

**BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ**

Maintenance des Systèmes électronavals

ANNEXE A

Référentiel des activités professionnelles

Le référentiel des activités professionnelles est une analyse qui se veut **prospective à 5 ou 10 ans**, des grandes activités, supposées maîtrisées après le temps moyen d'adaptation nécessaire, que recouvrent les emplois susceptibles d'occuper les futurs titulaires du diplôme.

1. ASPECTS DU METIER

Naviguer professionnellement, c'est entre autres conduire le navire. Pour assurer sa conduite, il faut des membres d'équipage formés aux techniques de navigation, d'autres au fonctionnement et la gestion des machines.

Quel que soit le métier exercé dans les différentes filières, les gens de mer possèdent des qualités communes : rigueur, bonne santé, esprit d'équipe. Plus particulièrement, le métier de technicien supérieur embarqué impose des exigences d'habileté gestuelle, des capacités à suivre et à interpréter des procédures plus ou moins complexes et aussi des capacités d'intervention (veille, alerte, analyse et résolution de problèmes en situation) et de prise d'initiatives individuelles ou collectives. Cet ensemble d'éléments de qualités et une grande part d'autonomie caractérise le métier de marin.

Le titulaire du brevet de technicien supérieur maritime « Maintenance des Systèmes Electro-Navals » (MASEN), sous réserve de l'aptitude physique et de l'obtention des certificats nécessaires à la navigation, peut tenir à bord :

- ✓ immédiatement à l'issue de sa formation, un poste de technicien chargé de la surveillance et de la maintenance des installations électroniques, informatiques, de contrôle et de commande – qui se situe entre l'équipage et les officiers ;
- ✓ après le temps d'adaptation nécessaire à la maîtrise des grandes activités, les fonctions d'officier spécialisé – conseil et expertise auprès du commandement du navire - encadrement du personnel d'exécution des spécialités de la machine.

En outre, le cursus des formations professionnelles maritimes donne la possibilité au détenteur de ce BTSM d'accéder par la voie de la formation initiale soit par la voie de la promotion sociale et après des temps de navigation réglementaires :

- ✓ à des fonctions de second ou de chef mécanicien à bord des navires de pêche de puissance illimitée ;
- ✓ à des fonctions d'officier, de second ou de chef mécanicien sur des navires marchands de puissance illimitée.

Quelques informations

Sur la marine marchande

Le marin du commerce navigue au cabotage, national ou international, et au long cours. Au cabotage, il reste à proximité des côtes. Au long cours, il effectue des traversées transocéaniques. En général, il part plusieurs mois avec un équipage d'une vingtaine d'hommes.

Les compagnies maritimes françaises sont présentes dans tous les secteurs d'activité :

- ✓ transport de marchandises (pétrole, gaz, produits chimiques, conteneurs...)
- ✓ transport de passagers (car-ferries, croisières...)
- ✓ activités maritimes spécialisées (recherche océanographique, recherche sismique, avitaillement off shore...)
- ✓ activités portuaires (pilotage, remorquage, lamanage...).

Sur la pêche maritime

Le métier de marin pêcheur varie en fonction de la taille du navire, de la technique de pêche utilisée, de la durée d'absence du port, des zones de pêche fréquentées, des espèces capturées et de la production visée.

Selon ces variables, le navire possède des caractéristiques différentes :

- ✓ navires de pêche industrielle et semi-industrielle de plus de 25 mètres ;
- ✓ navires de pêche artisanale et hauturière de 12 à 25 mètres ;
- ✓ navires de petite pêche de moins de 12 mètres.

2. ANALYSE DE L'ACTIVITE

Contexte, secteur d'activité, entreprises :

Le technicien supérieur maritime est amené à exercer son activité dans des entreprises du secteur maritime, dans un contexte réglementaire international (la langue internationale professionnelle est l'anglais).

- ✓ Lorsqu'il est embarqué, sous réserve de satisfaire aux conditions physiques et réglementaires, il participe à la conduite et à la maintenance, dans les différents domaines de sa spécialité (électronique, informatique et contrôle-commande...) des machines principales et auxiliaires, ainsi que des équipements nécessaires aux opérations d'exploitation propres au type particulier de navire considéré.
- ✓ A terre :
 - il peut occuper des responsabilités d'agent de maîtrise et de cadre dans des entreprises du secteur maritime et para-maritime (chantiers de réparation navale, services techniques de l'armement, ...)
 - il peut prétendre à occuper des postes dans les organisations professionnelles.

Selon la taille de l'entreprise du secteur maritime et le type de navigation le titulaire, en tant qu'officier, est appelé à exercer les activités d'exécution ou d'encadrement de l'ensemble des tâches qui lui sont confiées : il peut être technicien expert, contremaître, ou cadre supérieur de l'entreprise.

Son potentiel lui permet d'assumer à terme des responsabilités plus étendues en accédant, s'il répond aux conditions réglementaires à des titres maritimes supérieurs (pêche ou commerce).

Description des activités professionnelles :

Lorsqu'il est embarqué, le titulaire du brevet de technicien supérieur maritime MASEN exerce son activité dans un environnement délimité par les contraintes liées au travail à bord d'un navire : réglementation internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, réglementation liée à la sécurité du travail, réglementation maritime et normes de qualité.

A bord, le titulaire du BTSM MASEN, tout en assurant, en toutes circonstances sa sécurité, celle de l'équipage et celle du navire, encadre, participe ou assure les activités de maintenance et d'exploitation des installations suivantes :

- ✓ systèmes électrotechniques navals ;
- ✓ systèmes de contrôle-commande, de régulation et d'asservissement ;
- ✓ systèmes électroniques navals ;
- ✓ systèmes informatiques embarqués.

Selon son emploi il est amené à utiliser l'ensemble des appareils de contrôle de la conduite des installations, les moyens de communication, et les outils de gestion.

Les caractéristiques du métier varient en fonction de la taille des navires, du type de navire (navire de charge, à passager ou autre) de la durée d'absence du port et des zones fréquentées. Les conditions de travail nécessitent une bonne condition physique. Le respect des normes de sécurité est une constante impérative.

A terre les caractéristiques des métiers varient selon les activités et la nature de l'entreprise.

Activités transversales :

Les activités décrites ci-dessus, réalisées au sein d'une équipe de projet ou d'exploitation, s'effectuent en étroite collaboration avec des services associés de l'entreprise et les partenaires extérieurs concernés. Elles impliquent les activités transversales suivantes :

Gestion de projet

Le technicien supérieur situe son activité dans une organisation par projet et au sein d'une équipe. Il organise et assure, sous la direction d'un chef de projet, ses interventions dans le cadre de la tâche dont il a la responsabilité. Il exploite et renseigne des indicateurs de suivi de projet et de qualité. Il participe à l'estimation des coûts et des délais.

Coopération et communication notamment en langue anglaise

Au sein d'une équipe de projet, le technicien supérieur est amené, à communiquer avec différents services et avec les utilisateurs. Il élabore divers dossiers et documents, expose des choix techniques et des résultats de travaux, transmet son savoir et son savoir-faire et forme les utilisateurs à l'exploitation des solutions mises en place.

Préoccupations transversales à l'ensemble des activités professionnelles.

Dans l'exercice de ses activités professionnelles, le titulaire du brevet de technicien supérieur maritime MASEN doit faire preuve de capacité d'initiative dans la prévention des risques ou, en cas d'incident ou d'accident, en appliquant la réglementation (sécurité, ergonomie, sanitaire, qualité, ...).

En outre il doit s'adapter à la vie en équipage.

Formation à l'habilitation électrique à bord des navires de mer

Le référentiel BTS MASEN prévoit la formation à la réalisation, **aux niveaux « appui » et « opérationnel »**, des interventions électriques suivantes à bord des navires de mer :

1. organisation d'un chantier de travaux électriques,
2. réalisation des opérations de consignation et de déconsignation des appareils et machines électriques alimentées sous une tension inférieure à 1000 volts,
3. réalisation d'interventions hors-tension sur des appareils et machines électriques, consignés, alimentées sous une tension inférieure à 1000 volts,
4. réalisation d'interventions hors-tension sur des appareils et machines électriques, consignés, à proximité de conducteurs nus alimentées sous une tension inférieure à 1000 volts,
5. réalisation de mesures et de réglages sous tension sur des appareils et machines électriques alimentées sous une tension inférieure à 1000 volts,
6. réalisation des opérations de consignation et de déconsignation des appareils et machines électriques alimentées sous une tension supérieure à 1000 volts,
7. réalisation d'interventions hors-tension sur des appareils et machines électriques, consignés, alimentées sous une tension supérieure à 1000 volts,

On entend par « intervention » toute opération nécessitant le démontage manuel de pièces ou parties d'appareillages ou de machines électriques.

La formation du BTS MASEN ne lui permet pas de prétendre être habilité à des interventions sur des matériels électriques soumis à la réglementation terrestre.

Formation à l'habilitation ascenseur et monte-charge à bord des navires de mer.

Le référentiel BTS MASEN prévoit la formation à la maintenance, au diagnostic et aux opérations de réparation des ascenseurs et monte-charge à bord des navires de mer.

La formation du BTS MASEN ne lui permet pas de prétendre être habilité à des interventions sur des ascenseurs et monte-charge soumis à la réglementation terrestre.

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals

ANNEXE B

Référentiel de la Mise à Niveau

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals

Appendice B.1

Organisation de la formation

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals
Mise à niveau

Appendice B.1.1

Unités constitutives de la formation

FINALITÉ DES ÉTUDES

La mise à niveau maritime est une année d'études indispensable à tout lycéen titulaire d'un baccalauréat général, technologique ou professionnel (autre que le baccalauréat professionnel maritime «Électromécanicien marine») qui souhaite préparer le B.T.S.M. (brevet de technicien supérieur maritime) **Maintenance des Systèmes Électro-Navals** (B.T.S.M. MASEN).

La classe de mise à niveau maritime est partie intégrante du B.T.S.M. MASEN pour tout lycéen titulaire d'un baccalauréat général, technologique ou professionnel.

L'admission vaut donc pour la totalité de la formation.

OBJECTIFS GENERAUX DE LA FORMATION

La formation a pour objectifs :

- de faire acquérir aux élèves les connaissances du niveau Bac Pro «Électromécanicien Marine» dans les domaines de l'électrotechnique et de l'automatisme;
- de faire acquérir aux élèves les connaissances techniques et technologiques du niveau de Chef Mécanicien 750 kW;
- de permettre aux élèves d'acquérir le vocabulaire technique en langue anglaise relatif au navire et à ses équipements;
- de former les élèves au certificat de formation de base à la sécurité;
- de permettre aux élèves d'entretenir voire de renforcer le niveau d'anglais général atteint en classe de terminale.

