'assurer que le moteur électrique et la ligne d'arbre restent à l'intérieur de leurs limites technologiques.</p> <p>Lister les performances et les sécurités spécifiques requises par les sociétés de classifications pour ce type d'installation.</p>

<b>3. Équipements de régulation électronique</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences 7.04-2.1, 7.04-2.2</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>3TD</b>	Organigrammes pour systèmes de régulation et de contrôle	<p>Interpréter les organigrammes et les diagrammes, représentant des processus industriels navals et leurs systèmes de régulation associés, tels ceux que l'on peut trouver dans les documentations techniques ou sur les systèmes de visualisation.</p> <p>On pourra se référer à la norme « ISO 3511 : Fonctions de régulation, de mesure et d'automatisme des processus industriels – Représentation symbolique ».</p>

## SYSTEMES DE COMMANDE

**Durée : 47 h**

**(Cours théorique : 27 h – travaux pratiques : 20 h)**

**Références :** tableau AIII-1 et AIII-2 du code STCW et compétences 2.1 (faire fonctionner les systèmes électriques et électroniques de commande) et 2.2 (entretenir et réparer le matériel électronique et électrique) du cours-type 7.04 et 2.1 (gérer le fonctionnement du matériel de commande électrique et électronique) du cours type 7.02.

<b>1. Systèmes automatisés</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences 7.04-2.1, 7.04-2.2</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>5C</b>	Systèmes automatisés	<p>Décrire le fonctionnement tels que définis par SOLAS chapitre II partie E pour les navires automatisés concernant les automatismes de gestion de la propulsion, de la production électrique, des fluides et d'alarmes.</p> <p>Décrire les alimentations sans interruptions (UPS) et décrire leur rôle dans les automatismes des navires.</p> <p>Décrire la structure d'un système automatisé (parties dialogue, commande et opérative).</p> <p>Décrire une chaîne de régulation (capteur, transmetteur, régulateur, organe de réglage, alarme), expliquer le rôle de chaque composant ;</p> <p>Définir le rôle et l'organisation d'un automate programmable industriel (API), entrées et sorties logiques et analogiques.</p>
<b>2C + 4TP</b>	Les capteurs	<p>Décrire les phénomènes physiques élémentaires mis en œuvre dans les différents capteurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- piézoélectrique (capteur de grandeurs mécaniques) ;</li> <li>- variation de la résistance électrique ;</li> <li>- effet Hall (capteur de courant et de champ magnétique) ;</li> <li>- effet Seebeck (capteur de température) ;</li> <li>- conduction dans les semi-conducteurs (capteur de température à thermistance...) ;</li> <li>- induction électromagnétique ;</li> <li>- effet de capacité (capteur de déplacement) ;</li> <li>- capteur de débit ;</li> <li>- capteur de niveau.</li> </ul> <p>Pratiquer des mesures permettant de mettre en évidence les notions de sensibilité et la fidélité d'un capteur et</p> <p>Réaliser des mesures permettant d'apprécier la problématique du conditionnement du signal et l'intérêt la transformation tension/courant.</p>
<b>4C + 2TP</b>	Systèmes combinatoires	<p>Différencier un système combinatoire et un système séquentiel.</p> <p>Définir la relation entre les états physiques et les états logiques.</p> <p>Définir une équation logique.</p> <p>Identifier les différents type d'opérateurs logiques de base (NON, ET, OU, OU exclusif), les opérateurs à retard, et leurs fonctions ; circuits intégrés TTL ou CMOS.</p> <p>Décrire un codeur et un décodeur.</p> <p>Concevoir et réaliser la synthèse d'un système combinatoire simple à l'aide de relais électromagnétiques.</p> <p>Concevoir et réaliser la synthèse d'un système combinatoire simple à l'aide des fonctions de base du langage Ladder ou Littéral structuré à partir d'un API.</p>
<b>4C + 2TP</b>	Systèmes séquentiels	<p>Décrire le fonctionnement des bascules et les mémoires.</p> <p>Décrire le fonctionnement des cartes d'entrée et de sortie TOR et analogiques.</p> <p>Pratiquer un langage de programmation (GRAFCET) permettant de réaliser la synthèse d'un système séquentiel appliqué au matériel de bord.</p>

2. Régulation		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
12C + 12TP	Régulation	<p>Expliquer et différencier les systèmes naturellement stables (régulation de température, de viscosité...) et naturellement instables (régulation de cap et de niveau).</p> <p>Définir le principe de la correction TOR.</p> <p>Définir le principe, l'intérêt et les limites des corrections à action proportionnelle, intégrale et dérivée.</p> <p>Différencier la régulation par boucle ouverte, en boucle fermée, mixte et cascade.</p> <p>Identifier et décrire ces techniques dans les régulations usuelles aux installations du navire (pression d'air des bouteilles, pilote automatique, régulations de températures et de vitesse des moteurs diesels, régulation de viscosité du fuel lourd, régulation de pression et de niveau de la chaudière).</p> <p>Pratiquer la mesure de systèmes régulés et expérimenter les effets des modifications des paramètres du système régulé et de ceux du régulateur.</p>

# MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ELECTRONIQUE ET DES SYSTEMES DE COMMANDE

**Durée : 38 h**  
(Cours : 18 h — travaux pratiques : 20 h)

Références : tableau AIII-1 et AIII-2 du code STCW et compétences 2.1 (faire fonctionner les systèmes électriques et électroniques de commande), 2.2 (entretenir et réparer le matériel électronique et électrique) du cours-type 7.04, 2.2 (gérer le dépannage et la remise en état de marche du matériel de commande électrique et électronique) du cours type 7.02.

1. Sécurité lors des interventions électriques		
Durée	Compétences 7.04-2.2, 7-02-2.2	Connaissances, compréhension et aptitude
<b>4C + 2TP</b>	Consignation et déconsignation d'un appareillage électrique alimenté en basse tension	<p>Décrire et mettre en œuvre les différentes phases de la consignation électrique : séparation, condamnation, signalisation, dissipation, identification, vérification, mise à la terre et en court-circuit..</p> <p>Décrire et mettre en œuvre les matériels spécifiques de consignation : cadenas, sabots, systèmes de transfert de clés, signalisation, etc.</p> <p>Réaliser les opérations de déconsignation et de remise en service en toute sécurité, sous le contrôle du chef mécanicien ou du second-mécanicien.</p> <p>Expliquer les différences de procéder entre les installations basses et haute tension.</p> <p>On pourra se référer à la norme IEC 60092-509 : Electrical installations in ships – Part 509: Operation of electrical installations.</p> <p>Un TP devra être réalisé sur une installation réelle ou sur une maquette reproduisant une installation réelle.</p>
	Interventions électriques Hors tension sur installations alimentées en tension inférieure à 1kV	<p>Décrire les équipements de protection individuels spécifiques à mettre en œuvre.</p> <p>Décrire l'outillage et les équipements spécifiques à utiliser. Décrire en particulier les dispositifs de consignation, d'isolement et de mise à la terre.</p> <p>Décrire les dispositifs de protection et de restriction d'accès à mettre en œuvre.</p> <p>Réaliser une intervention électrique sur une installation hors-tension alimentées en tension inférieure à 1000 V en respectant les règles de sécurité et les règles de l'art, sous le contrôle du chef mécanicien ou du second-mécanicien.</p> <p>On pourra se référer à la norme : IEC 60092-509 : Electrical installations in ships – Part 509: Operation of electrical installations.</p> <p>Un TP devra être réalisé sur une installation réelle ou sur une maquette reproduisant une installation réelle.</p> <p>L'installation pourra être un tableau de distribution secondaire.</p>

