

## Annexe II

### Formation conduisant à la délivrance du diplôme de chef mécanicien 8 000 kW Horaires, programme et compétences attendues

#### Horaires d'enseignement

<b>FORMATION MODULAIRE</b>				
Matières	C	TD	TP	S
<b>Module M1-5 (Mécanique navale au niveau de direction)</b>				
Rapport technique et simulateur machine perfectionnement	9 h	-	21 h	30 h
GMAO	12 h	-	24 h	-
Conduite essais et incidents de fonctionnement machine	18 h	-	-	16 h
Lecture de plan	26 h	32 h	-	-
Installations frigorifiques	24 h	-	32 h	-
Hydraulique	18 h	-	24 h	-
<i>Total module M1-5</i>	<i>286 h</i>			
<b>Module M2-5 (Électrotechnique, électronique et systèmes de commande au niveau de direction)</b>				
Automatique	36 h	-	32 h	-
Machines électriques statiques et tournantes	30 h	-	40 h	-
Électronique composants et capteurs	36 h	-	40 h	-
Électronique de puissance	30 h	-	30 h	-
<i>Total module M2-5</i>	<i>274h</i>			
<b>Module M3-5 (Contrôle de l'exploitation du navire et assistance aux personnes à bord au niveau de direction)</b>				
Stabilité après avarie	12 h	12 h	-	-
Réglémentation et sécurité du travail	24 h	-	-	-
<i>Total module M3-5</i>	<i>48 h</i>			
<b>Module NM-5 (Module National Machine au niveau de direction)</b>				
Mathématiques	20 h	30 h	-	-
Physique	21 h	3 h	-	-
Anglais de gestion et de direction	30 h	40 h	-	-
Droit maritime	24 h	-	-	-
Commerce maritime	24 h	-	-	-
<i>Total module NM-5</i>	<i>192 h</i>			
<b>Épreuves finales écrites</b>	<b>5 h</b>			
<b>TOTAL FORMATION « CHEF MECANICIEN 8 000 KW »*</b> (évaluation comprises)	<b>805h</b>			

« (\*) Suivant le candidat-cas d'un titulaire du CFBS, du CQALI, du CAEERS, de l'EM II, du certificat de formation spécifique à la sûreté, de l'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 et de l'attestation de formation de base à la haute tension, en cours de validité. »

## **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 élève 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 M1-5**  
**MECANIQUE NAVALE AU NIVEAU DE DIRECTION**  
**(Durée : 286 h)**

**RAPPORT TECHNIQUE ET SIMULATEUR MACHINE**  
**PERFECTIONNEMENT**

**Durée : 60 h**  
**(Cours : 9 h ; TP : 21 h ; Simulateur : 30 h)**

Références STCW :

tableau A-III/2

fonction : entretien et réparation au niveau de direction

compétence :

- détecter et identifier la cause des défauts de fonctionnement des machines et remédier aux pannes

<b>1. Rapport technique</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
2 C	Méthodes de dépannage	Connaître les méthodes usuelles pour chercher l'origine d'une avarie.
3 C	Rédaction	Présenter un rapport d'avarie complet avec le maximum d'éléments : graphiques, photos, enregistrements de mesures, ... Proposer des solutions pour éviter le renouvellement d'une avarie en termes de formation du personnel, modification de l'installation ou de procédures.
4 C	Conduite et procédures	Expliquer les règles de conduites pour limiter leurs conséquences et revenir à une condition normale rapidement. Rédiger des procédures pour faire face à des avaries mettant en cause la sécurité du navire ou de l'appareil de propulsion.

<b>2. Travaux Pratiques</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
12 TP	Utilisation des outils numériques	Rédiger un rapport sous format Word avec incrustation de photos, de graphiques, d'enregistrements, ... Utiliser un logiciel de GMAO pour suivre l'inventaire, remplir et voir l'historique des avaries, prévoir les opérations de maintenance.
9 TP	Visite d'atelier	Réaliser une opération de démontage en prenant soin de conserver le maximum d'informations qui serviront à rédiger le rapport d'avarie et à chercher l'origine de l'avarie avec des experts : endoscopie, photos, mesures, relevés.

<b>3. Simulateur machine</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
30 S	Conduite à tenir en situation d'avarie	Réagir correctement en application d'une méthode en situation d'avarie. Appliquer les procédures rédigées en cours.
	Recherche de l'origine d'une avarie	Appliquer les méthodes rédigées en cours pour identifier l'origine d'une avarie.

## GESTION ET MAINTENANCE ASSISTEE PAR ORDINATEUR

**Durée : 36 h**  
**(Cours : 12 h ; TP : 24 h)**

Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : entretien et réparation au niveau de direction

Compétence :

- gérer des procédures sûres et efficaces d'entretien et de réparation

<b>1. La GMAO</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
12 C	GMAO	<p>Expliquer l'utilité administrative d'une GMAO. Gérer le nombre d'heures de travail de chaque membre de l'équipe. Faire fonctionner la GMAO avec la terre. Gérer le fonctionnement de la GMAO à terre. Gérer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• un équipement sensible et sa place dans la GMAO</li> <li>• un presque accident et sa place dans la GMAO</li> <li>• un retour d'expérience et sa place dans la GMAO</li> </ul> <p>Expliquer les variantes d'usage de la GMAO au regard des cultures d'entreprise des compagnies de navigation Décrire le réseau nécessaire au fonctionnement d'une GMAO Expliquer le fonctionnement de la synchronisation des informations entre le bord et la terre.</p>
24 TP	Construction d'un logiciel de GMAO	<p>Construire une arborescence d'emplacements et d'équipements. Construire une maintenance préventive (MP). Générer des bons de travaux (BT) à partir de la MP. Générer des bons de travaux curatifs à partir de la MP. Générer des bons de travaux curatifs sans MP. Créer un inventaire d'articles. Expliquer la décrémentation du stock en fonction de la MP. Construire un historique. Rédiger une demande d'achat (DA). Classer les différents types d'achats (soutes, huiles, articles, services et consommables). Utiliser les protocoles des demandes d'achat (DA), demandes de prix (DP) et bons de commande (BC). Expliquer le chrono datage comptable.</p>

# CONDUITE MACHINE

**Durée : 34 h**  
**(Cours : 18 h ; Simulateur : 16 h)**

## Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : mécanique navale au niveau de direction

Compétences :

- Planifier et programmer les opérations
- Faire fonctionner et surveiller l'appareil propulsif et les machines auxiliaires, évaluer leur performance et assurer leur sécurité

Fonction : entretien et réparation au niveau de direction

Compétence :

- détecter et identifier la cause des défauts de fonctionnement des machines et remédier aux pannes

1. Conduite machine		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
4C	Veiller à la bonne tenue du quart	Renseigner les différents registres de la machine Expliquer les tâches courantes à effectuer pendant le quart Pratique de la relève de quart Pratique et importance des rondes (voir, entendre, sentir, toucher) Communiquer avec la passerelle et le chef mécanicien Surveiller les paramètres de fonctionnement Renseigner avec des données enregistrées par le système de supervision
4C	Gestion de la sécurité et mesures d'urgences	Expliquer la nécessité d'établir des procédures d'urgence : <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></ul> Expliquer les différences entre marche normal, marche en secours et marche en dégradé.
6C	Préparation, lancement et conduite de la machine principale ainsi que de ses auxiliaires	Décrire les principaux circuits ainsi que les organes associés. Décrire les phases de préparation et de réchauffage nécessaires au lancement du moteur. Décrire les procédures de lancement et de montée en allure du moteur principal. Contrôler les paramètres de fonctionnement et les analyser.