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals
Mise à niveau

Appendice B.1.2

Horaires de la formation

Horaires de la formation

Enseignements	Modalités	MASEN Heures élèves	Total Heures élèves
Machines Marines	Cours	4	128
	TP	4	128
	Simulateur	1	32
M1. Mécanique Navale :		9	288
Électrotechnique & électronique	Cours	4,5	144
	TP	5	160
Systèmes de commande	Cours	1,5	48
	TP	1,5	48
M2. Électrotechnique et électronique navales :		12,5	400
Dessin technique et lecture de plans	TD	2	64
Technologie	TP	1	32
Techniques d'atelier	TP	4	128
M3. Maintenance & réparation :		7	224
Anglais général	TD	1,5	48
Anglais maritime et technique	TD	1,5	48
Description et entretien du navire / stabilité	Cours	1	32
M4. Module contrôle de l'exploitation du navire et assistance aux personnes à bord :		4	128
Environnement professionnel	Cours	0,5	16
MN. Module national complémentaire :		0,5	16
Total général :		33	1056

Nombre de semaines de formation :	32
Nombre de semaines PFMP :	2 (+2*)
CFBS * :	2
Total :	36 (+2*)

Les cours se font en classe entière. Les travaux dirigés ou pratiques d'atelier ou de laboratoire se font en demi-classes. Le dédoublement de classe se fait à partir de 12 élèves. Les sessions de simulateur se font par sections de 8 élèves maximum.

La formation comprend :

- ✓ 32 semaines de formation en établissement scolaire ;
- ✓ 2 semaines de formation au Certificat de formation de base à la sécurité (CFBS) ;
- ✓ et 4 semaines de périodes de formation en milieu professionnel (PFMP) (dont deux prises sur les vacances scolaires).

* La formation de base à la sécurité est délivrée conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 juillet 2013 relatif à la délivrance du certificat de formation de base à la sécurité (annexes disponibles sur le site www.ucem-nantes.fr).

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals
Mise à niveau

Appendice B.1.3

Formation en milieu scolaire

Unité M.1 – Mécanique navale

Machines Marines.....	128 h
Travaux pratiques de machines marines.....	128 h
Simulateur de machines marines.....	32 h

1. Principe de fonctionnement des moteurs Diesel 4 temps (6 h cours, 3 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Généralités sur les moteurs à combustion interne.	Donner le principe de fonctionnement des moteurs à allumage commandé et à auto-allumage. Représenter, sur un diagramme de Clapeyron les différents cycles théoriques des moteurs à combustion interne : Beau de Rochas, Diesel, cycle mixte (Sabathe) et cycle de Joule. Décrire les divers types de moteurs Diesel rencontrés à bord des navires, caractéristiques dimensionnelles et énergétiques, différentes implantations.
Principe de fonctionnement.	Décrire les temps constitutifs du cycle Diesel. Citer pour chaque temps : les pressions et températures atteintes dans le cylindre, le mouvement des soupapes et de l'injecteur. Identifier le temps moteur. Expliquer le principe général de la suralimentation.
Régulation des moteurs Diesel.	Dessiner les épures circulaires, théoriques et réelles du moteur à 4 temps. Légender une épure circulaire en français et en anglais. Donner les fonctions du croisement de soupapes. Expliquer la nécessité des avances et retards à l'ouverture et à la fermeture des soupapes. Expliquer la nécessité de l'avance à l'injection. Décrire les particularités des moteurs suralimentés. Dessiner le cycle 4 temps réel sur un diagramme de Clapeyron.

**2. Description des moteurs Diesel 4 temps et de leurs auxiliaires
(12 h cours)**

Contenu	Capacités attendues
Les organes de la chambre de combustion.	Décrire, nommer en français et en anglais, et donner le rôle et les caractéristiques des organes suivants : piston et segments, chemise, culasse et soupapes.
Les organes de transmission du mouvement moteur.	Décrire, nommer en français et en anglais, et donner le rôle et les caractéristiques des organes suivants : bielle, arbre-manivelle, accouplement, bâti et paliers, fixations du moteur.
Distribution et dispositifs de manœuvre.	Décrire, nommer en français et en anglais, et donner le principe de fonctionnement du système came-galet-poussoir-culbuteur-soupape. Donner les lois de levée et expliquer influence des jeux. Décrire les organes de distribution. Décrire les différents dispositifs de lancement et de renversement de marche. Expliquer leur fonctionnement. Décrire les dispositifs de sécurité et d'arrêt d'urgence.
Réfrigération.	Décrire et expliquer le fonctionnement : des circuits de réfrigération centralisé et décentralisé, des pompes centrifuges et volumétriques, des réfrigérantes tubulaires à plaques et de coque, d'une vanne thermostatique pré-réglée et réglable, des dispositifs de protection des circuits (pressurisation, anodes sacrificielles, traitement de l'eau). Nommer en français et en anglais les principaux composants d'un circuit de réfrigération.
Lubrification.	Décrire et expliquer le fonctionnement : d'un circuit à carter humide et d'un circuit à carter sec, d'une pompe à huile attelée, des filtres statiques et rotatifs, d'un circuit de graissage interne et des différents dispositifs de lubrification du cylindre. Régler la pression d'huile d'un circuit. Décrire les sécurités liées au circuit d'huile et à la pression d'huile. Nommer en français et en anglais les principaux composants d'un circuit de lubrification d'un moteur Diesel.

3. Alimentation en combustible et combustion (10 h cours)	
Contenu	Capacités attendues
Alimentation en combustible (fioul et gazole).	<p>Relever et dessiner le schéma d'un circuit d'alimentation en combustible d'un moteur.</p> <p>Repérer les différentes vannes, en particulier les électro-vannes d'arrêt par sécurité, et expliquer leur rôle.</p> <p>Décrire le principe de l'injection mécanique.</p> <p>Décrire le fonctionnement d'un injecteur à aiguille.</p> <p>Réfrigération des injecteurs.</p> <p>Décrire et expliquer le fonctionnement d'un système d'injection à rampe unique et distribution par injecteurs à commande électronique.</p> <p>Décrire et expliquer le fonctionnement des pompes d'injection à régulation par piston: réglage du débit, réglage de l'avance à l'injection.</p> <p>Décrire une pompe unitaire et une pompe rotative à piston unique.</p> <p>Décrire de manière détaillée un bloc pompe en ligne.</p> <p>Donner la fonction du clapet de décharge.</p> <p>Décrire les symptômes d'une perte du tarage du clapet de décharge.</p> <p>Décrire et expliquer le fonctionnement des injecteurs pompes.</p>
Régulation de vitesse et de charge.	<p>Décrire les fonctions réalisées par un régulateur de vitesse, mécanique ou électronique.</p> <p>Représenter sommairement les organes d'un régulateur hydromécanique.</p> <p>Décrire les différentes sécurités et limitations existant sur la commande des pompes d'injection.</p> <p>Décrire le fonctionnement d'un dispositif de coupure sélective d'injection et expliquer son intérêt.</p> <p>Décrire les différents dispositifs de variation du timing d'injection et de variation du timing des soupapes.</p>
Alimentation en air, échappement et suralimentation.	<p>Décrire les éléments des circuits d'alimentation en air et d'échappement.</p> <p>Expliquer le principe de la suralimentation (buts et limites, nécessité de la réfrigération).</p> <p>Décrire et expliquer les différents procédés de suralimentation (accumulation, impulsion, conversion, etc.) et leurs champs d'application.</p> <p>Décrire et expliquer le principe de fonctionnement des dispositifs de régulation de charge de la suralimentation (suralimentation séquentielle, turbos à géométrie variable, assistance aux faibles charges, etc...).</p>
Combustion.	<p>Décrire le phénomène de la combustion du gazole.</p> <p>Écrire son équation caractéristique.</p> <p>Décrire la combustion dans un moteur Diesel et ses principales caractéristiques (pulvérisation, dilemme pénétration-répartition, inflammation, combustion).</p> <p>Relever et analyser un diagramme décalé (facteurs essentiels : délai d'allumage, avance à l'injection. course utile, pression maximale de combustion, angle de cognement) afin de repérer et de corriger les anomalies de combustion.</p> <p>Relever et analyser les mesures des principales émissions gazeuses polluantes en vue de vérifier leur conformité avec les prescriptions de l'annexe VI de la convention MARPOL.</p>

4. Moteur hors-bord (4 h cours)	
Contenu	Capacités attendues
Théorie.	<p>Décrire le principe de fonctionnement d'un moteur à explosion deux-temps et quatre-temps.</p> <p>Décrire et donner le rôle des éléments suivants: tête motrice, embase, circuit de refroidissement, circuit d'allumage, hélice, circuit d'alimentation en carburant et anodes.</p> <p>Décrire les modalités de réalisation du mélange huile-essence pour un moteur deux-temps.</p> <p>Mettre en œuvre les consignes du guide de conduite et d'entretien d'un moteur hors-bord.</p>

5. Ligne d'arbres et propulseurs (4 h cours)	
Contenu	Capacités attendues
Ligne d'arbres.	<p>Représenter schématiquement, identifier, citer le nom et les fonctions des éléments d'une ligne d'arbres depuis l'accouplement du moteur de propulsion jusqu'à l'hélice.</p> <p>Décrire les différents types de système d'étanchéité de la ligne d'arbres au passage de la coque.</p>
Propulseurs.	<p>Citer les caractéristiques principales d'une hélice de propulsion.</p> <p>Étant donné un schéma, expliquer le fonctionnement d'un dispositif de commande d'une hélice à pales orientables et réversibles.</p> <p>Décrire et expliquer le principe de fonctionnement d'un système de propulsion par jets d'eau.</p> <p>Identifier les principaux éléments constitutifs.</p> <p>Décrire une installation de propulseur d'étrave.</p>

6. Installations hydrauliques (14 h cours, 15 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Théorie et description.	<p>Donner les avantages et inconvénients de l'énergie hydraulique.</p> <p>Donner les caractéristiques et classification des fluides utilisés.</p> <p>Utiliser les symboles normalisés.</p> <p>Représenter schématiquement une installation à l'aide de ces symboles.</p> <p>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.</p> <p>Représenter le circuit d'une installation simple, identifier et citer les fonctions des principaux éléments constitutifs.</p> <p>Étant donné le schéma d'une installation, expliquer le rôle des sous-ensembles et le fonctionnement global.</p> <p>Déterminer la vitesse de sortie d'un vérin connaissant les caractéristiques du circuit et du vérin.</p> <p>Utiliser les relations existant entre forces, couples, vitesse, débit et pression.</p> <p>A partir de plans, expliquer le fonctionnement de circuits types d'installations hydrauliques.</p> <p>Concevoir et câbler sur banc des circuits d'installations hydrauliques similaires à celles que l'on peut trouver à bord.</p>
Conduite.	<p>Mettre en service sur banc et vérifier le bon fonctionnement des circuits d'installations hydrauliques similaires à celles que l'on peut trouver à bord.</p> <p>Réaliser la mise en service, conduite et stoppage en respectant les règles de sécurité.</p> <p>Identifier les causes de mauvais fonctionnement.</p> <p>Mettre en œuvre une démarche de recherche systématique de pannes.</p> <p>Mettre en œuvre des solutions palliatives de fortune permettant de rétablir la disponibilité de l'installation dans un mode dégradé.</p>
Maintenance.	<p>Exploiter des notices et plans des constructeurs.</p> <p>Réaliser l'entretien courant d'une installation hydraulique.</p> <p>Démonter un distributeur, nettoyer le tiroir, remonter le distributeur et remettre l'installation en service. Forcer manuellement la position d'un distributeur.</p> <p>Interpréter une analyse d'huile hydraulique et maintenir sa qualité en service. Utiliser un groupe de dépollution mobile ?</p>
Appareil à gouverner.	<p>Dessiner les schémas de différents types d'appareils à gouverner hydrauliques.</p> <p>A partir d'un schéma, identifier les différents composants d'un appareil à gouverner hydraulique, donner leur rôle, expliquer le fonctionnement de l'installation.</p>