2. Principes de maintenance		
Durée	Compétences 7-02-2.2	Connaissances compréhension et aptitude
<b>1C</b>	Généralités.	<p>Expliquer les buts poursuivis par la maintenance.</p> <p>Décrire les visites de l'installation électrique et des systèmes de commande électriques requises par l'état du pavillon et la classe.</p> <p>Expliquer les typologies et les 5 niveaux de maintenance (définis dans la norme NF X 60-010)</p>
<b>1C</b>	Documentation liée à la maintenance.	<p>Renseigner l'historique de l'équipement et vérifier la fréquence du défaut.</p> <p>Mettre à jour si nécessaire les schémas, plans ...</p> <p>Mettre à jour le stock de rechanges.</p> <p>Élaborer ou compléter les documents d'aide au diagnostic et/ou d'aide à la réparation.</p> <p>Expliquer les fonctionnalités d'un logiciel de GMAO.</p>

3. Maintenance des équipements électriques		
Durée	Compétences 7.04-2.2	Connaissances, compréhension et aptitude
<b>4C + 8TP</b>	Isolément	Mesurer et enregistrer la résistance d'isolement d'un moteur triphasé et d'un alternateur. Déterminer quel appareil utiliser selon la tension d'alimentation et comparer aux valeurs réglementaires qu'elle doit respecter. Expliquer le fonctionnement d'un contrôleur d'isolement par courant continu et par courant basse fréquence et définir son seuil de déclenchement. Expliquer les risques liés à la présence d'un défaut d'isolement. Pratiquer la recherche d'un défaut d'isolement sur une installation.
	Alternateur	Expliquer et pratiquer la maintenance jusqu'au niveau 2. Expliquer la maintenance de niveau 3 et 4 en prenant les précautions nécessaires. Donner la liste des pièces à contrôler. Décrire les symptômes des défauts mécaniques et électriques possibles (couplage en opposition de phase, court circuit, défaut d'excitation...) et le comportement à adopter pour y faire face. Expliquer les situations d'exploitation du navire susceptibles de provoquer un déclenchement par retour de puissance.
	Tableaux électriques - disjoncteurs	Expliquer et pratiquer la maintenance jusqu'au niveau 2. Expliquer la maintenance de niveau 3 et 4. Décrire les précautions à prendre lorsque l'on manipule des disjoncteurs. Identifier les défauts pouvant affecter le fonctionnement des disjoncteurs. Expliquer les points de vigilance à porter sur les tableaux électriques (tresses de masse, secondaires des transformateurs reliés à la carcasse...).
	Moteurs électriques fonctionnant sur réseau alternatif (machines asynchrones à cage)	Interpréter toutes les informations d'une plaque signalétique (classe d'isolement, roulements, service...). Expliquer et pratiquer la maintenance jusqu'au niveau 3 (dont le lignage du moteur à sa charge). Expliquer la maintenance de niveau 4.
	Moteurs électriques fonctionnant sur réseau continu (dont démarreurs).	Identifier les différentes parties constituant une machine à courant continu. Expliquer et pratiquer la maintenance jusqu'au niveau 3 (dont le calage des balais). Expliquer la maintenance de niveau 4.

4. Maintenance des équipements de distribution		
Durée	Compétences 7.04-2.2	Connaissances, compréhension et aptitude
<b>3C + 2TP</b>	Transformateur	Expliquer les éléments de la plaque signalétique (classe, indice horaire, couplage...) Calculer le rapport de transformation. Expliquer et pratiquer la maintenance jusqu'au niveau 2. Expliquer la maintenance de niveau 3 et 4.
	Éclairage	Expliquer l'effet néfaste de la lumière produite sur les isolants des câbles électriques.
	Câbles	Pratiquer la mesure de continuité d'un câble. Expliquer la mesure d'isolement et le principe de séchage d'un câble par réchauffage par injection de courant. Effectuer le branchement d'un connecteur étanche d'un câble. Apprécier la qualité de réalisation du câblage (rayon de courbure, sertissage, fixation) et expliquer son importance. Expliquer comment un câble de puissance peut perturber un câble de commande et indiquer quelques techniques de limitation.

5. Maintenance des batteries d'accumulateur		
Durée	Compétences 7.04-2.2	Connaissances, compréhension et aptitude
1 C + 1 TP	Batteries d'accumulateurs au plomb	Établir l'importance du bon fonctionnement des batteries à bord d'un navire (UPS, sources de secours). Expliquer les phénomènes chimiques se produisant lors de la charge d'une batterie plomb-acide, préciser le phénomène de stratification de l'acide, de sulfatage, les risques liés au dégagement d'hydrogène. Expliquer ce qu'est une courbe de décharge. Contrôler la densité de l'électrolyte d'une batterie plomb-acide. Interpréter les résultats. Effectuer les réglages d'adaptation du chargeur à la batterie.

6. Appareils de mesures électriques		
Durée	Compétences 7.04-2.2	Connaissances, compréhension et aptitude
1 C + 3 TP	Mesure.	Expliquer les différences technologies entre les multimètres analogiques magnétoélectrique et numériques RMS et TRMS. Pratiquer et interpréter des mesures avec ces appareils pour des signaux de différentes allures.
	Pince ampère-métrique	Décrire le principe de fonctionnement d'une pince ampèremétrique. Décrire les précautions à mettre en œuvre lors de l'utilisation d'une pince ampèremétrique. Utiliser une pince ampèremétrique pour mesurer une intensité.
	Autres instruments	Utiliser un vérificateur d'absence de tension. Choisir un appareil de mesure d'isolement adapté à la tension de la machine mesurée.