2. Directive « souffre »		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
4C	Directive « souffre » et annexe 6 de Marpol en zone CK (Manche, Mer du nord, Baltique) en vigueur le 01/01/15 et autres zones à venir	Décrire le fonctionnement : <ul style="list-style-type: none"><li>• des scrubbers (filtres à fumée)</li><li>• de la transition GNL (gaz naturel liquéfié)</li><li>• de la propulsion au GNL « Pégasis » (Power Efficient Gas Innovation Ship)</li></ul>

3. Défauts & incidents : analyse et réactions		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude

16S	Défauts et incidents de fonctionnement	Gérer un défaut d'un appareil, analyser ses conséquences potentielles sur le fonctionnement de l'installation et les risques pour les personnels et le navire, prendre les mesures de conduite nécessaire, en effectuer le diagnostic.
-----	--	--

## LECTURE DE PLANS

**Durée : 58 h**  
**(Cours : 26 h ; TD : 32 h)**

### Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : entretien et réparation au niveau de direction

Compétence :

- gérer des procédures sûres et efficaces d'entretien et de réparation

Fonction : mécanique navale au niveau de direction

Compétence :

- gérer les opérations liées au combustible, au graissage et au ballast

<b>1. Lecture de plans</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
3 TD	Organisation et correction des plans	Expliquer l'organisation des plans, les familles de plans. Décrire une méthode de recherche de l'information à bord d'un navire. Décrire et comprendre les protocoles de correction d'un plan. Identifier l'actualité de la version d'un plan.
3 TD	Etude d'un circuit bord d'alimentation en combustible (moteur principal, groupes électrogènes et chaudière de mouillage)	Expliquer comment décrire le fonctionnement d'un circuit avec les repères d'un plan de façon à pouvoir évaluer l'élève par écrit. Comprendre la symbolique des vannes habituellement rencontrées à bord, ainsi que leur technologie. Comprendre la symbolique des capteurs habituellement rencontrés à bord. (technologie, alarmes, connexion avec l'AIS) Expliquer les repérages des tuyaux, des vannes, des capteurs. Expliquer l'alimentation en combustible des MPx, des GE et chaudières de mouillage. Expliquer le passage FO/DO, DO/FO des MPx, GE et chaudières de mouillage. Expliquer au travers de ce circuit, le fonctionnement d'une vanne de décharge à pression différentielle. Expliquer le réchauffage et la mesure de consommation du combustible d'un moteur.
3 TD	Etude d'un circuit bord de transfert et séparation du combustible	Expliquer le transfert, l'embarquement et la séparation du combustible des soutes, caisses de décantation et journalières. Expliquer le transfert en automatique des soutes vers les caisses de décantation. Expliquer le transfert vers la caisse du groupe de secours.
5 C	Plans de coque et d'emménagement d'un navire	Exposer l'ensemble des plans d'un navire. Identifier les références permettant de commander des pièces d'emménagements Décrire le plan d'attinage, de protection cathodique ainsi que des anodes sacrificielles, des trous de sondes, des trous d'homme, les circuits d'eau douce emménagements, des circuits d'eau grise et d'eau noire, des embarcations avec leurs bossoirs.
3 C	Instructions de service d'un moteur semi-rapide	Exploiter les plans mécaniques : «étude des coupes de plans, des éclatés permettant la commande de pièces de rechange, des

		plans permettant le démontage et le remontage d'équipements. Exploiter les plans électriques : étude des plans d'implantation de capteurs, et autres équipements électriques de façon à permettre un dépannage, notamment de sondes de températures d'échappement et de paliers d'arbre manivelle.
--	--	---

<b>1. Lecture de plans (suite)</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
3 C	Etude d'une distribution électrique	<p>Étudier un plan de distribution électrique d'un navire:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS, ES, MCC et autres armoires, ainsi que la façon de les retrouver à bord au travers de leurs repérages, d'armoire a disjoncteur et de disjoncteur à armoire.</li> <li>• Expliquer sur ce plan le MSS (Mode Selection system) permettant les modes RL, PAM, TPLM, fonctionnement sur les AA, et GE.</li> <li>• Au travers du MSS, expliquer les lois d'hélice, les "back-up"</li> <li>• Expliquer sur ce plan le protocole de black out des navires automatisés.</li> </ul> <p>Exploiter les plans électriques : étudier un plan électrique d'automatisation de l'installation électrique. Expliquer la normalisation d'un plan électrique en X/Y</p>
3 C	Repérage des câbles	Expliquer le repérage des connections, des câble et leur technologie au travers de abréviations des plans.
3 C	Electricité pompe de pré-lubrification	Expliquer un circuit électrique de démarrage de pompe, coté puissance, coté commande, en manuel, en automatique, en local, ainsi que sa chaîne de sécurité. Le plan est un circuit standard d'armoire électrique de démarrage de pompes.
2 TD	Portes étanches électriques	<p>Expliquer le plan de fonctionnement électrique d'une porte étanche, après avoir exposé succinctement la réglementation qui le permet..</p> <p>Normalisation d'un plan électriciens en colonne avec légendes.</p> <p>Expliquer le plan de soudage d'une porte étanche qui comporte son protocole (de soudage).</p> <p>Observer la liste de pièces détachées conseillé par le constructeur.</p>
3 TD	Circuit d'eau douce de réfrigération d'un moteur de propulsion.	<p>Étudier un circuit d'eau douce de réfrigération haute et basse température, son circuit de réchauffage du MP, ainsi que le circuit des équipements de propulsion.</p> <p>Expliquer sur ce plan, le mode "heat recovery" permettant la récupération de l'énergie de réfrigération du moteur de propulsion.</p> <p>Expliquer le circuit de vidange par section de ce circuit de réfrigération, ainsi que la procédure de vidange / remplissage de façon à éviter les poches d'eau et désamorçage du circuit.</p> <p>Explique sur le plan, la place des sondes, régulateurs et moteurs électriques des vannes trois voies de régulation de température des fluides.</p>
3 TD	Porte de bordée. Circuit hydraulique	<p>Étudier le circuit hydraulique d'une porte de bordée comportant un vérin de verrouillage, un vérin de puissance, des tiroirs de commande, limiteur et régulateur de pression, ainsi que des restrictions. Cette étude sera épaulée du protocole de fonctionnement de ce circuit hydraulique.</p> <p>Étudier globalement les plans de son circuit électrique de façon à permettre une recherche de défaut.</p> <p>Exposer d'autre plans de circuits hydrauliques de façon a faire</p>

		comprendre la similitude de ces circuits et leurs protocoles explicatifs de fonctionnement.
3 C	UPS ( <i>Uninterruptible Power Supply</i> ) Alimentation sans interruption.	Exposer succinctement le devis électrique et les obligations imposé par la réglementation. Expliquer l'utilité d'un UPS. Expliquer sur le plan, l'implantation et le mode de double alimentation de l'UPS.
3 TD	Réducteur de moteur principal	Exposer sur des plans, l'implantation d'un réducteur sur la ligne de propulsion comportant le réducteur lui-même, le moteur de propulsion, un alternateur attelé et l'étambot. Étudier, sur le plan, le circuit d'embrayage hydraulique de ce réducteur de propulsion avec le protocole de l'équipement.

<b>1. Lecture de plans (suite)</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
3 TD	Assèchement	Expliquer sur plan, le circuit d'assèchement réglementaire, et sa conformité avec la SOLAS. Expliquer sa capacité d'assèchement en confrontant le circuit incendie et le circuit d'assèchement. Apporter une attention particulière au fait que certains CNR ne permettent pas à toutes les pompes d'aspirer dans tous les puisards. Expliquer sur plan, le circuit d'assèchement de service, ainsi qu'un circuit de séparation des eaux mazouteuses.
3 C	Air conditionné ventilation	Exposer différents plans de ventilation d'emménagements. Exposer différents plans de ventilation de cale. Exposer différents plans de ventilation machine Exposer différents plans de damper de circuits de ventilation. Exposer et expliquer l'utilité des plans de gaines de ventilation de façon à comptabiliser le nettoyage de ces gaines. (réglementation sur la légionellose) Expliquer le repérage des zones de ventilation.
3 TD	Circuit d'huile de lubrification d'un moteur semi rapide	Exposer et explique sur un plan le circuit d'huile de pré-graissage, de lubrification, de surveillance d'eau dans l'huile (SWM) d'un moteur de propulsion. Sur ce plan, surligner le rôle de protection des filtres, des aérateurs, de la régulation de température et des dégagements d'air.
3 TD	Circuit EDM	Exposer un circuit de réfrigération d'eau de mer, son circuit de contre courant des échangeurs, sa vanne d'assèchement et ses prises d'eau de mer.
3 TD	AIS	Exposer et expliquer sur plan, un circuit de contrôle, de récupération, d'enregistrement, d'historisation, de traitement des données et des alarmes. Expliquer sur ce plan la redondance des circuits et fibres en cas d'avarie d'un des ordinateurs ou de switches.
3 C	Symboles	Exposer des symboles électriques ainsi que des abréviations.

# INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES

**Durée : 56 h**  
**(Cours : 24 h ; TP : 32 h)**

## Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : mécanique navale au niveau de direction

Compétence :

- Planifier et programmer les opérations

Fonction : entretien et réparation au niveau de direction

Compétence :

- Détecter et identifier la cause des défauts de fonctionnement des machines et remédier aux pannes
- Garantir des pratiques de travail sûres

1. Notions théoriques		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
2 C	Thermodynamique	- Différentes techniques de production du froid ; - Principe de la machine frigorifique avec changement d'état du fluide, cycle de Carnot, cycles réels ; - Réalisation pratique des machines frigorifiques ; - Présentation du cycle sur les diagrammes industriels.
2 C	Les fluides frigorigènes	Décrire les qualités physicochimiques requises. Donner les principaux fluides utilisés, leurs caractéristiques et les risques et dangers associés. Décrire l'état de la réglementation.

2. Les machines frigorifiques		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
8 C	Description des installations	Citer les principales utilisations du froid à bord des navires. Donner le principe de fonctionnement d'une installation à fluide compressible. Décrire une installation à détente directe sur deux chambres positives et négatives. Représenter schématiquement, identifier, citer le nom et les fonctions des éléments. Indiquer les différents états du fluide en évolution le long du circuit. Décrire une installation à détente indirecte, donner les qualités et propriétés des différentes saumures utilisées. Décrire un groupe frigorifique pour conditionnement d'air, détente sèche, évaporateur noyé. Décrire une machines à absorption, donner son principe de fonctionnement, décrire sa mise en service et sa conduite.
4 C + 4 TP	Description des matériels	Décrire les différents types de compresseurs, donner les critères de choix. Étude du matériel : Compresseurs, détendeurs, organes de contrôle et de sécurité, bouteille accumulatrice.
8 TP	Conduite	Mettre en service, assurer la conduite pendant la marche et l'arrêt d'une installation frigorifique à détente directe. Décrire le fonctionnement des sécurités de l'installation. Effectuer les relevés nécessaires, tracer le diagramme, et déterminer le

		coefficient d'efficacité. Prévention des risques dans la conduite et l'entretien des installations frigorifiques.
--	--	--

<b>3. Réglementation et incidents de fonctionnement</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
2 C + 4 TP	Manipulation des fluides frigorifiques	Décrire la réglementation en vigueur Décrire les procédures (traçabilité, historiques.) Décrire l'outillage nécessaire Pratique de la recherche de fuite, de la récupération et de la charge en fluide frigorifique. Formation à l'habilitation frigo.
8 TP	La recherche de panne	Décrire les symptômes des principales pannes frigo (manque de charge, excès de charge, incondensables, défaut compresseur, défaut condenseur, défaut détenteur, pré détente, défaut de batterie froide... Pratiquer le dépannage frigo sur logiciel ou banc de simulation.

<b>4. La climatisation</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
2C	Généralités	Donner le principe de fonctionnement d'une installation d'air conditionnée ; Définir la notion de confort ; Expliquer ce qu'est la courbe d'égal confort.
2C	L'air atmosphérique	Définir les propriétés et grandeurs physiques de l'air humide ; Représenter l'évolution des caractéristiques de l'air d'une installation de climatisation sur un diagramme de l'air humide (diagramme psychrométrique) ; En déduire, les valeurs nécessaires à la réalisation du bilan de puissance de l'installation.
2C	Traitement été et hiver	Réaliser le schéma d'une installation en traitement été et en traitement hiver ; Expliquer les transformations et échanges de chaleur de l'air dans chacun des cas.
8 TP	Conduite & maintenance	Mettre en service une installation de conditionnement d'air ; Surveiller l'installation pendant la marche ; Analyser les paramètres de fonctionnement pour détecter les anomalies et y remédier ; Assurer l'entretien courant de l'installation ; Mettre en œuvre les mesures de prévention de la légionellose. Décrire le fonctionnement été/hiver Expliquer le fonctionnement en zone équatoriale

# HYDRAULIQUE

Durée : 42 h  
(Cours : 18 h ; TP : 24 h)

## Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : mécanique navale au niveau de direction

Compétence :

- Planifier et programmer les opérations

1. Généralités		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
2C	Notions de physique	Utiliser les relations existant entre forces, couples, vitesse, débit, pression, rendement et pertes de charge dans les tuyautages. Déterminer la vitesse de sortie d'un vérin connaissant les caractéristiques du circuit et du vérin.
4C	Théorie et description	Donner les avantages et inconvénients de l'énergie hydraulique. Donner les caractéristiques et classification des fluides utilisés. Transmission hydraulique : dessiner le schéma d'un circuit fermé et d'un circuit ouvert avec nomenclature indiquant le nom et le rôle de chaque appareil. Représenter le circuit d'une installation simple, identifier et citer les fonctions des principaux éléments constitutifs.

2. La constitution des circuits		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
4 C + 2 TP	Constitution des installations	Connaître les caractéristiques des appareils moteurs, récepteurs, des équipements de distribution et de protection. Connaître les différences entre les composants classiques et proportionnels.
4 C + 2 TP	Étude de la génération de débit	Décrire les différents modes de génération de débit : débit constant, débit variable et pilotage en load sensing ou pression constante.
4 C + 12 TP	Exploitation des circuits	Étudier des schémas simples de base. Élaborer des schémas simples d'après un cahier des charges. Réaliser des circuits sur bancs, étudier leur fonctionnement et réaliser les réglages. Mettre en œuvre sur bancs des composants proportionnels, étudier leur fonctionnement et réaliser les réglages.

3. Conduite des installations		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
8 TP	Conduite et maintenance.	Mettre en service, surveiller le fonctionnement et arrêter une installation hydraulique en respectant les règles de sécurité spécifiques à ces installations. Appliquer les règles de conduite, d'entretien et de réparation. Diagnostiquer les incidents de fonctionnement. Exploiter des notices et plans des constructeurs. Assurer l'entretien courant d'une installation hydraulique.

**MODULE M2-5**  
**ÉLECTROTECHNIQUE, ÉLECTRONIQUE ET SYSTÈMES DE COMMANDE**  
**AU NIVEAU DE DIRECTION**  
**(Durée : 274 h)**

**AUTOMATIQUE**

**Durée : 68 h**  
**(Cours : 36 h ; TP : 32 h)**

Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : électrotechnique, électronique et systèmes de commande au niveau de direction

Compétence :

- gérer le fonctionnement du matériel de commande électrique et électronique

<b>1. Généralités</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
36 C + 32 TP	Régulation : principes généraux et correction	Définir ce qu'est une boucle ouverte, une boucle fermée. Définir le principe de la correction TOR. Définir le principe et l'intérêt de la correction à action proportionnelle, ses limites. Définir le principe et l'intérêt de la correction à action intégrale, le temps d'intégration, ses limites. Définir le principe et l'intérêt de la correction à action dérivée, le temps de dérivation. Expérimenter le fonctionnement d'une boucle simple en analysant la réaction de chaque branche pour différentes valeurs de réglage ainsi que le cas particulier du gyropilote. Régulation cascade.
	Régulation : réglage	Savoir mettre en œuvre des méthodes de réglage complémentaires des correcteurs comme par exemple Broïda, Ziegler Nichols "par approximations successives".

Nota : pour l'ensemble des objectifs poursuivis et des compétences attendues, on pourra utiliser des outils de modélisation informatiques du type "Matlab-Simulink".