7. Équipements de coque et appareils de pont (12 h cours, 6 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Appareils de pont.	Décrire une installation de mouillage et d'amarrage : ancres et chaînes, guindeaux, puits aux chaînes, treuils, bites d'amarrage, chaumards. Décrire et expliquer le principe de fonctionnement des installations de manutention et de pont : portiques, potences, guindeaux, cabestans. Décrire les dispositifs de sécurité dont ils sont dotés.
Appareils de pêche et équipements de traitement des captures.	Citer, identifier, décrire et expliquer le principe de fonctionnement des différents appareils de pêche et de traitement des captures.
Conduite des appareils.	Commander et utiliser les appareils de levage, de traction et de pont en respectant les règles de sécurité, et les signaux de commande visuels et auditifs.
Sécurité.	Identifier et décrire les moyens d'investigation et de lutte contre les sinistres propres au local machine. Citer les procédures de mise en œuvre de ces moyens.

8. Production d'eau douce (6 h cours, 3 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Bouilleurs (électriques et basse-pression).	<p>Expliquer le principe de fonctionnement des bouilleurs.</p> <p>Décrire à l'aide d'un schéma la composition et l'architecture des bouilleurs.</p> <p>Identifier, citer le nom et donner le rôle des principaux éléments constitutifs.</p> <p>Donner les paramètres influant sur la qualité et la quantité de l'eau produite</p> <p>Utiliser les lois reliant ces paramètres entre eux afin d'optimiser la production</p> <p>Mettre en service, surveiller pendant la marche et stopper un bouilleur (installation réelle ou simulée) ;</p> <p>Mettre en œuvre en toute sécurité les produits chimiques de détartrage.</p>
Osmostat.	<p>Expliquer le principe de la production d'eau douce par osmose inverse.</p> <p>Décrire, à l'aide d'un schéma, la composition et l'architecture d'un osmostat.</p> <p>Mettre en service, surveiller pendant la marche et stopper un osmostat (installation réelle ou simulée).</p> <p>Mettre en œuvre en toute sécurité les produits chimiques de nettoyage et d'entretien des membranes.</p>
Traitement de l'eau produite.	<p>Donner les caractéristiques physico-chimiques requises pour les eaux techniques (à destination des machines) et pour les eaux de consommation humaine.</p> <p>Analyser les données d'un bulletin d'analyse afin de déterminer les mesures correctrices à prendre en cas d'anomalie.</p> <p>Mettre en œuvre les différents moyens de déminéralisation des eaux techniques et de reminéralisation des eaux de consommation humaine.</p> <p>Décrire les différents moyens de désinfection des eaux de consommation humaines et les mettre en œuvre pratiquement.</p>
Distribution de l'eau douce à bord.	<p>Décrire un groupe hydrophore et expliquer son principe de fonctionnement.</p> <p>Contrôler la bonne application des revêtements des capacités de stockage d'eaux de consommation humaine et leur bonne tenue dans le temps.</p> <p>Donner les règles de conduite et de maintenance à respecter de manière à limiter les risques de prolifération bactérienne dans les réseaux d'eaux de consommation humaine.</p>

9. Notions théoriques sur les installations frigorifiques (8 h cours)	
Contenu	Capacités attendues
Thermodynamique.	<p>Définir les échanges de chaleur.</p> <p>Décrire les changements d'état des fluides.</p> <p>Définir ce qu'est la vaporisation, une vapeur saturante, le titre d'une vapeur et une vapeur surchauffée.</p> <p>Définir la chaleur latente.</p> <p>Expliquer le phénomène de froid produit par l'évaporation.</p> <p>Définir ce qu'est la congélation.</p> <p>Décrire les différentes techniques de production du froid ;</p> <p>Expliquer le principe de la machine frigorifique avec changement d'état du fluide. Représenter le cycle théorique sur un diagramme en P,V.</p> <p>Décrire la réalisation pratique des machines frigorifiques.</p> <p>Représenter le cycle réel sur les diagrammes industriels.</p> <p>Interpréter un cycle représenté sur un diagramme enthalpique.</p> <p>Calculer le coefficient d'efficacité de l'installation.</p>
Les fluides frigorigènes.	<p>Décrire les qualités physico-chimiques requises.</p> <p>Donner les principaux fluides utilisés, leurs caractéristiques et les risques et dangers associés.</p> <p>Décrire les précautions de stockage et de manipulation à adopter.</p> <p>Décrire l'état de la réglementation.</p>

10. Les machines frigorifiques (10 h cours + 18 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Description des installations.	<p>Citer les principales utilisations du froid à bord des navires.</p> <p>Donner le principe de fonctionnement d'une installation à fluide compressible.</p> <p>Décrire, en français et en anglais, 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.</p> <p>Décrire une installation à détente indirecte, donner les qualités et propriétés des différentes saumures utilisées.</p> <p>Décrire un groupe frigorifique pour conditionnement d'air, détente sèche, évaporateur noyé.</p> <p>Décrire une machine à absorption, donner son principe de fonctionnement, décrire sa mise en service et sa conduite.</p>
Description des matériels.	<p>Décrire les différents types de compresseurs, donner les critères de choix.</p> <p>Expliquer le fonctionnement et décrire les particularités des matériels suivants : Compresseurs, détendeurs, organes de contrôle et de sécurité, bouteille accumulatrice.</p>
Conduite.	<p>Mettre en service, assurer la conduite pendant la marche et l'arrêt d'une installation frigorifique à détente directe.</p> <p>Décrire le fonctionnement des sécurités de l'installation.</p> <p>Effectuer une recherche de panne.</p> <p>Effectuer les relevés nécessaires, tracer le diagramme, et déterminer le coefficient d'efficacité.</p> <p>Prévenir les risques dans la conduite et l'entretien des installations frigorifiques.</p>
Maintenance.	<p>Identifier sur un schéma, les sources les plus probables de fuite de fluide frigorigène.</p> <p>Contrôler les branchements et câblages électriques.</p> <p>Contrôler l'étanchéité de l'installation, rechercher les fuites éventuelles.</p> <p>Réaliser une brasure en vue de remédier à une fuite ou de modifier un circuit. Contrôler son étanchéité avec une épreuve à l'azote.</p> <p>Tirer l'installation au vide. Récupérer le fluide frigorigène.</p> <p>Charger, ou compléter, l'installation en fluide frigorigène.</p> <p>Charger, remplacer ou compléter la charge d'huile du compresseur.</p> <p>Remplir la fiche d'intervention.</p> <p>Remplacer un filtre déshydrateur, un détendeur, un manomètre ou un pressostat.</p> <p>Remplacer les clapets d'un compresseur frigorifique.</p>

11. Climatisation (6 h cours, 5 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Généralités.	Donner le principe de fonctionnement d'une installation d'air conditionné. Définir la notion de confort. Expliquer ce qu'est la courbe d'égal confort.
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.
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.
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.

12. Conduite des moteurs Diesel et de leurs auxiliaires (8 h cours, 12 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Préparatifs de mise en marche.	<p>Décrire les conditions à réunir pour réussir un lancement.</p> <p>Mettre en œuvre les contrôles et dispositions préparatoires au lancement d'un moteur Diesel de propulsion :ronde générale.</p> <p>Disposition des circuits : huile, combustible, eau douce, eau de mer, air de lancement.</p> <p>Réchauffage du moteur.</p> <p>Essai des transmissions.</p> <p>Virage au vireur.</p> <p>Balancement.</p>
Le lancement.	<p>Procéder au lancement du moteur Diesel : démarrage du moteur, contrôle de la rotation du moteur, contrôle du graissage et de la pression d'huile, contrôle de l'amorçage des injecteurs, contrôle de la montée en température.</p> <p>Assurer la montée en allure et en puissance du moteur en suivant les prescriptions du guide de conduite.</p> <p>Assurer la montée en allure et en puissance du moteur en suivant les prescriptions du guide de conduite.</p> <p>Savoir démarrer un moteur diesel rapide à bas taux de compression (ou rapport volumétrique réduit).</p> <p>Utiliser les aides au démarrage tant que de besoin (start-pilot, cigarette, bougies de préchauffage).</p>
Conduite et surveillance pendant la marche.	<p>Contrôler les températures, pressions, débits, vitesses et consommations.</p> <p>Tenir le journal machine.</p> <p>Utiliser des outils de diagnostic électroniques (valise).</p> <p>Respecter les limites de charge.</p> <p>Adapter la conduite pendant la marche en cas de chalutage ou en cas de remorquage.</p> <p>Relever et analyser les mesures des principales émissions gazeuses polluantes en vue de vérifier leur conformité avec les prescriptions de l'annexe VI de la convention MARPOL.</p>
Stoppage.	<p>Stopper le moteur dans des conditions normales.</p> <p>Mettre en œuvre les manœuvres après stoppage.</p> <p>Prendre les mesures de sécurité adaptées en cas de stoppage inopiné.</p> <p>Redémarrer le moteur en urgence si la sécurité du navire l'impose.</p>

**13. Conduite des moteurs Hors-bords
(4 h cours, 12 h TP)**

Contenu	Capacités attendues
Préparatifs de mise en marche.	Démarrer, conduire, stopper un moteur hors-bord en appliquant les règles de sécurité. Effectuer un réglage de ralenti . Changer et régler un câble de gaz ou d'inverseur . Identifier et remédier à une panne d'allumage par bougie noyée, perlée. Identifier et remédier à une panne liée au carburant : nettoyage de cuve et gicleurs sur carburateurs, nettoyage de filtres, purge de réservoir (sur réservoirs incorporés des petits moteurs). Réaliser un dépannage de fortune en cas de panne de pompe à essence.