7. Systèmes automatisés et chaîne de régulation		
Durée	Compétences 7.04-2.2	Connaissances, compréhension et aptitude
3 C+ 4 TP	Systèmes automatisés	Décrire les essais de fonctionnement et de sécurité requis par l'état du pavillon et par la classe sur système intégré de supervision et de commande. Expliquer la nécessité de procéder à la sauvegarde des paramètres de configuration. Expliquer ce qu'est l'obsolescence et les conséquences potentielles sur la maintenance des systèmes automatisés.
	Régulation	Expliquer les causes pouvant expliquer le dérèglement progressif des systèmes régulés : augmentation des constantes de temps des capteurs, hystérésis d'actionneur...
	Transmission du signal.	Expliquer les risques de perturbation des signaux de commande dans environnement machine et les principales techniques de protection.

**MODULE M3-3**  
**CONTRÔLE DE L'EXPLOITATION DU NAVIRE**  
**ET ASSISTANCE AUX PERSONNES AU NIVEAU OPERATIONNEL**  
**(Durée : 105 h)**

**REGLEMENTS INTERNATIONAUX**

**Durée : 21 h**  
**(Cours : 21 h)**

Références : tableaux AIII-1 et AIII-2 du code STCW et compétences 4.6 (contrôler le respect de la réglementation), 4.8 (contribuer à la sécurité du personnel et du navire) du cours-type 7.04, 4.2 (surveiller et contrôler le respect de la réglementation et des mesures visant à assurer la sauvegarde de la vie humaine en mer, la sûreté et la sauvegarde du milieu marin) du cours type 7.02.

<b>1. Règlements internationaux</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences 7.04-4.6, 7.02-4.2</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>5C</b>	Droit maritime	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retracer les origines et mécanismes de formation du droit maritime,</li> <li>- Rappeler le contenu de la convention sur le droit de la mer</li> <li>- Définir les eaux territoriales et zone contiguë et les règles qui leurs sont relatives</li> <li>- Définir les détroits internationaux et les règles qui s'y appliquent</li> <li>- Définir la Zone Économique Exclusive (ZEE) et plateau continental et les règles qui s'y appliquent</li> <li>- Définir la haute mer et les règles qui s'y appliquent.</li> <li>- Expliquer les enjeux et mécanismes associés à la protection et préservation du milieu marin (1 heure)</li> </ul>
<b>16C</b>	Réglementation relative à la sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résumer le contenu de la convention internationale sur les lignes de charge, 1966 (LL 1966), et protocole 88.</li> <li>- Résumer le contenu de la convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS)</li> <li>- Résumer le contenu de la convention sur les normes de formation des gens de mer, la délivrance des brevets et la veille (STCW),</li> <li>- Résumer le contenu du code des pratiques de travail sûres pour les marins marchands,</li> <li>- Résumer le contenu de la convention du travail maritime (MLC 2006),</li> <li>- Résumer le contenu du code ISPS (International Ship and Port Security)</li> </ul>

## PREVENTION DE LA POLLUTION

**Durée : 21 h**  
**(Cours : 21 h)**

Références : tableaux AIII-1 et AIII-2 du code STCW et compétences 4.1 (garantir le respect des prescriptions relatives à la prévention de la pollution), 4.6 (contrôler le respect de la réglementation) du cours-type 7.04, 4.2 (surveiller et contrôler le respect de la réglementation et des mesures visant à assurer la sauvegarde de la vie humaine en mer, la sûreté et la sauvegarde du milieu marin) du cours type 7.02.

1. Prévention de la pollution		
Durée	Compétences 7.04-4.1, 7.04.4.2	Connaissances, compréhension et aptitude
<b>7C</b>	La convention MARPOL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Décrire le contenu de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires de 1973 et son protocole de 1978 (MARPOL 73/78)</li> <li>- Résumer le contenu de l'annexe I – Hydrocarbures</li> <li>- Résumer le contenu de l'annexe II – pollution par des substances liquides nocives</li> <li>- Résumer le contenu de l'annexe III – pollution par des substances toxiques transportées par mer sous forme de colis</li> <li>- Résumer le contenu de l'annexe IV – Pollution par les eaux usées.</li> <li>- Résumer le contenu de l'annexe V – Pollution par les ordures</li> <li>- Résumer le contenu de l'annexe VI - Pollution de l'Air</li> </ul>
<b>6C</b>	Convention et législations adoptés par divers pays	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Décrire le contenu de la convention de la prévention de la pollution des mers résultant du déversement des déchets et autres matières (Convention de Londres déversement) (PMA)</li> <li>- Décrire le contenu de la convention internationale sur l'intervention en Haute-Mer en cas d'accident de pollution par les hydrocarbures, 1969</li> <li>- Décrire le contenu de la convention internationale sur la responsabilité civile pour pollution par les hydrocarbures Dommages, 1969 (CLC 1969)</li> <li>- Décrire le contenu de la convention relative à la prévention, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures (OPRC) tel que modifié (Protocole OPRCHNS).</li> <li>- Décrire le contenu du Oil Pollution Act (OPA – 90)</li> </ul>
<b>8C</b>	Mesures anti-pollution et équipements associés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer comment est assuré le contrôle des rejets d'hydrocarbures</li> <li>- Décrire le registre des hydrocarbures (partie I - opérations des espaces machines et partie II – Cargaison / opérations de ballast) et son utilisation</li> <li>- Expliquer les plans d'urgence et d'intervention</li> <li>- Expliquer le plan d'intervention du navire (VRP)</li> <li>- Décrire la mise en œuvre des équipements anti-pollution</li> <li>- Décrire le plan de gestion des Composés Organiques Volatils (COV)</li> <li>- Décrire le système de gestion des ordures</li> <li>- Résumer le contenu de la convention Internationale pour le Contrôle et la Gestion des Eaux de Ballast (BWM 2004)</li> <li>- Décrire le systèmes antisalissure et leur environnement règlementaires</li> <li>- Décrire les mesures proactives anti-pollution prises lors de l'exploitation du navires</li> </ul>

## STABILITE

**Durée : 39 h**

**(Cours : 19 h – travaux dirigés : 20 h)**

Références : tableaux AIII-1 et AIII-2 du code STCW et compétences 4.2 (maintenir la navigabilité du navire), 4.6 (contrôler le respect de la réglementation) du cours-type 7.04 et 4.1 (contrôler l'assiette, la stabilité et les contraintes) du cours-type 7.02.