# MACHINES ELECTRIQUES STATIQUES ET TOURNANTES

**Durée : 70 h**  
**(Cours : 30 h ; TP : 40 h)**

## Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : électrotechnique, électronique et systèmes de commande au niveau de direction

Compétences :

- gérer le fonctionnement du matériel de commande électrique et électronique gérer le dépannage et la remise en état de marche du matériel de commande électrique et électronique
- gérer le dépannage et la remise en état de marche du matériel de commande électrique et électronique

1. Machines synchrones		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
16 C + 20 TP	Alternateur	<p>Décrire les différents types d'excitation.</p> <p>Décrire le système de ventilation et de réfrigération puis de réchauffage, expliquer leurs utilités et donner la liste des équipements avec alarmes de température.</p> <p>Expliquer la nécessité d'un fonctionnement à tension constante.</p> <p>Déterminer le courant d'excitation nécessaire pour débiter un courant quelconque sur le réseau sous la tension nominale. (courbe de réglage)</p> <p>Définir la caractéristique de réglage. Expliquer le rôle et l'importance du régulateur de tension puis expliquer son fonctionnement à partir de son schéma synoptique.</p> <p>Montrer que la puissance active d'un alternateur provient de son moteur d'entraînement via le régulateur de vitesse et que la puissance réactive est réglée par son courant d'excitation via le régulateur de tension.</p> <p>Expliquer la nécessité du couplage de plusieurs alternateurs sur le réseau.</p> <p>Expliquer les conditions de couplage d'un alternateur et les manœuvres garantissant ces conditions (synchronoscope, lampes et régulateurs de vitesse, de tension).</p> <p>Décrire le mode opératoire pour la répartition des puissances active et réactive entre alternateurs.</p> <p>Décrire la procédure de découplage d'un alternateur puis son arrêt.</p> <p>Etablir la stabilité de la marche en parallèle.</p> <p>Montrer et calculer les conséquences des fautes de couplage.</p> <p>Décrire les liens entre le tableau principal et le tableau de secours avec les sécurités.</p> <p>Décrire à la suite d'un « black out », la mise en service automatique du groupe de secours (emplacement par rapport au pont de Franc-bord) et les différentes méthodes de démarrage.</p> <p>Synchrocoupleur automatique</p> <p>Décrire le synoptique d'un synchrocoupleur automatique.</p> <p>Rôle de chaque bloc fonctionnel</p> <p><i>Savoir mettre en œuvre les machines synchrones : câblage, démarrage, tracé des caractéristiques puis couplage pour les alternateurs.</i></p>
	Moteur synchrone	<p>Montrer la réversibilité de l'alternateur.</p> <p>Expliquer le principe de fonctionnement du moteur synchrone et les différentes techniques de démarrage.</p> <p>Définir le schéma équivalent à l'induit et établir le diagramme vectoriel de fonctionnement.</p> <p>Résoudre des exercices de fonctionnement d'un moteur synchrone avec passage en compensateur synchrone.</p> <p>Montrer les avantages et inconvénient de ce type de moteur ainsi que son utilisation en marine</p>

<b>2. Distribution électrique</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
10 C + 16 TP	Schéma de la distribution électrique à bord	Dessiner le schéma unifilaire de principe général d'une installation électrique en faisant apparaître : les alternateurs principaux et de secours, le tableau d'alimentation par la Terre, la traverse, l'alimentation des appareils à courant continu, la liaison du tableau de sauvegarde avec les batteries, l'alimentation en 440 V et 220 V, les disjoncteurs, les transformateurs. Définir les différents schémas et plans électriques disponibles à bord.
	Production de l'énergie électrique, couplage	Citer et décrire les différentes sources d'énergie électrique en fonction des tableaux électriques. En s'appuyant sur la réglementation, montrer l'intérêt d'une telle architecture. Expliquer la raison des différentes sources d'énergie électrique en secours ; les lister dans l'ordre de suppléance avec les appareils alimentés. Énoncer les relais de protection sur les disjoncteurs des alternateurs, les appareils assurant la gestion de la production électrique.
	Alimentation des appareils	Énoncer les différentes tensions utilisées pour l'alimentation des appareils. Montrer à l'aide de dessins, la différence entre le régime de neutre isolé IT et du neutre à la terre TT. Définir le régime de neutre et la présence d'un contrôleur permanent d'isolement. Expliquer le principe de fonctionnement d'un contrôleur permanent d'isolement. Lister les appareils essentiels alimentés par le réseau. Expliquer la sélectivité et le circuit de délestage mais aussi la redondance et l'U.P.S. (uninterruptible power supply). Lister les systèmes d'entraînements électriques à vitesse variable. Savoir utiliser sur les moteurs à courant continu. Savoir utiliser sur les moteurs synchrones et asynchrones. Savoir les dépanner.
	Éclairage	Montrer l'importance d'un éclairage satisfaisant pour la sécurité, la productivité et le confort. Décrire le principe de fonctionnement d'une lampe à incandescence. (pour info) Expliquer la différence entre les lampes pour un éclairage général et celles portatives pour les travaux. Décrire brièvement le fonctionnement, les applications et les précautions d'utilisation des lampes halogènes à tungstène. Expliquer l'affichage de l'énergie lumineuse. Expliquer pourquoi la puissance correcte d'une ampoule doit être respectée. Expliquer le fonctionnement du système d'éclairage de secours en fonction du type d'ampoules utilisées (LED) et de l'alimentation par batterie.
	Câbles électriques	Nommer les matériaux utilisés couramment pour constituer chaque partie d'un câble électrique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les conducteurs ;</li> <li>• l'isolant ;</li> <li>• le gainage.</li> </ul> Décrire les réactions d'un câble électrique à un feu. Expliquer l'importance du serrage des câbles sur un bornier et de leur blocage jusqu'à leur répartition dans les boîtes de jonction ou les coffrets de démarrage...

<b>2. Distribution électrique (suite)</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
	Isolement	<p>Définir l'isolant et son utilité. Décrire les matériaux utilisés et leurs caractéristiques. Décrire les pertes sur un câble isolé. Expliquer pourquoi la résistance d'isolement d'une installation importante est en général plus faible que celle d'une petite installation.</p> <p>Décrire les causes de perte de qualité des isolants. Expliquer pourquoi il est essentiel de ventiler et de réfrigérer les isolants.</p> <p>Calculer la résistance d'isolement d'un réseau, la valeur d'isolement à respecter.</p> <p>Connaître les inconvénients des défauts d'isolement pour la vie humaine et pour le matériel.</p> <p>Décrire les différentes méthodes de contrôle de l'isolement d'une installation ou d'une machine à courant alternatif au repos et en activité.</p> <p>Décrire la méthode de recherche et de localisation des défauts d'isolement sur un réseau et sur une machine.</p> <p>Calculer la valeur du courant de défaut d'isolement sur une installation électrique.</p> <p><i>Savoir identifier des pannes électriques et mesurer l'isolement d'une installation ou d'une machine électrique.</i></p>
	Pollution électromagnétique des réseaux	<p>Définir la pollution électromagnétique des réseaux.</p> <p>Décrire les origines et les conséquences de la pollution électromagnétique des réseaux.</p> <p>Décrire les mesures de la pollution électromagnétique sur les réseaux et les solutions adoptées pour les supprimer ou les réduire.</p>

<b>3. Batterie d'accumulateurs électriques</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
4 C + 4 TP	Batterie d'accumulateurs électriques	<p>Décrire le principe de l'électrolyse, celle de la corrosion électrochimique. Expliquer les caractéristiques telles que la quantité d'électricité et la force contre-électromotrice d'une cuve à électrolyse.</p> <p>Décrire le principe de fonctionnement d'un accumulateur voltaïque et ses caractéristiques.</p> <p>Citer les différents types d'accumulateurs et leur domaine d'emploi.</p> <p>Citer les appareils de routine et de secours normalement alimentés par batterie d'accumulateurs.</p> <p>Mettre en évidence le niveau de tension et d'acide pour le fonctionnement d'un accumulateur alcalin et au plomb.</p> <p>Expliquer les effets sur le courant et la tension de la mise en série et en parallèle d'accumulateurs.</p> <p>Établir que 12 accumulateurs au plomb ou 20 accumulateurs alcalins en série produisent une tension nominale de 24 V.</p> <p>Expliquer les branchements des batteries pour augmenter leur capacité.</p> <p>Expliquer l'effet de la résistance interne des accumulateurs sur sa tension de sortie.</p> <p>Décrire la charge d'une batterie, ses branchements et les dangers.</p> <p>Décrire les conditions de stockage des batteries.</p> <p>Décrire la conduite, l'entretien et les avaries sur les différents types de batterie. Décrire les premiers secours à entreprendre en cas d'exposition des yeux ou du corps à l'électrolyte d'une batterie au plomb ou alcaline.</p> <p>Etablir que l'équipement approprié aux premiers secours doit être disponible dans le local d'emplacement des batteries</p>

# ELECTRONIQUE

**Durée : 76 h**  
**(Cours : 36 h ; TP : 40 h)**

Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : électrotechnique, électronique et systèmes de commande au niveau de direction

Compétences :

- gérer le fonctionnement du matériel de commande électrique et électronique
- gérer le dépannage et la remise en état de marche du matériel de commande électrique et électronique