14. Conduite de la machine (12 h cours, 16 h simulateur)	
Contenu	Capacités attendues
Tenue du quart (appui).	<p>Communiquer avec l'officier de quart à propos des questions qui intéressent la tenue du quart.</p> <p>Décrire et appliquer les procédures de relève, de tenue et de prise du quart.</p> <p>Recueillir les renseignements nécessaires pour assurer le quart en toute sécurité.</p> <p>Décrire succinctement les fonctions et le fonctionnement de l'appareil de propulsion principal et des machines auxiliaires.</p> <p>Énoncer les pressions, températures et niveaux de réglage de l'appareil de propulsion principal et des machines auxiliaires.</p> <p>Identifier rapidement les situations dangereuses ou les dangers potentiels, les signaler et les rectifier avant de poursuivre les opérations.</p>
Surveillance des chaudières (appui).	<p>Décrire de manière succincte les principaux constituants d'une installation auxiliaire de production de vapeur à combustible liquide, et de récupération d'énergie.</p> <p>Maintenir les niveaux d'eau et la pression de vapeur aux valeurs requises.</p> <p>Réaliser les réglages dans l'ordre et dans les délais voulus pour maintenir la sécurité et assurer un rendement optimal.</p> <p>Recueillir les renseignements nécessaires pour assurer la conduite des chaudières en toute sécurité.</p> <p>Énoncer les pressions, températures et niveaux de réglage de la chaudière et des autres appareils à vapeur.</p> <p>Mettre en œuvre les mesures de sécurité adéquates pour faire face :</p> <ul style="list-style-type: none"> -à une disparition du niveau d'eau, -à une extinction inopinée de brûleur, -à un défaut d'allumage du brûleur, -au déclenchement d'une soupape de sûreté.
Soutage et transfert de Combustible et d'huile (appui).	<p>Décrire les fonctions et le fonctionnement du circuit de combustible et des opérations de transfert de combustible/d'huile, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> -préparatifs en vue des opérations de soutage et de transfert, -procédures de branchement et de débranchement des tuyaux de soutage et de transfert, -procédures à suivre en cas d'incident lors d'une opération de soutage ou de transfert, -précautions à prendre lors des opérations de soutage et de transfert, -aptitude à mesurer et signaler correctement les niveaux des caisses.
Assèchement des cales et ballasts (appui).	<p>Décrire les fonctions, le fonctionnement et l'entretien des systèmes d'assèchement des cales et de ballasts en toute sécurité, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> -notification des incidents liés aux opérations de transfert, -aptitude à mesurer et signaler correctement les niveaux des caisses. <p>Surveillance et réglage du séparateur d'eaux mazouteuses 15 ppm.</p> <p>Remplir le registre des hydrocarbures de la machine.</p>
Séparateur à eaux mazouteuses.	<p>Décrire et expliquer le principe de fonctionnement d'un séparateur d'eaux mazouteuses (statique et centrifuge).</p>

15. Défaits et incidents : analyse et réactions (16 h simulateur)	
Contenu	Capacités attendues
Défauts et incidents de fonctionnement.	<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> <p>La conduite et la recherche de pannes devra se faire si possible sur simulateur de machines marines.</p>

16. Rapport technique (12 h cours)	
Contenu	Capacités attendues
Rapport technique.	<p>Rédiger un rapport technique relatif à une avarie simple, pouvant concerner tous les composants de l'installation d'un navire d'une puissance propulsive inférieure ou égale à 750 kW.</p> <p>Utiliser un traitement de texte muni d'un correcteur orthographique et syntaxique.</p> <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> <p>Proposer des dispositions réalistes et pertinentes, d'un point de vue technique et financier, permettant de réduire l'occurrence du type d'avarie considéré.</p> <p>Proposer, en application du code ISM, des solutions pour éviter le renouvellement d'un accident ou d'un presque accident ou d'un incident sur du matériel lié à la sécurité du navire.</p>

16. Maintenance de la machine (48 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Opérations de maintenance.	<p>Mettre en œuvre les opérations de maintenance systématiques (balancements et manœuvres hebdomadaires et mensuels, plan de graissage).</p> <p>Organiser et préparer une opération de maintenance en y intégrant toutes les mesures permettant d'éviter les accidents (mesures de sécurité, gestion des co-activités et de l'environnement, etc.)</p> <p>Effectuer la consignation, dans les règles de l'art, de l'installation concernée.</p> <p>Exploiter les notices et plans des constructeurs.</p> <p>Utiliser et entretenir les appareils de levage (palan, pont roulant, grue).</p> <p>Nettoyer les différents types de filtre</p>
Gestion des stocks	<p>Utiliser un logiciel de GMAO pour organiser et réaliser une opération de maintenance.</p> <p>Réaliser l'inventaire d'un stock.</p> <p>Gérer un stock de pièces de rechanges ou de consommables en utilisant des méthodes de remplacement simples.</p> <p>Justifier, d'un point de vue financier, une décision de remplacement plutôt qu'une décision de réparation (ou l'inverse) d'un matériel usé ou avarié.</p>
Maintenance des moteurs Diesel.	<p>Effectuer en toute sécurité une inspection de carter.</p> <p>Effectuer, en prenant les précautions d'usage, un contrôle de denture et d'engrènement d'un réducteur ou d'un jeu d'engrenages.</p> <p>Vérifier et régler la régulation des soupapes (timing et contrôle des jeux).</p> <p>Vérifier et régler le calage d'une pompe ou d'un bloc-pompe à combustible.</p> <p>Effectuer la visite d'un piston et de son attelage (démontage, remplacement des pièces d'usures, ou dégradées, et remontage), y compris le relevé et l'interprétation des différents mesures et jeux.</p> <p>Installer et mettre en œuvre un appareillage de serrage hydraulique de la boulonnerie.</p> <p>Effectuer en toute sécurité la visite, le tarage et l'essai d'un injecteur mécanique.</p>
Maintenance des pompes et compresseurs.	Réaliser l'entretien courant et la visite complète d'un compresseur à piston ou d'une pompe centrifuge.
Visite des réfrigérants.	<p>Réaliser la visite d'un réfrigérant tubulaire (démontage, écouvillonnage, remplacement d'anode et de joints, remontage, épreuve).</p> <p>Réaliser la visite d'un échangeur à plaques.</p>

**17. Maintenance des moteurs hors-bords
(6 h TP)**

Contenu	Capacités attendues
Maintenance.	<p>Moteurs hors-bords 2 temps :</p> <p>Décrire les modalités de réalisation du mélange huile-essence pour un moteur deux-temps.</p> <p>Effectuer le mélange carburant/huile dans le rapport prévu.</p> <p>Différencier et maintenir les moteurs à graissage séparé.</p> <p>Moteurs hors-bords 4 temps :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Surveiller et contrôler les niveaux, faire la vidange, • Régler le jeu aux soupapes. <p>Réaliser un entretien courant d'un moteur hors-bord:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dessaler un moteur dans un bac ou aux ouïes, • Contrôler et savoir changer la turbine à eau, • Démonter l'embase et vidanger et remplacer l'huile de l'embase, • Graisser l'arbre d'hélice, • Nettoyer ou remplacer le filtre à essence, • Changer les bougies, régler l'entrefer des électrodes, respect de l'indice thermique, risques encourus, • Contrôler et remplacer la corde de lanceur, • Contrôler le thermostat, • Contrôler, et éventuellement remplacer, les anodes: usure et continuité, • Nettoyer, pulvériser un produit gras sur la tête motrice, • prévenir et guérir l'immersion du moteur dans l'eau de mer. <p>Réaliser un changement de clavette d'arbre d'hélice, clavettes de fortune.</p> <p>Manipuler et stocker des moteurs hors-bords, plus particulièrement des moteurs 4 temps en soute, qualité de l'huile.</p>

Unité M.2 – Électrotechnique, électronique et systèmes de commande

Électrotechnique / électronique:.....144 h

TP électrotechnique / électronique:..... ...160 h

1. Circuits parcourus par un courant continu (10 h cours, 12 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
<p>Lois:</p> <ul style="list-style-type: none"> d'Ohm et d'Ohm généralisée. de l'énergie et de la puissance électrique. des nœuds et des mailles. <p>Structure des circuits:</p> <ul style="list-style-type: none"> association de résistances. association de condensateurs. 	<p>Appliquer les lois, déterminer les grandeurs et effectuer un bilan de puissance.</p> <p>Déterminer les grandeurs électriques d'un circuit donné.</p>

2. Circuits parcourus par un courant alternatif sinusoïdal (12 h cours, 12 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
<p>Monophasé et triphasé.</p> <p>Grandeurs U, I, V, J, f, j, w, T:</p> <ul style="list-style-type: none"> équations des circuits, détermination par méthodes graphique et algébrique. <p>Valeurs maximale, efficace et moyenne.</p> <p>Puissances apparente, active et réactive.</p> <p>Circuits monophasés.</p> <p>Impédance et relation $u = f(i)$ des trois dipôles élémentaires.</p> <p>Associations des dipôles élémentaires.</p> <p>Fréquence de résonance.</p>	<p>Déterminer les grandeurs électriques d'un circuit donné.</p> <p>Câbler le circuit électrique à partir d'un schéma donné.</p> <p>Déterminer l'impédance et le déphasage d'un dipôle.</p> <p>Déterminer les grandeurs des circuits RLC série et parallèle.</p> <p>Appliquer la méthode au calcul de la résonance.</p> <p>Déterminer la structure permettant d'améliorer le facteur de puissance</p>

3. Machines électromagnétiques (30 h cours, 36 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
<p>Machines à courant continu. Caractéristiques de fonctionnement des machines, paramètres de fonctionnement dans les quatre quadrants, principe de la variation de vitesse. Bilan de puissances, rendements. Différents types d'excitation.</p> <p>Machines à courant alternatif. Caractéristiques de fonctionnement des machines, paramètres de fonctionnement dans les deux quadrants, principe de la variation de vitesse. Bilan de puissances, rendements.</p> <p>Transformateurs. Caractéristiques de fonctionnement (rapport de transformation, puissances et tension de court-circuit). Couplage des enroulements. Bilan des puissances.</p>	<p>Identifier les constituants et circuits. Représenter les caractéristiques de fonctionnement des machines et mettre en relation les paramètres. Relever les paramètres d'un montage et effectuer la vérification des caractéristiques.</p> <p>Effectuer un bilan de puissance. Citer et représenter les différents types d'excitation.</p> <p>Identifier les constituants et circuits. Représenter les caractéristiques de fonctionnement des machines et mettre en relation les paramètres. Relever les paramètres d'un montage et effectuer la vérification des caractéristiques. Effectuer un bilan de puissance</p> <p>Identifier les constituants et circuits. Mettre en relation les paramètres. Relever les paramètres d'un montage et effectuer la vérification des caractéristiques. Citer et représenter les différents types de couplage. Effectuer un bilan de puissances.</p>