1. Définitions générales		
Durée	Compétences 7.04-4.1, 7.04-4.6, 7.02-4.1	Connaissances, compréhension et aptitude
<b>3C + 2TD</b>	Coque, Plan des formes et repère utilisé Déplacement et centre de gravité Plan, ligne et centre de gravité de la flottaison, Carène, volume et centre de carène, Axe et plan d'inclinaison Principe d'Archimède et équilibre Courbe du centre de carène, théorème d'Euler Perpendiculaires, tirants d'eau, assiette et différence. Gîte ou bande, angle d'inclinaison transversale Documents hydrostatiques « Coefficient block » (Cb) Déplacement léger, en charge, port en lourd, franc-bord et ligne de charge, réserve de flottabilité	Connaître les définitions générales sans les citer (Par exemple : choisir la bonne définition dans un questionnaire à choix multiple) Citer le principe d'Archimède Identifier et caractériser les différentes forces qui s'exercent sur le navire. Savoir les placer graphiquement. Citer le théorème d'Euler Connaître les conséquences du théorème d'Euler et ses limites d'utilisation Lire un plan Montrer l'importance de la réserve de stabilité de par son lien avec le franc-bord Calculer les coordonnées du centre de gravité du navire. Élaborer un tableau de chargement, un devis de poids Calculer une différence des tirants d'eau, une assiette et un tirant d'eau en un point quelconque de la flottaison. Exploiter les éléments hydrostatiques (à partir de la courbe hydrostatique ou par interpolation dans les tables hydrostatiques) Calculer le coefficient block à partir du déplacement et des dimensions Calculer le déplacement à partir du coefficient block et des dimensions

2. Stabilité initiale transversale en statique		
Durée	Compétences 7.04-4.1, 7.04-4.6, 7.02-4.1	Connaissances, compréhension et aptitude
2C + 3TD	Métacentre, rayon métacentrique, distance métacentrique initiale transversale, module de stabilité initiale transversale et moment du couple de stabilité	Définir ce que représente la stabilité, le métacentre, le rayon métacentrique, la distance métacentrique initiale transversale, le module de stabilité initiale transversale et le moment du couple de stabilité. Placer graphiquement les différents centres : gravité G, carène B et métacentre M. En déduire la nature de l'équilibre en montrant l'action du couple de force dans chaque cas : - couple de redressement si G est en dessous de M ; - couple de chavirement si G est au-dessus de M. Savoir tracer un bras de levier du couple de stabilité à la suite de l'application d'une force inclinante modifiant l'équilibre initial sans gîte. Montrer l'importance du GM pour connaître la stabilité et son utilisation par la réglementation (limite inférieure de 0,15 m pour les navires de charge). Décrire les effets d'une faible et d'une forte stabilité sur le comportement du navire.
		Calculer la distance métacentrique initiale transversale à partir du déplacement, de la table ou courbe hydrostatique et de la cote du centre de gravité.
		Démontrer la formule $GZ = GM \cdot \sin \theta$ à l'aide d'un schéma.
		Calculer le bras de levier de la stabilité du navire pour de faibles inclinaisons.
		Calculer le moment du couple de stabilité du navire pour de faibles inclinaisons.
	Formule de Bouguer	Identifier et caractériser les différents paramètres.
	Position d'équilibre transversal du navire	Placer graphiquement les différents centres : gravité de la flottaison, gravité, carène et métacentre pour un navire à l'équilibre avec gîte.
		Démontrer à partir d'un schéma en coupe transversale du navire la formule de la gîte : $\tan \theta = YG / GM$
		Montrer l'importance de la distance métacentrique initiale transversale sur la gîte du navire.
		Calculer la gîte et les tirants d'eau bâbord et tribord à partir d'un devis de poids.

3. Stabilité initiale longitudinale en statique		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
3C + 3TD	Métacentre, rayon métacentrique, distance métacentrique initiale longitudinale, module de stabilité initiale longitudinale et moment du couple de stabilité	Calculer les éléments de la stabilité du navire pour de faibles inclinaisons.
		Placer graphiquement les différents centres : gravité de la flottaison, gravité, carène et métacentre pour un navire avec ou sans assiette qui subit l'effet d'un couple inclinant dans le plan longitudinal. Faire apparaître le moment du couple de redressement, le bras de levier de redressement et la distance métacentrique initiale longitudinale.
	Position d'équilibre longitudinal du navire	Placer graphiquement les différents centres : gravité de la flottaison, gravité, carène et métacentre pour un navire à l'équilibre avec différence.
		Identifier sur le même schéma les tirants d'eau arrière et avant sur perpendiculaires respectives
		Calculer l'assiette et les tirants d'eau arrière et avant à partir d'un devis de poids
	Pesée hydrostatique du navire : calcul du déplacement à partir de la lecture des tirants d'eau rapportée sur perpendiculaires	Décrire les différentes étapes Calculer le déplacement à partir des tirants d'eau sur perpendiculaires sans déformation de la coque par l'utilisation des documents hydrostatiques sans différence. -

4. Modifications de l'équilibre du navire et de sa stabilité		
Durée	Compétences 7.04-4.1, 7.04-4.6, 7.02-4.1	Connaissances, compréhension et aptitude
3C + 4TD	Mouvements de poids : Effets du mouvement d'un poids selon une direction élémentaire	Calculer la nouvelle position du centre de gravité du navire et en déduire ses conséquences sur l'équilibre et la stabilité du navire par les formules des chapitres 2 et 3. Identifier les effets d'un mouvement de poids selon une direction élémentaire. Calculer l'effet d'un déplacement de poids vertical sur la stabilité du navire par les formules les plus directes Calculer l'effet d'un déplacement de poids transversal sur la gîte du navire et longitudinal sur l'assiette par les formules les plus directes Calculer le moment nécessaire pour faire varier la différence des tirants d'eau de 1 cm (MTC) Calculer le poids à déplacer transversalement sur une distance donnée pour mettre le navire sans gîte à partir d'une gîte donnée
	Effet de poids suspendu	Identifier l'effet d'un poids suspendu sur la stabilité transversale Calculer l'effet d'un poids suspendu sur la stabilité transversale
1C + 2TD	Effet de carène liquide : Effet de carène liquide dans un ballast, une citerne ou un compartiment	A l'aide de schémas, montrer le mouvement de liquide d'une capacité partiellement remplie lors du roulis et établir le moment inclinant engendré. En déduire l'élévation virtuelle du centre de gravité du navire et donc la diminution de la distance métacentrique initiale transversale. Montrer que cette perte de stabilité est indépendante du poids de liquide mais seulement fonction du moment d'inertie de la surface libre. Savoir tirer d'un devis de poids (cahier des sondes) le moment inclinant des carènes liquides Calculer le moment d'inertie d'une surface libre rectangulaire Calculer l'effet d'une carène liquide sur la distance métacentrique initiale transversale et le Module de Stabilité Initiale Transversale
	Effet d'une carène liquide dans des compartiments reliés par une conduite de grande section	Calculer le moment d'inertie des surfaces libres par la formule de Huygens
	Réduction des pertes de stabilité par carène liquide	Montrer que le cloisonnement longitudinal d'une citerne pour les pétroliers réduit la perte de stabilité par carène liquide en diminuant la largeur de la surface libre
2C + 2TD	Embarquement ou débarquement de poids : Méthode générale	Calculer l'équilibre du navire et sa stabilité à la suite des opérations commerciales Calculer le poids à charger ou décharger à une position donnée pour mettre le navire sans gîte à partir d'une gîte donnée. Calculer les nouvelles coordonnées du centre de gravité du navire à la suite : - d'une consommation de carburant ou de consommables ; - de l'envahissement du pont principal ; - de l'accumulation de glace en ponté et sur les superstructures et en fonction de son poids et de sa position. En déduire les conséquences sur l'équilibre et la stabilité du navire. Utiliser des tables ou courbes de variations des tirants d'eau pour un embarquement de poids unitaire.
	Méthode approchée du centre additionnel applicable à de faibles poids	Connaître la méthode et ses limites
	Méthode approchée du centre additionnel dans le plan longitudinal	Définir et calculer le poids nécessaire pour enfoncer de manière isocline le navire de 1 cm (TPC) Calculer la variation d'assiette et les tirants d'eau avant et arrière après embarquement ou débarquement de poids faibles en utilisant le MTC. Calculer l'équilibre du navire et sa stabilité à la suite d'un changement de densité Calculer l'enfoncement permis et donc le poids restant à charger à partir du tirant d'eau milieu et de la densité du port