1. Les composants		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
9 C + 12 TP	Étude des différents composants analogiques et de leurs utilisations usuelles : <ul style="list-style-type: none"><li>- la diode,</li><li>- le Thyristor,</li><li>- le transistor,</li><li>- l'ampli opérationnel.</li></ul>	Réaliser des calculs avec les composants. Réaliser des tests avec les composants. Réaliser des applications simples avec les composants. Étudier, concevoir, réaliser et dépanner des alimentations : <ul style="list-style-type: none"><li>- simples par diodes et transistors,</li><li>- à découpage.</li></ul> Concevoir des filtres actifs ou passifs : <ul style="list-style-type: none"><li>- passe bas,</li><li>- passe haut,</li><li>- passe bande,</li><li>- coupe bande.</li></ul> Réaliser un module de logiques ou de mathématiques : <ul style="list-style-type: none"><li>- amplificateur,</li><li>- sommateur,</li><li>- comparateur,</li><li>- trigger,</li><li>- bascule astable.</li></ul>
5 C + 8 TP	Étude des différents composants numériques et de leurs utilisations usuelles : <ul style="list-style-type: none"><li>- famille TTL et CMOS,</li><li>- logique combinatoire et séquentielle,</li><li>- les microcontrôleurs.</li></ul>	Réaliser des calculs avec les composants Réaliser des tests avec les composants Réaliser des applications simples avec les composants Réaliser un module de logique ou de mathématiques <ul style="list-style-type: none"><li>- compteur,</li><li>- bascule,</li><li>- mémoires,</li><li>- comparateur.</li></ul>

<b>2. Du capteur à l'actionneur</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
22 C + 20 TP	<p>Étude des différents éléments fonctionnels qui compose la chaîne complète entre le capteur et l'actionneur en passant par le traitement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'échantillonnage,</li> <li>- la transmission,</li> <li>- la Conversion Analogique Numérique (CAN),</li> <li>- le traitement,</li> <li>- la Conversion Numérique Analogique (CNA).</li> </ul>	<p>Analyser, et réparer les différents bus de transmission de données :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le CAN,</li> <li>- le PCI,</li> <li>- le 4-20mA,</li> <li>- le VME,</li> <li>- Ethernet.</li> </ul> <p>Étudier les différentes méthodes de conversions Analogique Numérique et Numérique Analogique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- R – 2R,</li> <li>- simple rampe,</li> <li>- double rampe.</li> </ul> <p>Identifier et réparer les différents éléments de la chaîne :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analyse du fonctionnement (quoi tester et comment),</li> <li>- réparation des éléments défectueux,</li> <li>- envoi des bonnes informations au support.</li> </ul> <p>Créer des éléments de dépannage rapide :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- création d'une alimentation.</li> <li>- création de filtres.</li> </ul> <p>Connaître les bonnes pratiques en électronique</p>

# ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

**Durée : 60 h**  
**(Cours : 30 h ; TP : 30 h)**

Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : électrotechnique, électronique et systèmes de commande au niveau de direction

Compétences :

- gérer le fonctionnement du matériel de commande électrique et électronique
- gérer le dépannage et la remise en état de marche du matériel de commande électrique et électronique

1. Électronique de puissance		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
30 C + 30 TP	Étude des différents composants de l'électronique de puissance : thyristor, IGBT types, caractéristiques, utilisation	Énoncer les principes de base de l'électronique de puissance Énoncer le principe de fonctionnement des composants de l'électronique de puissance et leurs principales caractéristiques
	Étude des différents convertisseurs statiques d'énergie : <ul style="list-style-type: none"><li>• redresseurs,</li><li>• hacheurs,</li><li>• onduleurs,</li><li>• gradateurs.</li></ul> Application aux variateurs de vitesse : <ul style="list-style-type: none"><li>• des moteurs à courant continu,</li><li>• des moteurs synchrones,</li><li>• des moteurs asynchrones.</li></ul> Les quadrants de fonctionnement et la récupération d'énergie	Maîtriser le fonctionnement des principaux convertisseurs statiques d'énergie Mettre en œuvre les variateurs de vitesse (programmation, réglages etc.) Diagnostiquer un défaut et être capable d'y remédier

**MODULE M3-5**  
**CONTROLE DE L'EXPLOITATION ET ASSISTANCE AUX PERSONNES A BORD**  
**AU NIVEAU DE DIRECTION**  
**(Durée : 48 h)**

**STABILITE APRES AVARIE**

**Durée : 24 h**  
**(Cours : 12 h ; TD : 12 h)**

Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : contrôle de l'exploitation du navire et assistance aux personnes à bord au niveau de direction.

Compétence :

- contrôler l'assiette, la stabilité et les contraintes

<b>1. Rappels sur les calculs courants d'assiette et de stabilité</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
4 C + 4 TD	Stabilité initiale transversale en statique	Calculer la gîte et les tirants d'eau bâbord et tribord à partir d'un devis de poids.
	Stabilité initiale longitudinale en statique	Calculer l'assiette et les tirants d'eau arrière et avant à partir d'un devis de poids.
	Mouvements de poids et effet des carènes liquides	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 l'effet d'une carène liquide sur la distance métacentrique initiale transversale et le Module de Stabilité Initiale Transversale.
	Embarquement ou débarquement de poids : Méthode approchée du centre additionnel applicable à de faibles poids	Calculer le poids nécessaire pour enfoncer le navire de 1 cm de manière isocline (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 et le TPC. Calculer la distance entre deux points conjugués et les verticales d'indifférence.

<b>2. Échouement et échouage</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
4 C + 4 TD	Échouement en un point de la quille situé dans le plan de symétrie	Calculer l'effet de l'échouement en un point de la quille situé dans le plan de symétrie sur l'équilibre du navire et sa stabilité dans le plan transversal et longitudinal.
		Expliquer les mesures à prendre pour déséchouer le navire. Calculer l'effet de la variation du niveau de l'eau sur la valeur de la poussée. Calculer le poids à déplacer, à débarquer ou à embarquer en fonction de sa distance par rapport au point d'échouement pour déséchouer le navire.
	Échouage en bassin	Décrire la procédure d'échouage en bassin. Calculer la poussée maximale lors de l'échouage en bassin.

3. Voie d'eau		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
3 C + 3 TD	Envahissement et perte de stabilité par carènes liquides	<p>Citer la définition réglementaire de l'angle de début d'envahissement. Calculer l'effet d'un envahissement important sur l'équilibre du navire et sa stabilité dans le plan transversal et longitudinal par la méthode des poids additionnels, consécutif :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ à une voie d'eau ;</li> <li>○ à un envahissement par les hauts ;</li> <li>○ à la lutte contre l'incendie.</li> </ul>
		Énumérer les mesures à prendre dans chaque cas, notamment pour les navires transbordeurs.

4. Fatigues de coques		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
1 C + 1 TD	Effort tranchant et moment fléchissant	<p>Citer la définition d'un effort tranchant et d'un moment fléchissant puis les calculer à partir de l'exemple de la poutre parallélépipédique.</p>
		Apprécier les efforts tranchants et moments fléchissants sur simulateurs de chargement.

# REGLEMENTATION ET SECURITE AU TRAVAIL

**Durée : 24 h**  
**(Cours : 24 h)**

## Références STCW :

Tableau A-III/2

Fonction : Entretien et réparation au niveau de direction

Compétence :

- Gérer des procédures sûres et efficaces d'entretien et de réparation
- Garantir des pratiques de travail sûres