4. Production de l'énergie électrique (16 h cours, 24 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
<p>Alternateurs monophasés et triphasés. Principe de fonctionnement et description. Grandeurs caractéristiques, fréquence, force électromotrice, puissances. Couplage des alternateurs, conditions, réalisation. Bilan des puissances. Conduite et maintenance des alternateurs.</p>	<p>Identifier les constituants et circuits. Représenter les caractéristiques de fonctionnement des alternateurs et mettre en relation les paramètres. Relever les paramètres d'un montage et effectuer la vérification des caractéristiques. Équilibrer les puissances. Effectuer un bilan de puissance. Appliquer les règles de conduite et de maintenance.</p>

5. Distribution de l'énergie électrique (14 h cours, 20 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
<p>Schémas de liaison à la terre BTA. Risques électriques. Schémas des liaisons à la terre TT, IT, TN, Principe de la protection des personnes selon le schéma de liaison à la terre, type d'appareil de protection à utiliser, sections et longueurs des câbles, représentation graphique. Méthode permettant de déterminer le courant de défaut et la tension de contact. Normes concernant la sécurité des personnes* (Conditions d'habilitation).</p> <p>Réseaux Basse Tension. Structure d'un réseau. Appareils de protection des installations et des personnes. Appareils de coupure et d'enclenchement. Appareils de mesure. Compatibilité entre appareils. Coffrets et armoires électriques (principe de codification des indices de protection et des influences externes). Gestion de l'énergie. Surveillance et contrôle de la consommation d'énergie. Continuité de l'alimentation «normal-secours». Conduite et maintenance des équipements de distribution.</p>	<p>Citer les risques électriques. Identifier les différentes liaisons et citer leurs caractéristiques . Définir les appareils de protection associés à une installation donnée</p> <p>Déterminer le courant de défaut et la tension de contact dans une installation donnée. Mesurer l'isolement et effectuer les vérifications expérimentales. Appliquer les normes concernant la sécurité des personnes.</p> <p>Citer et identifier les constituants d'un réseau de distribution électrique. Représenter ce réseau. Justifier le choix des appareils.</p> <p>Sélectionner coffrets et équipements en fonction du service et de l'environnement.</p> <p>Effectuer et exploiter les relevés de consommation. Justifier et expliquer le dispositif d'alimentation «normal-secours»</p> <p>Appliquer les règles de conduite et de maintenance. Appliquer les méthodes de recherche de pannes</p>

* : On évitera de se référer aux normes NF C 15-100 et UTEC 18-510 qui ne s'appliquent pas aux navires et sont donc inadaptées. Il convient d'enseigner les prescriptions des normes pertinentes de l'IEC, dont en particulier la norme « IEC 60092-509 : Electrical installations in ships – Part 509: Operation of electrical installations. ».

6. Utilisation de l'énergie électrique (30 h cours, 24 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
<p>Caractéristiques mécaniques des récepteurs. Moment d'inertie, démarrage et arrêt. Fonctionnement dans les quatre quadrants. Caractéristiques couple-vitesse en fonction de la charge (couple résistant).</p> <p>Moteurs alternatifs asynchrones. Constitution. Caractéristiques $T = f(n)$ et $I = f(n)$ utiles à la détermination des points de fonctionnements d'un moteur en fonction de la charge. Couplage, schémas des procédés de démarrage, d'inversion du sens de marche et d'arrêt (direct, statorique, étoile-triangle, rotorique). Réglage de la vitesse et du couple par procédés électroniques. Conduite et maintenance des moteurs alternatifs asynchrones.</p> <p>Moteurs à courant continu. Constitution. Caractéristiques $T = f(n)$ et $I = f(n)$ utiles à la détermination des points de fonctionnements d'un moteur en fonction de la charge. Schémas des procédés de démarrage, d'inversion du sens de marche et d'arrêt. Réglage de la vitesse. Étude d'un démarreur électrique (système de démarrage d'un moteur électrique). Conduite et maintenance des moteurs à courant continu.</p> <p>Autres machines. Moteur monophasé asynchrone. Moteur universel.</p> <p>Étude d'une installation complète. Fonction globale. Architecture fonctionnelle et structurelle. Description du fonctionnement Circuit de commande et circuit de puissance. Conduite et maintenance de l'installation. Tenue à jour des documents.</p>	<p>Expliquer l'influence du moment d'inertie d'un récepteur tournant lors des phases de démarrage et d'arrêt. Représenter le fonctionnement d'un récepteur dans les quatre quadrants.</p> <p>Identifier les constituants et circuits. Représenter les caractéristiques de fonctionnement des moteurs alternatifs asynchrones et mettre en relation les paramètres.</p> <p>Relever les paramètres d'un montage et effectuer la vérification des caractéristiques. Effectuer un bilan de puissances.</p> <p>Câbler un schéma de montage et le tester Définir le paramétrage selon les caractéristiques attendues du moteur et du récepteur. Appliquer les règles de conduite et de maintenance. Appliquer les méthodes de dépannage</p> <p>Identifier les constituants et circuits. Représenter les caractéristiques de fonctionnement des moteurs à courant continu et mettre en relation les paramètres. Relever les paramètres d'un montage et effectuer la vérification des caractéristiques. Effectuer un bilan de puissances. Câbler un schéma de montage et le tester.</p> <p>Définir le paramétrage selon les caractéristiques attendues du moteur et du récepteur. Identifier les constituants et justifier leur rôle. Appliquer les règles de conduite et de maintenance. Appliquer les méthodes de dépannage.</p> <p>Identifier les constituants et circuits. Appliquer les règles de conduite et de maintenance, appliquer les méthodes de dépannage.</p> <p>Décrire l'installation. Identifier ses fonctions.</p> <p>Décrire son fonctionnement. Représenter les circuits de commande et de puissance. Participer à la mise en œuvre et à la maintenance. Tenir à jour des documents.</p>

7. Électronique
(32 h cours, 32 h TP)

Contenu	Capacités attendues
<p>Caractéristiques et utilisation des composants de base. Résistors spéciaux, thermistances, photo-résistors. Diode à jonction, diode Zener, diode électroluminescente, photodiode. Transistor bipolaire, utilisation en amplification et en commutation. Redressement non commandé mono et bi-alternance.</p> <p>Caractéristiques et utilisation des composants en électronique de puissance. Transistors. Thyristors, triacs, diacs, photo-thyristors. Redressement commandé monophasé et triphasé.</p> <p>Conduite et maintenance des équipements électroniques. Procédures de mise en service et d'arrêt. Opérations de maintenance préventive. Methodologie de recherche de pannes.</p>	<p>Identifier et représenter les composants. Représenter les caractéristiques de fonctionnement. Relever les paramètres d'un montage et vérifier les caractéristiques.</p> <p>Relever les grandeurs d'un montage et vérifier les mesures.</p> <p>Identifier et représenter les composants. Représenter les caractéristiques de fonctionnement. Relever les grandeurs d'un montage et vérifier les mesures.</p> <p>Appliquer les règles de conduite et de maintenance. Appliquer les règles de sécurité. Appliquer les méthodes de dépannage.</p>

Systèmes de commande:.....48 h
TP Systèmes de commande:.....48 h

8. Analyse structurelle et fonctionnelle des systèmes automatisés (30 h cours, 28 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
<p>Structure générale d'un système Automatisé. Partie commande. Partie opérative. Traitement des informations.</p>	<p>Identifier et représenter schématiquement un système de commande automatisé.</p>
<p>Traitement combinatoire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • algèbre de Boole, • table de vérité et équation logique, • simplification des expressions booléennes, • fonctions logiques de base, combinaisons d'opérations logiques, • réseaux et diagrammes logiques, chronogrammes. <p>Systèmes combinatoires :</p> <ul style="list-style-type: none"> • codage, décodage, transcodage, • sélecteur, • multiplexeur, • comparateur. 	<p>Appliquer les opérations et les théorèmes sur des systèmes combinatoires limités à trois variables. Représenter un système combinatoire sous forme de chronogramme Effectuer des changements de code. Citer la fonction du dispositif Câbler et programmer des applications simples.</p>
<p>Traitement séquentiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Logique câblée, • comptage et temporisations. <p>Logique programmée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • séquenceur programmable ; • système minimum à micro-processeur ; • système programmable industriel. <p>Le grafcet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • principaux éléments du grafcet ; • structure générale d'un grafcet, applications. 	<p>Établir le grafcet d'une installation à partir du cahier des charges et l'exécuter sur un automate programmable industriel. Identifier et représenter un système asservi. Utiliser la terminologie associée.</p>

8. Analyse structurelle et fonctionnelle des systèmes automatisés (suite)	
Contenu	Capacités attendues
<p>Traitement analogique et numérique des systèmes asservis : Schéma fonctionnel d'un asservissement. Fonctionnement en boucle ouverte et boucle fermée. Les actions proportionnelles (P), intégrale (I) et dérivée (D) et leurs influences sur les performances du système.</p>	<p>Identifier et comparer le fonctionnement en boucle ouverte (BO) et en boucle fermée (BF). Énoncer les effets des différentes actions et leurs influences sur la précision et la stabilité du système. Identifier les modes de marche et les dispositifs de changement de mode.</p>
<p>Dialogue Homme/Machine. Présentation des informations, signalisations, consignes. Sélection des modes de marche, procédures de défaillance, procédures d'arrêt, procédures de mise en fonction. Les liaisons entre sous- systèmes (série, parallèle). Surveillance et contrôle à distance.</p>	<p>Mettre en œuvre les procédures sur des systèmes donnés. Énoncer et comparer les caractéristiques des liaisons. Mettre en œuvre les périphériques de contrôle et de surveillance.</p>
<p>Interfaces. Fonctions conversion – convertisseurs analogique numérique (AN) et (NA) - convertisseurs pneumo-électrique, électro-pneumatique, hydrau-électrique, électro-hydraulique, pneumo-hydraulique. Fonction conformation – dispositifs mémorisateurs et à seuil. Fonctions filtrage et amplification. Fonction commande de puissance, actionneurs, relais électromagnétiques (EM), relais statiques, distributeurs et électrovannes.</p>	<p>Identifier le type d'actionneur, citer les caractéristiques.</p>
<p>Capteurs et détecteurs. Détecteurs de position. Capteurs analogiques – dynamo-bathymétriques, piézo-électrique, effet Hall, thermocouple, jauge de contrainte. Capteurs et détecteurs en hydraulique et en pneumatique.</p>	<p>Identifier le type de capteur, citer la fonction et indiquer ses caractéristiques. Mettre en relation l'information et son image physique.</p>

9. Conduite et maintenance des systèmes automatisés (18 h cours, 20 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
<p>Conduite des systèmes automatisés séquentiels et asservis. Mise en service, arrêt. Conditions de passage auto/manu des systèmes séquentiels et des systèmes asservis. Surveillance pendant le fonctionnement.</p>	<p>Énoncer, effectuer les opérations de contrôle et de sécurité préliminaires. Effectuer et contrôler les opérations conformément aux règles établies. Énoncer, vérifier et évaluer les conditions de passage. Effectuer et contrôler les opérations conformément aux règles établies. Surveiller les paramètres, détecter les écarts, les analyser et prendre les mesures adéquates.</p>
<p>Maintenance des systèmes automatisés. Partie opérative. Partie commande.</p>	<p>Planifier les opérations de maintenance. Effectuer les opérations conformément aux notices et aux règles d'usage et de sécurité. Exploiter les notices et le matériel. Assurer le suivi des travaux de maintenance. Établir les documents relatifs à la maintenance.</p>

Unité M.3 – Maintenance et réparation

3.1 – Lecture de plans et dessin technique (64 h TD)

1. Lecture de plans et dessin technique (64 h TD)	
Contenu	Capacités attendues
Réalisation de dessin technique	A partir de documents, établir le dessin technique d'une ou plusieurs pièces : <ul style="list-style-type: none">• mettre en œuvre les types de traits normalisés,• dessiner des vues en 2D,• dessiner des vues en coupe, demi-coupe,• réaliser la cotation dimensionnelle d'une pièce en vue de sa réalisation,• définir les tolérances et jeux des ensembles arbres-alésages,• représenter des filetages et des taraudages.
Lecture et interprétation de dessin et de la documentation technique associée.	Identifier et nommer les organes et éléments de construction représentés sur un dessin technique. Donner leur rôle ainsi que le matériau dans lequel ils doivent être réalisés. Expliquer le fonctionnement d'un mécanisme représenté sur un dessin technique. Établir une gamme de démontage d'un mécanisme représenté sur un dessin technique.