4. Modifications de l'équilibre du navire et de sa stabilité (suite)		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
1C + 1TD	Effet d'un changement de densité	Expliquer les effets d'un changement de densité (dont la pluie et la marée) sur l'enfoncement et donc l'équilibre et sa stabilité en relation avec le tirant d'eau maximum autorisé Définir un hydromètre, expliquer son fonctionnement et la procédure de relevé de la densité de l'eau le long du bord

5. Stabilité transversale sous les grands angles		
Durée	Compétences 7.04-4.1, 7.04-4.6, 7.02-4.1	Connaissances, compréhension et aptitude
2,5C + 3TD	Point métacentrique Éléments pantocarènes et courbe des bras de levier de redressement	Connaître les définitions générales sans les citer (Par exemple : choisir la bonne définition dans un questionnaire à choix multiple)
		Établir et tracer la courbe des bras de levier de redressement avec sa tangente à l'origine à partir des données pantocarènes « KN » et des courbes « MS ».
		Identifier les courbes pantocarènes « KN » et les courbes « MS ». Tirer les formules des bras de levier de redressement à partir d'un schéma où apparaissent les données « KN » ou « MS ».
		Exploiter la courbe des bras de levier de redressement avec sa tangente à l'origine lorsque le navire sans inclinaison est à l'équilibre stable (gîte) ou instable. Dans ce dernier cas, établir la gîte (d'un côté comme de l'autre) du navire pour une inclinaison non nulle ; montrer le danger d'une telle situation et comment y remédier (en abaissant le centre de gravité).
		Montrer qu'au-delà de 40° d'inclinaison, l'étude de la courbe présente moins d'intérêt car la probabilité d'un envahissement augmente.
	Effet d'un couple inclinant constant	Déterminer graphiquement : - le bras de levier maximal et l'inclinaison correspondante ; - l'angle d'envahissement ; - le niveau de stabilité.
	Stabilité transversale dynamique sous l'effet d'un couple inclinant constant	Déterminer la gîte prise par le navire sous l'effet d'un couple inclinant constant en utilisant la courbe des bras de levier de redressement
		Énoncer le principe de l'équilibre dynamique à l'aide de la courbe sous l'effet d'un couple inclinant constant (roulis autour de la position d'équilibre stable)

6. Stabilité après avarie		
Durée	Compétences 7.04-4.1, 7.04-4.6, 7.02-4.1	Connaissances, compréhension et aptitude
0,5C	Énoncer les mesures à prendre en cas de voie d'eau	- Éviter la propagation de l'envahissement par la fermeture des portes étanches. - Tout moyen de lutte contre la surface libre doit être mis en œuvre pour limiter la prise de gîte. - Toute action pouvant stopper ou réduire l'entrée d'eau doit être mis en œuvre.

7. Réglementation		
Durée	Compétences 7.04-4.1, 7.04-4.6, 7.02-4.1	Connaissances, compréhension et aptitude
1C	Critères de stabilité à l'état intact pour les navires à passagers d'une jauge brute égale ou supérieure à 500 et navires de charge	Énumérer les critères de stabilité statique transversale et savoir où trouver les critères Énumérer les critères de stabilité dynamique transversale
	Critères de stabilité à l'état intact pour les navires à passagers d'une jauge brute inférieure à 500	Savoir où trouver les critères
	Critères de stabilité après avaries	Identifier les critères pour les navires de type A, (B-60) et (B-100) Identifier la condition d'équilibre après envahissement pour les navires de type A et tous types B Identifier les critères pour les navires à passager

## CONSTRUCTION

**Durée : 24 h**  
**(Cours : 24 h)**

Références : tableaux AIII-1 du code STCW et compétences 4.2 (maintenir la navigabilité du navire), 4.6 (contrôler le respect de la réglementation) du cours-type 7.04.

1. Connaissance de la réglementation		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
5C	Réglementation & caractéristiques du navire.	Définir les termes utilisés par les intervenants à la construction et lors des réparations. Expliquer ce que sont les plans des formes et plans d'ensemble. Identifier les différents éléments de la structure d'un navire. Définir les éléments suivants : coque, carène, œuvres vives, œuvres mortes, ligne de flottaison, bouge, tonture, superstructures, tirants d'eau, assiette, jauges, marques de franc bord, frégatage, quête, cul.

2. Efforts sur le navire		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
4C	Forces qui s'appliquent sur le navire.	Expliquer, sans faire appel aux traitements mathématiques, les efforts qui s'appliquent aux navires et comment y résister. Faire le bilan des forces qui s'appliquent au navire. Expliquer ce que sont les efforts tranchants et moments fléchissant.

3. Structure de la coque		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
4C	Principaux éléments de structure.	Décrire la structure du navire et nommer des différentes pièces. Citer les particularités de chaque type de construction : - Système transversal. - Système longitudinal. Décrire le compartimentage d'un navire.

4. Structures avant & arrière		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
3C	Structures avant et arrière.	Expliquer les spécificités de l'avant et de l'arrière du navire. Décrire la structure de l'avant du navire. Décrire la structure de l'arrière en tableau.