1. Pratiques de la maintenance navale		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
10 C	Pratiques de la sécurité du travail	<p>Expliquer l'estimation des risques</p> <p>Expliquer les exigences visant à garantir que l'équipement de travail est sécurisé.</p> <p>Savoir rédiger un permis de travail</p> <p>Savoir rédiger un plan de prévention et d'intervention</p> <p>Expliquer une procédure d'urgence type à bord d'un navire.</p> <p>Expliquer l'utilisation des fiches de procédures de sécurité</p> <p>Expliquer les précautions à prendre pour minimiser les risques d'incendie et décrire les procédures pour entreprendre des travaux à chaud à bord des navires</p> <p>Décrire les gestes et comportements protégeant la personne.</p> <p>Décrire les travaux en hauteur, sur calorifugeage, sur réfrigérants, dans les locaux machines sans personnel ; dans certains locaux sensibles,</p> <p>Identifier les risques et définir les procédures de sécurité dans des espaces clos et confinés</p> <p>Expliquer les autorisations de travail en situations particulières</p> <p>Identifier les pratiques sécuritaires pour la manutention manuelle</p> <p>Décrire l'utilisation des outils usuels à bord (outils, matériaux abrasifs, hydrauliques et pneumatiques).</p> <p>Expliquer les procédures pour l'utilisation sécurisée des installations de levage, les techniques de levage et les méthodes de prévention des atteintes et blessures dorsolombaires</p> <p>Décrire les précautions à prendre avant le démarrage d'une machine, et la sécurisation des équipements lourds avant entretien</p> <p>Exposer la connaissance pratique des pratiques de travail sûres et de la sécurité individuelle à bord. Décrire les équipements de protection individuelle (EPI).</p> <p>La sécurité chimique et la protection contre les risques biologique</p> <p>Expliquer les précautions à prendre pour entreprendre des travaux de peinture à la machine, dans l'enceinte portuaire pour la protection du plan d'eau.</p> <p>Expliquer les précautions à prendre sur l'utilisation des produits dangereux et la connaissance des fiches sécurité</p> <p>Apprendre à connaître et à minimiser les effets du bruit et des vibrations à la machine.</p>
4 C	Utiliser le Matériel électrique en toute sécurité	<p>Expliquer l'utilisation et fonctionnement du matériel électrique en toute sécurité, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• les précautions de sécurité à prendre avant d'entamer les travaux ou les réparations. (sécurité électrique et sécurité mécanique</li><li>• Les procédures d'isolement (verrouillage et marquage, systèmes d'autorisation de travail)</li><li>• les différents niveaux d'habilitation</li><li>• Les procédures d'urgence</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les différentes tensions utilisées à bord</li> <li>• Identifier les causes des décharges électriques et des précautions à prendre pour les éviter</li> </ul>
--	--	---

<b>2. Sécurité et santé au travail</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
1 C	Les principes généraux de la prévention des risques au travail	Maîtriser les grands principes du droit de la sécurité et la santé au travail applicables dans le domaine maritime
1 C	La réglementation relative à l'usage des équipements de travail et les moyens de protection	Expliquer la réglementation applicable du code du travail relative aux équipements et moyens de protection
1,5 C	Le document unique de prévention	Maîtriser le document unique tant dans sa dimension réglementaire que pratique notamment à travers les ressources pédagogiques disponibles Décrire le document unique de prévention (DUERP) Savoir rédiger un permis de travail Savoir rédiger un plan de prévention et d'intervention
1,5 C	Un outil d'analyse des accidents du travail : l'arbre des causes	Maîtriser notamment à travers de cas pratique la réalisation d'un arbre des causes et leur utilisation pour la prévention des accidents. Être capable d'utiliser un outil d'analyse des risques. Expliquer le CHSCT Savoir organiser les interventions d'entreprises sous-traitantes du point de vue de la législation du travail.
1 C	Les sanctions pénales des atteintes à la sécurité et la santé au travail et les poursuites judiciaires	Maîtriser la dimension pénale des atteintes à la sécurité et la santé au travail et les conséquences pour l'officier

<b>3. La réglementation de la sécurité</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
2 C	Le code sur le management de la sécurité	Connaître le code ISM.
1 C	Le contrôle au titre de l'État du port	Maîtriser le contrôle par l'État du port.
1 C	Le facteur humain	Acquérir les bases du facteur humain et ses conséquences.
	La gestion de crises	Connaître la réglementation et les différents plans de gestion de crises.

**MODULE NM-5**  
**MODULE NATIONAL MACHINE AU NIVEAU DE DIRECTION**  
**(Durée : 192 h)**

**MATHEMATIQUES**

**Durée : 50 h**  
**(Cours : 20 h ; TD : 30 h)**

<b>1. Rappels de mathématiques</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
4 C + 3 TD	Fonction affine	Représenter une fonction affine sur un plan orthonormé
	Équations et inéquations du premier degré	Résoudre des équations du premier degré en utilisant : <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ le calcul sur les puissances des nombres et sur les inconnues ;</li> <li>✓ les puissances de 10 ;</li> <li>✓ les racines ;</li> <li>✓ les identités remarquables ;</li> <li>✓ une méthode graphique.</li> </ul> Résoudre une inéquation du premier degré.
	Géométrie plane	Représenter une droite dans un repère orthonormé. Montrer que deux droites sont parallèles ou perpendiculaires. Trouver le point d'intersection de deux droites non parallèles.
	Système d'équation du premier degré	Résoudre un système d'équations du premier degré à 2 et à 3 inconnues en utilisant des méthodes de calcul ou des méthodes graphiques.
	Polynômes et fractions	Factorisation des polynômes, racines complexes des polynômes à coefficients réels, division suivant les puissances croissantes et suivant les puissances décroissantes (utilisation des Identités remarquables : $(a+b)^2$ ; $(a-b)^2$ ; $(a+b)^3$ ; $(a-b)^3$ ; $a^2 - b^2$ ). Décomposition en éléments simples dans l'ensemble des nombres réels d'une fraction rationnelle à coefficients réels (on ne traitera que des cas où le degré du dénominateur est peu élevé).
Équations du second degré	Résoudre une équation du second degré. Représenter une fonction du second degré sur un repère orthonormé. Résoudre une équation du second degré avec une méthode graphique.	

2. Étude de fonctions		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
6 C + 11 TD	Généralités sur les fonctions usuelles	Définir ce qu'est une fonction continue. Représenter une fonction usuelle sur un repère orthonormé. Définir si une fonction est paire, impaire, périodique, continue. Calculer les limites d'une fonction quand « x » tend vers l'infini ou vers une valeur définie.
	Dérivée	Calculer la limite de quand $\Delta x$ tend vers 0. Définir la dérivée d'une fonction. Montrer graphiquement que la dérivée d'une fonction pour $x = a$ est la tangente de cette fonction au point considéré. Intérêt de connaître pour quelle valeur la dérivée d'une fonction est nulle. Définir la dérivée d'une fonction usuelle. Calculer la dérivée d'une fonction complexe par changement de variables ou association de fonction [fog ou f(g(x))] Calculer les variations et les extremums d'une fonction. Calculer une dérivée seconde ou la dérivée de la dérivée d'une fonction.
	Intégrale	Définir ce qu'est la primitive d'une fonction et son intégrale sur un intervalle défini. Exposer les deux aspects d'une primitive : si F est la primitive de f, alors f est la dérivée de F ; la primitive d'une fonction permet de calculer l'aire définie sous une fonction entre deux points. Représenter graphiquement l'intégrale d'une fonction sur un intervalle. Calcul approché des intégrales définies : méthode des trapèzes et de Simpson. Calculer la primitive des fonctions usuelles. Utiliser les règles d'intégration par partie ou par changement de variables. Tableau primitives-dérivées des fonctions usuelles (fonctions $x \rightarrow x^n$ , $x \rightarrow \sqrt{x}$ , $x \rightarrow \ln x$ ). Application de la dérivation des fonctions composées à la primitivation de $u/u'$ , $u'u_n$ .
	Fonctions sinusoïdales	Définir les fonctions sinusoïdales à l'aide du cercle, etc. Montrer la variation d'une fonction sinusoïdale. Mettre en évidence la notion de congruence modulo $2\pi$ . Calculer la dérivée et l'intégrale d'une fonction sinusoïdale.
	Exponentielle	Définir la fonction exponentielle telle que la dérivée d'une exponentielle est une exponentielle. Calculer l'exponentielle d'un nombre. Définir un nombre en connaissant la valeur de son exponentielle.
	Logarithme	Définir la fonction logarithme de deux manières : « inverse de l'exponentielle » ou telle que la dérivée de la fonction logarithme pour $x = a$ est $1/x$ . Calculer le logarithme d'un nombre. Définir un nombre en connaissant son logarithme.
	Équations différentielles	Résolution des équations différentielles à coefficients constants : $a.y' + b.y = k$ et $a.y' + b.y = k.\sin(\omega x + \varphi)$ où a, b, k, $\omega$ , $\varphi$ sont les coefficients constants.