3.2 – Technologie (32 h TP)

1. Chimie industrielle (8 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Fondamentaux.	<p>Décrire les atomes, leur composition et la classification périodique.</p> <p>Définir les molécules, les composés chimiques, les oxydes.</p> <p>Décrire les réactions chimiques et leur notation.</p> <p>Écrire et équilibrer des réactions chimiques simples.</p> <p>Décrire les ions.</p> <p>Définir le pH, une solution acide et une solution basique.</p> <p>Mesurer le pH.</p> <p>Décrire les effets des solutions acides et basiques sur les métaux et les matières organiques.</p>
La corrosion.	<p>Expliquer les mécanismes chimiques de la corrosion métallique en milieu humide et salin, ainsi que ses principales causes aggravantes.</p> <p>Expliquer le phénomène de passivation et donner les principaux concernés et ses conditions de réalisation.</p> <p>Expliquer le fonctionnement d'une pile galvanique et appliquer son principe à la corrosion du métal.</p> <p>Expliquer ce qu'est un métal noble vis à vis de la corrosion.</p> <p>Expliquer l'intérêt et l'usage d'anodes sacrificielles. Estimer l'usure d'une anode sacrificielle. Remplacer une anode sacrificielle.</p> <p>Décrire les moyens de réduire la corrosion galvanique.</p> <p>Décrire les phénomènes de pitting, de corrosion par fatigue, de dézincification, de déaluminification. de corrosion par fretting.</p> <p>Identifier les facteurs affectant le processus de corrosion tels les températures différentielles, les contraintes dans la structure du métal, les impuretés du métal, les concentrations d'O₂, de CO₂, d'OH⁻ à l'anode et à la cathode, la présence de revêtements de protection des surfaces.</p> <p>Décrire les principales méthodes de protection des surfaces : peintures, films chimiques, revêtements métalliques, anodes sacrificielles.</p>
Analyses et traitements de l'eau.	<p>Définir l'eau de mer : composition, masse volumique, salinité.</p> <p>Définir l'eau douce : composition, masse volumique et sa variation avec la température.</p> <p>Décrire les mécanismes généraux de formation des dépôts, tartre et boue et de la corrosion.</p> <p>Définir les grandeurs caractéristiques, et les qualités requises, des eaux douces de réfrigération des moteurs Diesel, surveillées par analyse.</p> <p>Réaliser les analyses (pH, TCl, teneur en produit de traitement) des eaux douces de réfrigération des moteurs Diesel.</p> <p>Décrire les produits de traitement des eaux douces de réfrigération des moteurs Diesel.</p> <p>Donner leurs indications d'emploi. Réaliser pratiquement le dosage et le traitement d'un circuit.</p>

1. Chimie industrielle (suite)	
Introduction aux combustibles.	<p>Décrire succinctement l'origine et le traitement du pétrole brut ; nomenclature des produits obtenus : essence, gazole, fiouls.</p> <p>Définition des grandeurs caractéristiques (masse volumique, viscosité, point éclair, teneur en soufre, indice d'octane pour l'essence, indice de cétane pour le gazole).</p> <p>Influence sur le fonctionnement des machines thermiques d'un combustible non conforme.</p> <p>Embarquement et stockage des combustibles à bord. Mesures de sécurité.</p> <p>Prélever un échantillon et réaliser les analyses suivantes sur un gazole : contrôle visuel et tactile, présence d'eau, détection de micro-organismes.</p> <p>Identifier une pollution bactérienne dans un fond de cuve. Réaliser le nettoyage et la désinfection d'une cuve polluée.</p> <p>Réaliser un traitement préventif antibactérien à l'aide d'un biocide.</p>
Introduction aux lubrifiants.	<p>Citer les buts de la lubrification.</p> <p>Décrire la classification des lubrifiants.</p> <p>Choisir un lubrifiant (huile ou graisse) en fonction de son emploi : qualités essentielles requises dans les cas des moteurs, des installations frigorifiques et des divers auxiliaires.</p> <p>Décrire les différents régimes de graissage.</p> <p>Décrire les phénomènes d'altération des huiles en service.</p> <p>Décrire les dispositifs d'épuration et de filtration rencontrés sur un circuit d'huile moteur.</p> <p>Prélever un échantillon d'huile et réaliser les analyses suivantes : dilution, présence d'eau, détergence (essai à la tâche).</p>

2. Sécurité et métrologie (8 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Sécurité.	<p>Décrire les règles de sécurité et attitudes comportementales à observer en atelier.</p> <p>Mettre en œuvre et respecter les règles de sécurité en atelier.</p> <p>Utilisation des protections individuelles de sécurité.</p>
Métrologie.	<p>Utiliser les outils de mesure de précision (micromètre, pied à coulisse, jauge de profondeur, trusquin, comparateur, régle, compas, rapporteur d'angles).</p> <p>Réaliser un contrôle de planéité au marbre ou à l'équerre.</p> <p>Réaliser un contrôle de la flèche d'un arbre.</p> <p>Effectuer un contrôle de surface par ressuage.</p>

3. Matériaux (8 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Caractéristiques.	<p>Décrire les principaux matériaux utilisés en construction navale et leurs principales caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les aciers: définition, nuances utilisées, propriétés mécaniques, présentations commerciales, • les alliages légers: définition, nuances utilisées, propriétés mécaniques, présentations commerciales, • les alliages de cuivre: définition, nuances utilisées, propriétés mécaniques, présentations commerciales, • les matériaux composites (on pourra se limiter au composite verre/polyester) : définition, principaux composants, propriétés mécaniques, présentations commerciales, • le bois: principales essences utilisées, panneaux industriels.
Assemblage.	Décrire les méthodes d'assemblage des matériaux étudiés (différents types de soudures, collages, assemblages mécaniques).
Protection.	<p>Décrire les modes de protection des matériaux étudiés (anodes, «courants imposés», peintures, gel-coats, graisse résistante à l'eau de mer).</p> <p>Décrire la mise en œuvre de la protection par peinture : préparation du support, choix et application des peintures.</p>

4. Construction mécanique (8 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Éléments de liaison.	<p>Décrire les vis, boulons et rivets disponibles sur le marché.</p> <p>Utiliser l'outillage à main (tous types de clés y compris à frapper, pince à rivets) nécessaire à leur mise en œuvre.</p> <p>Décrire les différents systèmes de freinage disponible sur le marché (rondelles, écrous, frein-filet) et les mettre en œuvre.</p> <p>Décrire les différents procédés utilisés pour le dégrillage des fixations.</p>
Éléments de guidage.	<p>Décrire les éléments de guidage utilisés à bord (paliers & roulements).</p> <p>Monter un roulement légèrement serré (presse ou dilatation ou contraction thermique).</p> <p>Utiliser un extracteur de roulement.</p>
Sectionnements et organes d'étanchéité.	<p>Décrire les différents sectionnements utilisés à bord (Robinets, vannes, soupapes).</p> <p>Décrire les différents organes d'étanchéité et choisir et mettre en œuvre les organes appropriés à la situation</p> <p>Réaliser la visite complète d'une vanne à opercules parallèles, réaliser à l'issue de la visite un essai hydraulique d'étanchéité.</p> <p>Décrire le matériel utilisé pour colmater temporairement des fuites de liquide.</p>

3.3 – Techniques d'atelier (128 h TP)

1. Usinage (24 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Tournage	Réaliser un dressage, un chariotage, un perçage, un chanfreinage et un alésage.

2. Ajustage (40 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Limage	Choisir et utiliser une lime adaptée. Utiliser un étau. Réaliser une surface plane, un angle droit, un plan incliné, un V _e et un ajustement.
Perçage, taraudage, filetage.	Utiliser une perceuse fixe (respecter les règles de sécurité, décrire et choisir l'outillage nécessaire, régler la machine, fixer l'étau et bloquer la pièce, effectuer des réalisations pratiques simples). Réaliser un trou borgne taraudé détérioré ou bouché, puis réaliser un nouveau taraudage (ISO à pas métrique) manuellement avec un jeu de tarauds. Réaliser manuellement le filetage (ISO à pas métrique) d'une tige en acier avec un jeu de filières.
Découpage	Utiliser une scie à métaux manuelle. Découper des tubes et profilés (décrire les principaux profilés disponibles sur le marché, décrire l'outillage, effectuer des réalisations pratiques simples). Utiliser un chalumeau découpeur (découper des tôles ou profilés, respecter les règles de sécurité, décrire l'outillage nécessaire, effectuer des réalisations pratiques simples). Utiliser une scie à métaux manuelle. Décrire les règles de sécurité liées à l'utilisation d'une tronçonneuse à main ou d'un lapidaire.
Travaux sur tôle.	Utiliser une cintreuse. Réaliser un traitement thermique (recuit sur cuivre).

3. Collage – Soudage - Tuyautage (64 h TP)	
Contenu	Capacités attendues
Collage.	Utilisation des colles, des résines de synthèses et des tissus de verre : <ul style="list-style-type: none"> • préparer le travail, • mélanger les différents composants, • mettre en œuvre, • respecter les consignes de sécurité.
Soudage.	Réaliser une soudure autogène à l'aide d'un chalumeau oxyacétylénique. Réaliser une soudure à l'arc. Réaliser une soudure sous atmosphère inerte (TIG). Réaliser une soudo-brasure. Dans chaque cas : <ul style="list-style-type: none"> • décrire l'outillage nécessaire, • effectuer les réglages appropriés. Mettre en œuvre le soudage en respectant les règles de sécurité.
Tuyautage.	Découper et ajuster des tubes. Utiliser une cintruse hydraulique. Mettre en forme des éléments de tuyauteries. Pré-fabriquer des tronçons de tuyauteries. Assembler des lignes de tuyauteries par soudure et par raccords «Union».