<b>5. Équipements du navire</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>4C</b>	Équipements du navire.	Décrire les différents types de panneaux de cale (en incluant prélaris et panneaux bois). Décrire le circuit de ballastage et les circuits d'assèchement (intérêt des clapets de non retour). Expliquer l'utilité des treuils, grues et guindeaux et les raisons de leur positionnement à bord.

<b>6. Barres et propulseurs</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>4C</b>	Barres et propulseurs.	Décrire les différents appareils de manœuvre utilisés sur un navire. Décrire les différents types d'hélice (à pales fixes ou à pales orientables et réversibles) et de propulseurs (waterjet, Voith-Schneider, azipods, propulseurs d'étrave, schottel, etc.). Expliquer la notion de pas d'hélice. Décrire les différents type de safran, leurs montages et leurs liaisons avec l'appareil à gouverner. Expliquer l'intérêt de la compensation du safran et décrire ses différents modes de réalisation.

**MODULE M4-3**  
**ENTRETIEN ET REPARATION AU NIVEAU OPERATIONNEL**  
**(Durée : 60 h)**

**TECHNOLOGIE DES MATERIAUX**

**Durée : 12 h**  
**(Cours : 9 h – travaux-dirigés : 3 h)**

Références : tableaux AIII-1 et AIII-2 du code STCW et compétences 3.2 (entretenir et réparer les machines et le matériel de bord) du cours-type 7.04 et 3.2 (détecter et identifier les causes des défauts de fonctionnement des machines et remédier aux pannes) du cours type 7.02.

<b>1. Propriétés générales des matériaux</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences 7.04-3.2</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
<b>1C</b>	Propriétés et usages des matériaux	Décrire les caractéristiques que doivent avoir les matériaux destinés à être utilisés en environnement marin. Donner les définitions des termes suivants : élasticité, fragilité, dureté, résistance à la traction, ténacité, ductilité, malléabilité, plasticité.
<b>2C+ 3TD</b>	Résistance des matériaux	Définir les efforts et les contraintes en résistance des matériaux. Définir les contraintes mécaniques élémentaires et donner les formules permettant de les calculer : traction/compression, flexion, cisaillement, torsion. Définir, pour un matériau élastique soumis à un effort d'extension : la limite élastique, le point de striction, le point de rupture. Donner et expliquer la loi de Hooke. Établir qu'elle s'applique dans la zone élastique. Définir le module d'élasticité. Illustrer à l'aide d'un schéma, les efforts, moments et charges auxquels est soumis un matériau, ainsi les déformations résultantes. Réaliser des calculs simples correspondant à des applications utiles au domaine naval (calculs de couple de serrage, d'épaisseur d'enveloppe sous pression, de déformée de poutre métallique, etc.). On pourra utiliser pour les calculs et schémas un logiciel de calcul de type « PyBar ».

2. Types de matériaux		
Durée	Compétences 7.04-3.2, 7.02-3.2	Connaissances, compréhension et aptitude
6C	Métaux ferreux.	<p>Décrire les différents types de fonte et d'acier, leurs procédés de fabrication et leurs caractéristiques mécaniques.</p> <p>Expliquer les différences, en termes de composition et de caractéristiques, entre les aciers à haute, moyenne et basse teneur en carbone.</p> <p>Expliquer l'utilité et l'influence du nickel, du chrome et du molybdène dans les alliages d'aciers.</p> <p>Expliquer le but des traitements thermiques.</p> <p>Décrire les procédés de traitement thermique suivants et leurs effets sur les aciers : trempe, recuit, normalisation, cémentation.</p> <p>Décrire les mécanismes d'usure des métaux ferreux.</p> <p>On pourra se référer aux règles de nomenclature des aciers et alliage définies par la norme « EN 10027 : systèmes de désignation des aciers. ».</p>
	Métaux non ferreux et alliages.	<p>Énoncer les principales différences entre les métaux ferreux et non ferreux.</p> <p>Donner des exemples d'application des métaux non ferreux dans le domaine naval.</p> <p>Définir ce qu'est un alliage.</p> <p>Citer des utilisations de l'aluminium, du cuivre, du zinc, du plomb, de l'étain et de l'antimoine.</p> <p>Donner la composition du laiton, du bronze, et de l'antifriction (métal blanc). Citer des utilisations de ces alliages, en particulier en environnement marin.</p> <p>Identifier des échantillons des métaux mentionnés ci-dessus.</p> <p>Décrire les mécanismes d'usure des métaux non-ferreux.</p> <p>On pourra se référer à la norme : « ISO 25679 – Essais mécaniques des métaux ».</p>
	Les matières plastiques utilisées dans la construction navale.	<p>Décrire les différents types de matériaux plastiques.</p> <p>Définir ce qu'est un polymère.</p> <p>Énoncer que les polymères peuvent être sous forme rigide, semi-rigide ou élastique.</p> <p>Connaître les raisons de l'utilisation du mica et de la fibre de verre dans les polymères.</p> <p>Décrire les utilisations et les limites des polymères.</p> <p>Décrire les mécanismes d'usure des matières plastiques.</p> <p>Lister les polymères et autres matériaux non métalliques utilisés couramment dans le domaine naval.</p> <p>Décrire les utilisations des polymères et autres matériaux non métalliques à bord des navires.</p>
	Matériaux de construction des machines	<p>Expliquer quels sont les matériaux utilisés pour les principales pièces des équipements suivants, et quelles sont les raisons qui ont présidé à ces choix :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- moteurs Diesel : arbre-manivelle, chemise, culasse, piston, soupapes, paliers ;</li> <li>- turbine à vapeur : stator, rotor, pales, tuyères, redresseurs, réducteur ;</li> <li>- turbine à gaz : rotor, compresseur, générateur de gaz ;</li> <li>- chaudière : tubes d'eau, foyer, ballon de vapeur, collecteur inférieur, surchauffeur, désurchauffeur à injection d'eau ;</li> <li>- ligne propulsive : arbre d'hélice, palier de tube d'étambot, hélice ;</li> <li>- pompes : impulseur, corps de pompe, arbre, garniture d'étanchéité, palier, roulements, engrenages, vis, piston/gorges de segment ;</li> <li>- échangeurs de chaleur : corps, bâti, plaques, plaques de tête, tubes ;</li> <li>- compresseurs : pistons, segmentation, clapets, chemise, bâti, réfrigérants ;</li> <li>- épurateurs centrifuges ;</li> <li>- vannes haute pression/température : corps de vanne, clapet, siège.</li> </ul>

## MAINTENANCE ET ENTRETIEN

**Durée : 48 h**

**(Cours : 15 h - Travaux dirigés : 9h - Travaux pratiques : 24 h)**

Références : tableaux AIII-1 et AIII-2 du code STCW et compétences 3.1 (utiliser de manière appropriée l'outillage à main, les machines outils et les instruments de mesure pour les travaux de fabrication et de réparation à bord), 3.2 (entretenir et réparer les machines et le matériel de bord) du cours-type 7.04 et 3.2 (détecter et identifier les causes des défauts de fonctionnement des machines et remédier aux pannes) et 3.3 (garantir des pratiques de travail sûres) du cours type 7.02.