3. Nombres imaginaires ou complexes		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
5 C + 8 TD	Généralités	Définir le nombre imaginaire « i » tel que $i^2 = -1$ . Interprétation géométrique : montrer qu'un nombre imaginaire permet de représenter un vecteur sur un repère orthonormé. Écrire un nombre complexe sous ses deux formes : polaire et paramétrique ou cartésienne. Calculer le module et argument d'un nombre complexe à partir de ses coordonnées paramétriques. Écrire un nombre complexe sous sa forme exponentielle.
	Calculs	Réaliser les opérations simples avec des nombres complexes : addition, soustraction, produit et division. Méthodes de calcul du module et de l'argument d'un nombre complexe. Nombre complexe et nombre conjugué.
	Formes	Exprimer un nombre complexe dans les trois formes possibles : polaires, paramétriques ou cartésiennes et exponentielle. $z = r \cdot \cos\theta + jr \cdot \sin\theta = (r ; \theta) = r \cdot e^{j\theta}$ Formules de Moivre et d'Euler.

4. Vecteurs, géométrie plane et trigonométrie		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
5 C + 8 TD	Vecteurs	Représenter des vecteurs dans un repère orthonormé à deux et à trois dimensions. Définir un vecteur par ses coordonnées polaires ou cartésiennes dans un repère orthonormé à deux ou à trois dimensions. Différentes méthodes d'écriture, entre autres : complexe ou matricielle.
	Calculs sur les vecteurs	Effectuer les calculs classiques sur des vecteurs par des méthodes mathématiques et graphiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- calcul de la norme et de l'argument,</li> <li>- addition,</li> <li>- soustraction,</li> <li>- produit scalaire,</li> <li>- produit vectoriel.</li> </ul>
	Vecteurs de Fresnel	On peut représenter une fonction sinusoïdale par un vecteur. Utiliser une méthode graphique pour additionner, soustraire, dériver et intégrer une fonction sinusoïdale.
	Géométrie plane	Utiliser les relations trigonométriques dans le triangle rectangle et quelconque. Calculer le barycentre de formes géométriques simples. <i>Utile en stabilité.</i>
	Trigonométrie	Définir le sinus, le cosinus, la tangente et la cotangente d'un angle sur le cercle trigonométrique. Démonstration des formules de transformation des expressions trigonométriques et utilisation : <ul style="list-style-type: none"> <li>- symétrie, parité, congruence</li> <li>- formules d'addition et de différence : <math>\cos(a+b)</math> ; <math>\sin(a-b)</math> ; ...</li> <li>- formules de duplication et d'angle moitié : <math>\cos 2a</math> ; <math>\sin(a/2)</math> ;</li> <li>- formules de Simpson, de Moivre et d'Euler ;</li> </ul> Savoir résoudre les équations trigonométriques se ramenant aux types : a étant dans l'intervalle $[-1 ; 1]$ , $\sin(x) = a$ ; $\cos(x) = a$ ; c appartenant à l'ensemble des réels, $\tan(x) = c$ et (A, B, C) appartenant à l'ensemble des réels. $A \cdot \sin(x) + B \cdot \cos(x) = C$

# PHYSIQUE

Durée : 24 h  
(Cours : 21 h ; TD : 3 h)

1. Écoulement des fluides		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
1 C + 3 TD	Rappel de statique	Rappel de la décomposition du vecteur force en 2 et 3 D Rappel de la définition des moments de forces avec utilisation des produits vectoriels. Rappel du principe général de la statique avec étude de système simple subissant des efforts en 2 et 3 Dimensions. Étude de système isolé composant dans un ensemble technique Après avoir fait de simple rappel du PFS ; les apprenants doivent pouvoir faire l'étude de systèmes isolés en utilisant l'outil des torseurs ! Exemple d'une force sur une dent d'engrenage...

2. Écoulement des fluides		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
2 C	Définition de la viscosité dynamique	Exposer que la viscosité est liée à la facilité d'écoulement d'un fluide. Connaître l'expression mathématique de la viscosité dynamique et exposer ce que cela signifie concrètement. Savoir utiliser les tables des différentes expressions de la viscosité.
2 C	Différents types d'écoulement	Exposer les différences qui existent entre les écoulements parfaits, laminaires et turbulents et dans quelles conditions ils apparaissent. Savoir appliquer la formule du nombre de Reynolds à un écoulement. Savoir utiliser un abaque pour déterminer la taille d'un tube compte tenu du débit et de la viscosité du fluide à transporter.
1 C	Pertes en charge dans un circuit	Énumérer les principales pertes de charges dans un circuit. Savoir utiliser un abaque pour les déterminer dans un circuit particulier.
3 C	Équation générale d'écoulement des fluides	Connaître l'équation générale d'écoulement des fluides. Savoir l'utiliser pour résoudre des problèmes simples dans des circuits avec ou sans pertes de charges. Application à différents appareils : tuyères, diffuseurs, éjecteurs, turbine centrifète.

<b>3. Thermique</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
4 C	Température et énergie calorifique.	Donner la définition de la température Celsius et de la température Kelvin. Exposer le principe fondamental de la calorimétrie : $Q = m.C.\Delta t$ . Définir la chaleur massique d'un corps. Exposer les changements d'état d'un corps pur. Définir la chaleur latente d'un corps pur lors d'un changement d'état. Résoudre des problèmes simples de calorimétrie mettant en jeu des échanges de chaleur avec ou sans changement d'état.
2C	Différents modes de transmission de la chaleur.	Expliquer simplement les différents modes de transmission de la chaleur : rayonnement, conduction, convection. Donner des exemples de chacun de ces modes dans des applications industrielles.
6 C	Échangeurs chaleur.	Calculer le coefficient de transmission de la chaleur, K, à travers une paroi. En déduire le coefficient d'isolation thermique, $R = 1/K$ . Calculer le flux de chaleur échangé à travers les parois d'un échangeur de chaleur. Résoudre des exercices simples d'échange de chaleur dans des échangeurs. Calculer l'influence des dépôts de suie ou de tartre et de l'encrassement d'un échangeur. Calculer le coefficient d'efficacité d'un échangeur et exposer sa signification et son intérêt.

## ANGLAIS DE GESTION ET DE DIRECTION

**Durée : 70 h**  
**(Cours : 30 h ; TD : 40 h)**

<b>1. Shipbuilding</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
8 C + 16 TP	Shipbuilding, contract specifications	Display : <ul style="list-style-type: none"> <li>- General purpose</li> <li>- General description an basic characteristics</li> <li>- Capacities</li> <li>- Design parameters</li> <li>- Rules and regulations</li> <li>- Hydrostatics and hydrodynamics</li> <li>- Progress of construction</li> <li>- Test and trials</li> <li>- Extent of delivery</li> <li>- Hull, superstructure and deckhouse</li> <li>- Outfitting</li> <li>- Accommodation</li> <li>- Machinery</li> <li>- Electrical installation</li> <li>- Automation</li> <li>- Lighting</li> </ul> Makers' list

<b>2. Ship repair</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
14 C + 16 TP	Dry dock specifications	Display the dry dock specifications: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Docking plan</li> <li>- General services</li> <li>- Dry dock works</li> <li>- Ballast &amp; capacities works</li> <li>- Main engines works</li> <li>- Auxiliary engins works</li> <li>- Electric works &amp; electric motors</li> <li>- Electronic and low voltage works</li> <li>- Deck equipments</li> <li>- Roro equipments</li> <li>- Piping works</li> <li>- Steel works</li> <li>- Accommodations works</li> <li>- Life saving &amp; safety equipments</li> </ul> Outstanding items

<b>3. Ship to shore meeting</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
8 C + 8 TP	Meeting with dry-dock team about the dry dock specifications.	Explain how the meeting with dry dock specifications is. Explain the relationship with the site Explain the relationship with the crew Explain the relationship with the management

# DROIT MARITIME

Durée : 24 h  
(Cours : 24 h)

<b>1. Droit maritime</b> <b>Le navire et son exploitation</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
1 C	Le navire	Définir le statut du navire, propriété, francisation et immatriculation – premier registre et registre international français.
1 C	Les contrats d'affrètement de navires	Expliquer les différences entre les trois principaux types de contrats d'affrètement.
1 C	L'assistance maritime	Expliquer les grands principes de l'assistance maritime.