Unité M.4 – Module contrôle de l'exploitation du navire et assistance aux personnes à bord

4.1 Anglais maritime et technique (48 h TD)

1. Anglais maritime et technique (48 h TD)	
Contenu	Capacités attendues
<p>Description du navire en langue anglaise.</p> <p>Description du navire, des espaces réservés à la cargaison, aux passagers, à l'équipage, aux installations machines et des locaux techniques et capacités.</p> <p>Caractéristiques du navire:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poids, • volumes, • dimensions. <p>Le personnel de bord, les services.</p> <p>Description succincte des différents types de navire.</p>	<p>S'exprimer clairement en utilisant les termes relatifs à la description du navire.</p>
<p>Sécurité.</p> <p>Vocabulaire relatif à la sécurité du niveau opérationnel STCW.</p>	<p>S'exprimer clairement en utilisant les termes et les consignes relatifs à la sécurité à bord: incendie, évacuation... (<i>comprendre et se faire comprendre</i>).</p>
<p>Vocabulaire relatif au service machine (section A-III/I STCW).</p> <p>Compréhension et traduction de notices techniques.</p> <p>Compréhension et rédaction de comptes rendus et de consignes.</p>	<p>Lire et interpréter les documents de description de l'installation propulsive, des auxiliaires et des circuits associés.</p> <p>Interpréter les instructions relatives à la mise en œuvre des matériaux, de l'outillage, des appareils, des montages électriques, des automatismes...</p>

4.2 – Anglais général (48 h TD)

Objectif de la classe de mise à niveau, en anglais : consolider le niveau B1 en diversifiant leur vocabulaire jusqu'à l'étendre au vocabulaire professionnel maritime.

Les situations d'enseignement pourront être réalisées :

- avec support : documents, notices, modèles, extraits de livres, récits, romans, reportages, brochures professionnelles, publicités, cartes, journaux, radio...
- sans support : mises en scène, jeux de rôles, simulations d'entretien, correspondances, échanges

Les compétences langagières seront enseignées dans le cadre des thématiques suivantes :

1. Sensibiliser les élèves au milieu professionnel	
Compétences	Tâches
- comprendre et communiquer sur les aptitudes et les choix de carrière - communiquer sur les qualités requises pour exercer un métier - lire et comparer les demandes d'emploi - lire et rédiger un CV complet et une lettre de motivation - se préparer à un entretien d'embauche	- présenter une entreprise, un poste - rendre compte d'un travail réalisé ou d'un stage effectué - écrire son propre CV - participer à un entretien d'embauche

2. Développer une culture générale, à connotation maritime	
Compétences	Tâches
- échanger des informations en environnement multiculturel - s'informer sur les échanges commerciaux maritimes dans le monde - connaître les métiers de la mer et leur évolution- se préparer à un entretien d'embauche	- communiquer sur les différents modes de vie liés à chaque culture - situer les grands ports maritimes et leur influence

3. Vivre à bord, à terre... à l'étranger	
Compétences	Tâches
- échanger sur les points essentiels de la vie quotidienne - échanger personnellement et professionnellement avec le personnel de différentes nationalités - gérer les formalités administratives pour naviguer et voyager	- prendre contact, échanger, demander un itinéraire, se repérer dans une ville, profiter des loisirs - communiquer et travailler ensemble en échangeant sur des consignes - s'informer, se renseigner, s'organiser, résoudre un problème administratif

4.3 – Description, entretien du navire et stabilité (32 h cours)

1. Description et entretien du navire (24 h cours)	
Contenu	Capacités attendues
Description du navire et de ses principaux éléments de structure.	Identifier et nommer les principaux éléments de structure du navire.
Manutention et stockage	Décrire les procédures relatives à la sécurité de la manutention, de l'arrimage et de l'assujettissement des approvisionnements. Décrire les règles de sécurité relatives à la manutention des approvisionnement dangereux, potentiellement dangereux et nocifs. Identifier les produits incompatibles chimiquement et mettre en œuvre les règles de stockage et d'entreposage relatives aux matières dangereuses.
Prévention de la pollution	Décrire les précautions à prendre pour prévenir la pollution du milieu marin. Décrire l'emploi et le fonctionnement du matériel de lutte contre la pollution. Décrire des méthodes approuvées d'élimination des polluants marins.
Sécurité des travaux.	Décrire les pratiques de travail sûres et les mesures de sécurité individuelle à bord, notamment relatives : <ul style="list-style-type: none"> • à l'utilisation de l'outillage portatif (électrique ou pneumatique), • à la mise en sécurité électrique ou mécanique et à la mise en œuvre des mesures de consignation (verrouillage et marquage), • aux systèmes d'autorisation de travail, • aux travaux dans les espaces clos , • aux techniques de levage et aux méthodes de prévention des blessures dorsolombaires, • aux travaux de peinture, • aux travaux en hauteur , • aux travaux à feu nu, • aux équipements de protection individuelle, • au travailleur isolé.
Entretien intérieur.	Expliquer la nécessité de l'entretien, dangers dus aux négligences (obstruction, sols glissants, points durs, accumulation de matériaux combustibles etc.). Décrire les produits et matériels d'entretien, leurs indications et leurs dangers. Énoncer les consignes générales de propreté et les consignes particulières pour la cuisine.

1. Description et entretien du navire (suite)	
Contenu	Capacités attendues
Entretien extérieur.	<p>Décrire l'entretien à mettre en œuvre pour les coques en acier, en bois, en plastique et en aluminium.</p> <p>Rôle des anodes.</p> <p>Décrire l'entretien à mettre en œuvre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • entretien du pont et des superstructures, graissage et huilage des câbles, • entretien des locaux de l'équipage, • lessivage, • préparation des surfaces, peinture. <p>Stratification polyester et époxy sur petites réparations.</p> <p>Préparation de surface et retouches sur coques métalliques.</p>
Élimination des déchets.	<p>Décrire les méthodes appropriées d'élimination des résidus et déchets issus des travaux d'entretien.</p> <p>Appliquer les règles de gestion des ordures imposées par MARPOL annexe V.</p>

2. Stabilité (8 h cours)	
Contenu	Capacités attendues
Éléments caractéristiques de la carène.	<p>Décrire à l'aide de schémas les forces appliquées au centre de gravité du navire et au centre de carène.</p> <p>Décrire les conditions d'équilibre du navire.</p> <p>Définir la gîte et l'assiette.</p>
Stabilité du navire	<p>Expliquer les modification de l'équilibre et de la stabilité par déplacement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • addition ou soustraction de poids, • remplissage déséquilibré des réservoirs, • cas du givrage. <p>Définir les carènes liquide et expliquer leur effet sur la stabilité.</p>

Unité MN – Module national complémentaire

1. Environnement professionnel (16 h cours)	
Contenu	Connaissances attendues
Le marin et la marine marchande.	<p>L'administration de la mer, rôle des DIRM et des DML. Établissement National des Invalides de la Marine ; catégorie de classement des marins, cotisations de l'employé et de l'employeur. Caisse Générale de Prévoyance :</p> <ul style="list-style-type: none"> • but, • accidents et maladies du marin, • assurance de la famille, feuille de maladie. <p>Caisse de retraite des marins :</p> <ul style="list-style-type: none"> • -but, • -pensions diverses. <p>Allocations familiales. Rôle des assistantes sociales.</p>
Le régime disciplinaire et pénal .	<p>Pouvoirs du capitaine en matière disciplinaire, différentes catégories d'infractions, juridictions compétentes. Obligations et responsabilités respectives du capitaine et de l'équipage.</p>
Le métier de marin.	<p>Brevets, formation professionnelle maritime. Composition de l'équipage et classification des emplois. Réglementation du travail à bord. Le document unique de prévention (DUP). Rémunération des équipages au commerce et à la pêche. Conventions collectives. Contrat d'engagement, droits et obligations respectives, litiges. Rôle des syndicats professionnels. Rôle de l'O.M.I. La prévention des conduites addictives (responsabilités, conséquences professionnelles, civiles et pénales).</p>
La réglementation liée au navire.	<p>Différentes sortes de navigation. Navire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • nom, • immatriculation, • signal distinctif, • acte de francisation, • rôle d'équipage. <p>Sécurité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • visite de sécurité, • différents titres de sécurité, • rôle de l'inspecteur de la sécurité des navires, • commission de sécurité. <p>Rôle des sociétés de classification. Visites périodiques et épreuves de sécurité.</p>

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals
Mise à niveau

Appendice B.1.4

Formation en milieu professionnel

1. Objectifs

La période de formation en milieu professionnel de la classe de mise à niveau du B.T.S. MASEN doit permettre à l'étudiant de découvrir l'entreprise dans son ensemble et de se familiariser avec elle.

2. Organisation générale

La période de formation en milieu professionnel est effectuée dans une entreprise à terre ou embarquée.

La formation en milieu professionnel est placée sous le contrôle des autorités académiques dont relève l'étudiant.

Cette formation en milieu professionnel est organisée par l'établissement fréquenté par l'étudiant et l'entreprise d'accueil.

Elle fait l'objet d'une convention entre l'établissement fréquenté par l'étudiant et la ou les entreprise(s) d'accueil. La convention est établie conformément aux dispositions du décret n°2006-1093 du 29 août 2006 pris pour l'application de l'article 9 de la loi n°2006-396 du 31 mars 2006 pour l'égalité des chances. Toutefois, cette convention pourra être adaptée pour tenir compte des contraintes imposées par la législation du pays d'accueil.

Dans le cas d'une période de formation faisant l'objet d'un embarquement à bord d'un navire de mer, la convention pourra être conforme à une convention type définie l'arrêté du 3 septembre 2013 fixant les modèles de convention de stage pour les élèves des lycées professionnels maritimes ou d'organismes de formation.

Durant la période de formation en milieu professionnel, l'étudiant a obligatoirement la qualité de stagiaire.

Cette formation en milieu professionnel est placée sous la responsabilité pédagogique des professeurs assurant les enseignements professionnels. Cependant, l'équipe pédagogique dans son ensemble est associée à l'explicitation de ses objectifs, à sa mise en place, à son suivi et à l'exploitation qui en est faite. Elle doit veiller à informer les responsables de l'entreprise des objectifs visés et plus particulièrement de son importance dans la confirmation de la vocation de l'étudiant.

A l'issue de cette période de formation en milieu professionnel, et à des fins d'évaluation, un rapport sera établi par l'étudiant et remis aux membres de l'équipe pédagogique.