Travaux pratiques sur moteurs diesels		
Durée	Compétences 7.04-3.1, 7.04-3.2, 7.02-3.2	Connaissances, compréhension et aptitude
<b>2C</b>	Généralités et méthodologie.	<p>Décrire comment la maintenance s'inscrit dans le système qualité du navire.</p> <p>Expliquer les typologies et les 5 niveaux de maintenance (définis dans la norme NF X 60-010)</p> <p>Assurer la sécurité pendant une intervention sur les machines :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- préparation de la machine,</li> <li>- utiliser les outillages adaptés,</li> <li>- vérifier que les moyens de levage sont en état de fonctionnement,</li> </ul> <p>Connaître la méthodologie d'une intervention :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prendre connaissance des consignes de travail et de sécurité,</li> <li>- adopter des postures ergonomiques,</li> <li>- consulter les notices du constructeur : couple de serrage, précautions particulières, outillage spécifique,</li> <li>- surveiller que les personnels travaillent en toute sécurité.</li> </ul>
<b>15C + 9TD + 24TP</b>	Maintenance des machines de bord.	<p>Décrire les travaux de maintenance de niveau 3 et 4 (définis dans la norme NF X 60-010), de réparation tels que démontage, remontage et réglage des machine suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vannes et soupapes,</li> <li>- pompes (centrifuge, alternative et à vis ou engrenage),</li> <li>- compresseurs,</li> <li>- échangeurs,</li> <li>- moteur diesel et turbosoufflante,</li> <li>- chaudière,</li> <li>- ligne d'arbre et réducteur,</li> <li>- installation frigorifique,</li> <li>- séparateur de combustible et de lubrifiant,</li> <li>- appareils de pont.</li> </ul> <p>Planifier à l'aide de la documentation technique les travaux de maintenance de niveau 3 et 4 (définis dans la norme NF X 60-010), de réparation tels que démontage, remontage et réglage d'une ou plusieurs machines parmi les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vannes et soupapes,</li> <li>- pompes (centrifuge, alternative et à vis ou engrenage),</li> <li>- compresseurs,</li> <li>- échangeurs,</li> <li>- moteur diesel et turbosoufflante,</li> <li>- chaudière,</li> <li>- ligne d'arbre et réducteur,</li> <li>- installation frigorifique,</li> <li>- séparateur de combustible et de lubrifiant,</li> <li>- appareils de pont.</li> </ul>

Travaux pratiques sur moteurs diesels (suite)		
Durée	Compétences 7.04-3.1, 7.04-3.2, 7.02-3.2	Connaissances, compréhension et aptitude
	Maintenance des machines de bord (suite)	<p>Pratiquer la maintenance de niveaux 3 et 4 (définis dans la norme NF X 60-010) d'un ou plusieurs systèmes comprenant démontage, remontage et réglage parmi les machines suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vannes et soupapes,</li> <li>- pompes (centrifuge, alternative et à vis ou engrenage),</li> <li>- compresseurs,</li> <li>- échangeurs,</li> <li>- moteur diesel et turbosoufflante</li> <li>- chaudière,</li> <li>- ligne d'arbre et réducteur,</li> <li>- installation frigorifique ;</li> <li>- séparateur de combustible et de lubrifiant</li> <li>- appareils de pont</li> </ul>
2C	Réparations d'urgence set temporaires	<p>Définir ce qu'est une réparation temporaire.</p> <p>Préciser les matériaux pouvant être mis en œuvre dans ce type de situation et leur caractéristiques d'emploi.</p> <p>Expliquer les réparations d'urgences pouvant être appliquées aux appareils de bord suivants : réfrigérants, tuyautages, vannes, tubes de fumées des chaudières</p> <p>Expliquer comment procéder aux réparations de vannes de coque en cas de fuite et procéder à son remplacement à flot.</p>

## Annexe V

### Conditions d'obtention des modules conduisant à la délivrance du diplôme d'officier chef de quart machine pour les candidats titulaires du brevet de chef mécanicien 750 kW

Les modules nécessaires à l'acquisition du diplôme d'officier chef de quart machine pour les candidats titulaires du brevet de chef mécanicien 750 kW sont au nombre de quatre :

- Module M1-3 (Mécanique navale au niveau opérationnel)
- Module M2-3 (Électrotechnique, électronique et systèmes de commande au niveau opérationnel)
- Module M3-3 (Contrôle de l'exploitation du navire et assistance aux personnes à bord au niveau opérationnel)
- Module M4-3 (Entretien et réparation au niveau opérationnel)

L'évaluation des modules conduisant à la délivrance du diplôme d'officier chef de quart machine est constituée de plusieurs épreuves conformément au tableau ci-dessous :

Matières	Coefficients	Modalités d'évaluation	Durée
<b>Module M1-3 (Mécanique navale au niveau opérationnel)</b>			
Anglais	1,5	Une épreuve écrite finale Une épreuve orale finale	1 heure 20 minutes
Moteurs Diesel	1	Une épreuve écrite en cours de formation	1 heure
Vapeur	1 1	Une épreuve écrite en cours de formation Une épreuve pratique en cours de formation	1 heure 2 heures
Turbine à gaz	0,5	Une épreuve écrite en cours de formation	0,5 heure
Conduite machines	1 2	Une épreuve écrite finale Une épreuve pratique en cours de formation	1 heure 2 heures
Pompes & circuits	1 1	Une épreuve écrite en cours de formation Une épreuve pratique en cours de formation	1,5 heures 2 heures
<b>Module M2-3 (Électrotechnique, électronique et systèmes de commande au niveau opérationnel)</b>			
Électrotechnique	1 1	Une épreuve écrite en cours de formation Une épreuve pratique en cours de formation	1 heure 3 heures max
Électronique	1	Une épreuve écrite en cours de formation	1 heure
Systèmes de commande	1 1	Une épreuve écrite en cours de formation Une épreuve pratique en cours de formation	1 heure 3 heures max
Maintenance des systèmes électrotechniques, électroniques et de commande.	1 1	Une épreuve écrite finale Une épreuve pratique en cours de formation	1 heure 2 heures
<b>Module M3-3 (Contrôle de l'exploitation du navire et assistance aux personnes à bord au niveau opérationnel)</b>			
Règlements internationaux	1	Une épreuve écrite en cours de formation	1 heure
Prévention de la pollution	1	Une épreuve écrite en cours de formation	1 heure
Stabilité	2	Une épreuve écrite finale	2 heures
Construction	1	Une épreuve écrite en cours de formation	1 heure
<b>Module M4-3 (Entretien et réparation au niveau opérationnel)</b>			
Technologie des matériaux	1	Une épreuve écrite en cours de formation	1 heure
Maintenance mécanique navale	1 1	Une épreuve écrite finale Une épreuve pratique en cours de formation	1 heure 3 heures max

La note obtenue au module est constituée par la moyenne arithmétique des notes obtenues aux épreuves constituant le module.