<b>2. Droit du travail maritime</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
1 C	Le droit international du travail maritime	Interpréter la Convention consolidée du travail maritime et ses conséquences en droit du travail pour les navires sous pavillon français et sous un autre pavillon
1 C	Les sources du droit du travail	Identifier les sources du droit du travail maritime – internationales – nationales : le code des transports, le code du travail, les conventions collectives, la jurisprudence et la doctrine
1 C	Le contrat de travail	Expliquer la formation et le contenu du contrat de travail (CDD, au voyage, CDI)
	La rupture du contrat de travail	Décrire les différents modes de rupture des contrats de travail (CDD, CDI, rupture conventionnelle)
1 C	La durée du travail	Expliquer la réglementation sur le temps de travail et sa déclinaison dans le travail maritime
1 C	Les repos et les congés	Décrire la réglementation en droit du travail maritime sur les repos et congés
1 C	Le salaire	Expliquer la réglementation sur le salaire en droit du travail maritime

<b>3. Les contrôles des navires</b> <b>Le contrôle au titre de l'État du pavillon et de l'état du port</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
1,5 C	Le contrôle au titre de l'État du pavillon	Expliquer les conditions et modalités de délivrance, visa, renouvellement, suspension et retrait des titres de sécurité et de prévention de la pollution par les navires.
1,5 C	Le contrôle au titre de l'état du port	Expliquer les principes des contrôles au titre de l'état du port. Le mémorandum de Paris.

<b>4. Le sauvetage en mer</b> <b>Droit et organisation internationale et nationale</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
2 C	Le droit et l'organisation des secours en mer	Décrire les conventions internationales et le droit national des secours en mer ainsi que l'organisation tant internationale que nationale

<b>5. le droit portuaire</b> <b>Le régime juridique des différentes catégories de ports</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
1,5 C	Le droit portuaire	Décrire les grands régimes juridiques d'exploitation des ports.
1,5 C	Le code des ports maritimes et les différentes réglementations particulières	Décrire les différentes réglementations susceptibles d'intervenir dans l'exploitation des navires. (Circulation portuaire, signalisation particulière, marchandises dangereuses, etc..).

<b>6. Le droit et la sécurité au travail</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
1 C	La sécurité et la santé au travail en droit international	<i>Remise à niveau et actualisation des connaissances acquises en chef 3000 kW.</i>
1 C	La sécurité et la santé au travail en droit international et responsabilité pénale	<i>Remise à niveau et actualisation des connaissances acquises en chef 3000 kW.</i>

<b>7. Le droit de l'environnement marin</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
1,5 C	La réglementation internationale et nationale concernant les atteintes à l'environnement marin	Décrire les normes et les textes du Code de l'environnement sanctionnant les atteintes à l'environnement marin
1,5 C	Procédure pénale et compétence juridictionnelle en droit des atteintes à l'environnement marin	Expliquer la procédure pénale lors de pollution marine par rejets en mer et les tribunaux compétents ainsi que le déroulement d'un procès

<b>8. Les organisations internationales</b>		
<b>Durée</b>	<b>Compétences</b>	<b>Connaissances, compréhension et aptitude</b>
1 C	L'Organisation maritime internationale (OMI)	Expliquer l'organisation et les missions de l'OMI et de l'OIT
	L'Organisation internationale du travail (OIT)	Expliquer l'OIT et ses missions dans le domaine du travail maritime
1 C	L'OHI, l'OMM, l'AISM et l'AESM	Enoncer les organisations subsidiaires intervenantes dans le domaine de la sécurité maritime

## COMMERCE MARITIME

Durée : 24 h  
(Cours : 24 h)

1. Le commerce maritime		
Durée	Compétences	Connaissances, compréhension et aptitude
2 C	Les opérations commerciales	Décrire les différents types d'exploitation commerciale d'un navire.
5 C	Les auxiliaires du transport maritime	Énumérer les différents auxiliaires du transport maritime et préciser leur rôle. Le transitaire et le commissionnaire de transport. L'agent maritime et le consignataire. Les courtiers. L'entrepreneur de manutention et l'acconier. Le subrécargue et l'expert maritime.
3 C	L'organisation des ports maritimes	Indiquer le rôle des officiers de port, des pilotes, des personnels des remorqueurs, des lamaneurs et des éclusiers. Caractériser les statuts des différents ports. Préciser les conditions d'emploi de l'outillage portuaire.
4 C	Les contrats d'affrètement	Définir les différents types de contrat d'affrètement. Décrire une charte partie au voyage. Décrire la pratique d'un affrètement.
3 C	Les contrats de transport	Définir les différents types de connaissements. Décrire un connaissement à ordre.
1 C	Les ventes maritimes	Décrire les différentes particularités du transport maritime : le crédit documentaire, les conditions de lignes (linerterms) les incoterms,
2 C	Responsabilité du transporteur	Décrire les motifs d'exonération du transporteur, la réglementation, la limitation de responsabilité du transporteur, le cas particulier du transport des passagers.
2 C	Responsabilité du propriétaire de navire	Décrire les motifs d'exonération du propriétaire de navire, la réglementation, la limitation de responsabilité du propriétaire de navire, le fonds de limitation du propriétaire de navire, la responsabilité pour pollution (cl+fipol).
1 C	Les avaries	Définir la notion d'avarie particulière et d'avarie communes.
1 C	Les assurances maritimes	Décrire une assurance corps et une assurance facultés.

### Annexe III

#### Conditions d'obtention des modules conduisant à la délivrance du diplôme de chef mécanicien 8 000 kW

Les modules nécessaires à l'acquisition du diplôme de chef mécanicien 8 000 kW sont au nombre de quatre :

- Module M1-5 (Mécanique navale au niveau de direction)
- Module M2-5 (Électrotechnique, électronique et systèmes de commande au niveau de direction)
- Module M3-5 (Contrôle de l'exploitation du navire et assistance aux personnes à bord au niveau de direction)
- Module NM-5 (Module National Machine au niveau de direction)

L'évaluation des modules conduisant à la délivrance de chef mécanicien 8 000 kW est constituée de plusieurs épreuves conformément au tableau ci-dessous :

Matières	Coefficients	Modalités d'évaluation	Durée
<b>Module M1-5 (Mécanique navale au niveau de direction)</b>			
Rapport technique et simulateur machine perfectionnement 1	1	Une épreuve finale écrite	3_h
Rapport technique et simulateur machine perfectionnement 2	1	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Rapport technique et simulateur machine perfectionnement 3	1	Une épreuve pratique sur simulateur en cours de formation*	-
GMAO 1	0,5	Une épreuve écrite en cours de formation	-
GMAO 2	1	Une épreuve pratique en cours de formation *	-
Conduite essais et incidents de fonctionnement machine 1	0,5	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Conduite essais et incidents de fonctionnement machine 2	1	Une épreuve pratique en cours de formation *	-
Lecture de plan	1	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Installations frigorifiques 1	0,5	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Installations frigorifiques 2	0,5	Une épreuve pratique en cours de formation *	-
Hydraulique 1	0,5	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Hydraulique 2	0,5	Une épreuve pratique en cours de formation *	-
<b>Module M2-5 (Électrotechnique, électronique et systèmes de commande au niveau de direction)</b>			
Automatique 1	0,5	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Automatique 2	0,5	Une épreuve pratique en cours de formation	-
Automatique 3	0,5	Une épreuve pratique en cours de formation	-
Machines électriques statiques et tournantes 1	0,5	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Machines électriques statiques et tournantes 2	1	Une épreuve pratique en cours de formation*	-
Électronique composants et capteurs 1	0,5	Une épreuve écrite en cours de formation	-

Électronique composants et capteurs 2	1	Une épreuve pratique en cours de formation*	
Electronique de puissance 1	0,5	Une épreuve écrite en cours de formation	
Électronique de puissance 2	0,5	Une épreuve pratique en cours de formation*	-
<b>Module M3-5 (Contrôle de l'exploitation du navire et assistance aux personnes à bord au niveau de direction)</b>			
Stabilité après avarie	1	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Réglementation et sécurité du travail	1	Une épreuve écrite en cours de formation	-
<b>Module NM-5 (Module National Machine au niveau de direction)</b>			
Mathématiques	1	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Physique	1	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Anglais de gestion et de direction 1	1	Une épreuve finale écrite	2 h
Anglais de gestion et de direction 2	1	Une épreuve orale en cours de formation	
Droit maritime	1	Une épreuve écrite en cours de formation	-
Commerce maritime	1	Une épreuve écrite en cours de formation	-

\* Ces épreuves pratiques peuvent comporter deux situations d'évaluation. La note obtenue à l'épreuve est alors constituée par la moyenne arithmétique des notes obtenues aux deux situations d'évaluation.

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

Sont éliminatoires :

- une note inférieure à 3 à l'une des épreuves,
- une note inférieure à 10 à l'une des épreuves pratiques sur simulateur machine.