Sont éliminatoires :

- une note inférieure à 3 à l'une des épreuves du module,
- une note inférieure à 10 en culture technique, expression en langue anglaise ou simulateur machine.

#### Consignes pour les évaluations

#### Considérations générales :

Toutes les travaux évalués devraient être :

- valides : c'est-à-dire porter sur les sujets du programme effectivement traités,
- authentiques : c'est-à-dire ne porter que sur le travail du seul candidat évalué,
- courants : c'est-à-dire que réalisés au moment prévu à cet effet,

- suffisants : c'est-à-dire porter sur l'étendu des compétences requises,
- fiables : c'est-à-dire cohérent au regard des épreuves passées par les différents candidats à ce niveau de compétences.

Il est recommandé de réaliser des sujets faisant appel à une capacité de rédaction limitée de la part des candidats. A cet égard, l'usage de questions fermées ou appelant à des réponses brèves est à privilégier lors de la rédaction des sujets d'évaluation.

Il est également recommandé de se référer à la partie E « Évaluation » du cours type 7.04 (*officer in charge of an engineering watch*) de l'OMI.

### **Anglais**

L'évaluation de cette matière est constituée d'une évaluation finale et d'un oral final. L'épreuve écrite permet de s'assurer de la maîtrise du vocabulaire technique. L'épreuve orale permet de s'assurer que le candidat est capable d'employer la langue anglaise en situation opérationnelle.

### **Moteur Diesel**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite en cours de formation permettant de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante de la description, des principes de fonctionnement et de la conduite d'un moteur diesel fonctionnant au fioul lourd

### **Vapeur**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite en cours de formation et d'une épreuve pratique pouvant avoir lieu sur simulateur. L'épreuve écrite permet de s'assurer que le candidat maîtrise la description des éléments constitutifs de l'installation et les principaux principes énergétiques et thermodynamiques. L'épreuve pratique permettra de s'assurer que le candidat maîtrise les méthodes de conduite.

### **Turbine à gaz**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite en cours de formation permettant de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante de la description, des principes de fonctionnement et de conduite d'une turbine à gaz.

### **Conduite machine**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite finale et d'une épreuve pratique sur simulateur. L'épreuve écrite permet de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante de la description, des principes de fonctionnement et de conduite d'une installation de machines marine sans limitation de puissance dans le cadre du quart machine.

L'évaluation sur simulateur permet de s'assurer que le candidat est capable de mettre en œuvre ces connaissances. Les critères d'évaluation porteront principalement sur :

- la capacité du candidat à conduire correctement chacun des appareils constitutifs de l'installation,
- la capacité du candidat à ordonner les tâches et appréhender les interactions entre les différents appareils constitutifs de l'installation,
- la capacité du candidat à communiquer à bon escient avec son supérieur hiérarchique et avec la passerelle et d'effectuer les enregistrements réglementaires.

Ils pourront toutefois aller au-delà et porter sur :

- la capacité du candidat à gérer les situations anormales comme les défauts, les situations d'urgence ou exceptionnelles,
- à respecter le cadre légal dans lequel évolue le navire-citernes,
- à optimiser les ressources du navire en énergie, en matériel et en personnel.

### **Pompe et circuits**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite et d'une épreuve pratique en cours de formation. Les épreuves ont pour objet de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante de la description, des principes de fonctionnement et de conduite d'un circuit de fluide.

### **Électrotechnique**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite et d'une épreuve pratique en cours de formation.

L'épreuve écrite a pour objet de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante de la description, des principes de fonctionnement et de conduite d'un circuit électrique de navire. L'épreuve pratique a pour objet de s'assurer que le candidat est à même de mettre en œuvre ces connaissances en toute sécurité. L'épreuve pratique d'électrotechnique peut être réalisée simultanément à l'épreuve pratique de maintenance des systèmes électrotechniques, électronique et de commande.

### **Électronique**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite en cours de formation permettant de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante de la description, des principes de fonctionnement et de conduite des installations électroniques.

### **Systèmes de commande**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite et d'une épreuve pratique en cours de formation. Les épreuves ont pour objet de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante de la description, des principes de fonctionnement et de conduite des systèmes de commande. L'épreuve pratique de systèmes de commande peut être réalisée simultanément à l'épreuve pratique de maintenance des systèmes électrotechniques, électronique et de commande.

#### **Maintenance des systèmes électrotechniques, électroniques et de commande.**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite et d'une épreuve pratique en cours de formation. Les épreuves ont pour objet de s'assurer que le candidat ait des connaissances suffisantes pour assurer la maintenance des systèmes électrotechniques, électroniques et de commande des machines de navires. L'épreuve pratique de maintenance des systèmes électrotechniques, électronique et de commande peut être réalisée simultanément avec les épreuves pratiques d'électrotechniques et avec l'épreuve pratique de systèmes de commande.

#### **Règlements internationaux**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite en cours de formation permettant de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante des règlements internationaux concernant le navire.

#### **Prévention de la pollution**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite en cours de formation permettant de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante des dispositifs mis en œuvre pour prévenir la pollution par le navire.

#### **Stabilité**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite finale permettant de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante des principes relatifs à l'équilibre du navire. L'épreuve sera pour plus de la moitié des points et du temps allouée à l'épreuve constituée d'exercices permettant de calculer et apprécier la situation qui sera celle du navire après modification de ses conditions d'équilibre.

#### **Construction**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite en cours de formation permettant de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante du vocabulaire et des principes de construction du navire.

#### **Technologie des matériaux**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite en cours de formation permettant de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante du vocabulaire et des principes physiques relatifs aux caractéristiques physiques des matériaux utilisés à bord des navires.

#### **Maintenance et mécanique navale**

L'évaluation est constituée d'une épreuve écrite et d'une épreuve pratique en cours de formation. Les épreuves ont pour objet de s'assurer que le candidat ait une connaissance suffisante des principes de la maintenance et de leurs mise en œuvre dans le cadre des appareils de bord.