3. Durée

La durée globale de la formation en milieu professionnel est de quatre semaines effectuées de manière consécutive ou fractionnées. Deux semaines sont prises sur les vacances scolaires.

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals
Mise à niveau

Appendice B.2

Modalités de certification

1. Conseils de classe

La scolarité de la classe MAN est organisée en trimestres. L'établissement d'accueil de la classe MAN fixe les dates de début et de fin de trimestre et établit le calendrier des conseils de classe.

Ce calendrier est porté à la connaissance des étudiants en début d'année scolaire.

Un livret scolaire est constitué pour chaque étudiant.

Les membres des conseils de classe sont les enseignants et professeurs ayant délivré les enseignements de la classe de MAN.

Les conseils de classe du premier et second trimestre ont pour mission de traiter les questions pédagogiques intéressant la vie de classe, les modalités d'organisation du travail personnel des étudiants et d'examiner les résultats scolaires individuels des étudiants en proposant un bilan et des conseils. Le conseil de classe du troisième trimestre émet un avis sur l'admission de l'étudiant en classe de B.T.S.M. MASEN 1ère année et établit une liste, par ordre de mérite.

2. Évaluation des compétences

Le contrôle des connaissances s'opère selon le mode du contrôle continu.

Le contrôle continu :

- est organisé durant les périodes d'enseignement ;
- est constitué d'épreuves organisées suivant un planning défini ou de manière inopinée selon le choix de l'enseignant. Il peut ne concerner à chaque fois que quelques étudiants du cursus ;
- peut être effectué, dans sa forme, selon la libre appréciation de l'enseignant responsable de la matière;
- peut porter sur une partie variable des connaissances ou compétences à acquérir ;
- ne fait pas nécessairement l'objet de convocation et n'est pas inscrit dans un calendrier.

Les modalités de contrôle continu prévoient la communication régulière des notes et résultats à l'étudiant.

En cas d'absence d'un candidat à une évaluation, motivée par un cas de force majeure, tel qu'apprécié par le chef d'établissement, une évaluation de remplacement pourra être réalisée.

L'évaluation des compétences peut prendre les formes suivantes:

- épreuve orale;
- épreuve écrite;
- épreuve pratique;
- exposé;
- évaluation de rapports.

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals

ANNEXE C

Référentiel du brevet de technicien supérieur

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals

Appendice C.1

Référentiel de la formation

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals

Appendice C.1.1

Unités constitutives du diplôme

La définition du contenu des unités constitutives du diplôme a pour but de préciser pour chacune d'elles, quelles activités et compétences professionnelles sont concernées.

Chaque unité va recouvrir une épreuve, constituée parfois de sous-épreuves.

La définition du contenu des unités professionnelles du diplôme a pour but de préciser, pour chacune d'elles, quelles tâches et compétences professionnelles sont concernées et dans quel contexte. Il s'agit à la fois :

- de permettre la mise en correspondance des activités professionnelles et des unités dans le cadre du dispositif de validation des acquis de l'expérience (VAE) ;
- d'établir la liaison entre les unités, correspondant aux épreuves, et le référentiel d'activités professionnelles afin de préciser le cadre de l'évaluation.

Les unités constitutives du diplôme du BTS MASEN sont les unités :

U1 (Épreuve E 1) Culture maritime et expression française ;

U2 (Épreuve E 2) Culture maritime et expression en langue anglaise ;

U3 (Épreuve E 3) Mathématiques et informatique ;

U4 (Épreuve E 4) Maintenance des systèmes électrotechniques navals ;

U5 (Épreuve E 5) Maintenance des systèmes de contrôle-commande et de régulation ;

U6 (Épreuve E 6) Maintenance des systèmes électroniques navals ;

U7 (Épreuve E 7) Maintenance des systèmes informatiques navals ;

U8 (Épreuve E 8) Projet technique.

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals

Appendice C.1.2

Horaires de la formation

GRILLE HORAIRE BTS MASEN

Enseignements	Mode d'enseignement	BTS 1e année	BTS 2 ^e année	Total Heures élèves	Total Heures élèves
		Heures élèves	Heures élèves		
Culture maritime et expression française	Cours	2	2	128	228
	TD	2	1	100	
Culture maritime et expression en langue anglaise	TD	4	6	312	312
Total enseignement général :		8	9	540	540
Mathématiques & informatique	Cours	2	1	100	300
	TD & TP	4	2	200	
Total Mathématiques & Informatique :		6	3	300	300
Maintenance des systèmes électrotechniques navals	Cours	1	1	64	192
	TP	2	2	128	
Maintenance des systèmes de contrôle-commande et de régulation.	Cours	2	2	128	384
	TP	4	4	256	
Maintenance des systèmes électroniques navals	Cours	2	3	156	366
	TP	3,5	3	210	
Maintenance des systèmes informatiques navals	Cours	1,5	1	82	266
	TP	2	4	184	
Total enseignement Professionnel :		18	20	1208	1208
Projet technique	TD	1	2	92	92
Aide individuelle personnalisée	TD	1	0	36	36
Total général:		34	34	2176	2176

Nombre de semaines de formation :

36	30*
----	-----

Nombre de semaines PFMP :

0	8**
---	-----

* : dont deux semaines laissées à l'appréciation de l'établissement pour

- l'organisation d'une immersion en langue anglaise,
- la consolidation des compétences en vue des évaluations,
- l'organisation des soutenances et épreuves orales.

** : dont deux semaines prises sur les vacances scolaires.

UE 1 – Culture maritime et expression française			
Chapitres	Volumes horaires	1e année	2e année
Culture maritime et expression française	228 h	144 h	84 h
Totaux :	228 h	144 h	84 h

UE 2 – Culture maritime et expression en langue anglaise			
Chapitres	Volumes horaires	1e année	2e année
Culture maritime et expression en langue anglaise	312 h	144 h	168 h/
Totaux :	312 h	144 h	168 h

UE 3 – Mathématiques & informatique			
Chapitres	Volumes horaires	1e année	2e année
3.1. Mathématiques générales	36 h	36 h	/
3.2. Analyse 1e partie	54 h	30 h	24 h
3.3 Analyse 2e partie	60 h	36 h	24 h
3.4 Compléments mathématiques, scientifiques et techniques	60 h	24 h	36 h
3.5 Informatique (Algorithmique & bases de la programmation en Python et Java)	90 h	90 h	/
Totaux :	300 h	216 h	84 h

UE 4 – Maintenance des systèmes électrotechniques navals			
Chapitres	Volumes horaires	1e année	2e année
4.1. Exploitation et maintenance des installations électriques des navires de mer	85 h	67 h (24C + 43TP)	18 h (7C + 11TP)
4.2 Maintenance des machines électriques tournantes	30 h	/	30 h (6C + 24TP)
4.3 La commande des machines électriques	41 h	41 h (12C + 29TP)	/
4.4 La pollution électromagnétique	36 h	/	36 h (15C + 21TP)
Totaux :	192 h	108 h (36C + 72TP)	84 h (28C + 56TP)

UE 5 – Maintenance des systèmes de régulation et de contrôle-commande			
Chapitres	Volumes horaires	1e année	2e année
5.1. - Régulation et automatisme appliqués	135 h		
5.1.1. Introduction à la commande	(57 h)	57 h (24C + 33TP)	/
5.1.2. Identification des processus	(12 h)	12 h (12TP)	/
5.1.3. Précision et stabilité d'une boucle	(12 h)	12 h (3C + 9TP)	/
5.1.4. Régulation en temps discret	(12 h)	/	12 h (6C + 6TP)
5.1.5. Logique combinatoire	(18 h)	18 h (6C + 12TP)	/
5.1.6. Outils & méthodes	(24 h)	/	24 h (6C + 18TP)
5.2. - Instrumentation et maintenance des chaînes de mesure.	69 h	69 h (21C + 48 TP)	
5.3 - Exploitation et maintenance des chaînes de régulation.	48 h	48 h (18C + 30TP)	
5.4 - Exploitation et maintenance des systèmes automatisés à base d'automates programmables industriels.	72 h	/	72 h (24C + 48TP)
5.5 - Exploitation et maintenance des systèmes numériques de contrôle-commande.	36 h	/	36 h (8C + 28TP)
5.6. Systèmes navals automatisés	24 h	/	24 h (12 C + 12TP)
Totaux :	384 h	216 (72C + 144TP)	168 (56C + 112TP)

UE 6 – Maintenance des systèmes électroniques navals			
Chapitres	Volumes horaires	1e année	2e année
6.1 - Électronique appliquée et traitement du signal.	201 h		
6.1.1 – Notions fondamentales d'électronique	57 h	57 h (18C + 39TP)	h
6.1.2 – Le signal et son traitement	72 h (33C + 39TP)	42 h (18C + 24TP)	30 h (15C + 15TP)
6.1.3 – Ondes	42 h	/	42 h (21C + 21TP)
6.1.4 – Transmissions analogiques et numériques	21 h	21 h (9C + 12TP)	/
6.1.5 – Colorimétrie et images numériques	12 h	12 h (6C + 6TP)	/
6.2 - Maintenance des systèmes électroniques liés à la navigation et à l'exploitation du navire.	72 h	/	72 h (36C + 36TP)
6.3 - Maintenance des systèmes de radio-transmission des navires.	24 h	/	24 h (12C + 12TP)
6.4 - Exploitation et maintenance des réseaux et systèmes de transmission interne de données (Voix, datas, images).	39 h	39 h (12C + 27TP)	/
6.5 – Équipements de confort et de divertissement.	27 h	27 h (9C + 18TP)	/
TOTAL	366 h	198 h (72C + 126TP)	168 h (84C + 84TP)

UE 7 – Maintenance des systèmes informatiques navals			
Chapitres	Volumes horaires	1e année	2e année
7.1 - Maintenance des systèmes permettant l'accès aux réseaux.	75 h	75 h (15C + 60TP)	/
7.2 - Maintenance et administration des réseaux informatiques.	84 h	51 h (39C + 12TP)	33 h (9C + 24TP)
7.3 – Développement logiciel en Java	107 h	/	107 h (17C + 90TP)
TOTAL	266 h	126 h (54C + 72TP)	140 h (28C + 112TP)

UE 8 – Projet technique			
Chapitres	Volumes horaires	1e année	2e année
Projet technique	92 h	36 h	56 h
Totaux :	92 h	36 h	56 h

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
Maintenance des Systèmes électronavals

Appendice C.1.3

Formation en milieu scolaire

Nota Bene :

Les volumes horaires détaillés, pour les unités d'enseignement professionnel, sont donnés à titre indicatif, afin d'aider les enseignants à planifier et organiser leurs enseignements dans le cadre d'une progression pédagogique harmonieuse.

Les enseignants doivent bien entendu les adapter afin de tenir compte :

- de la progression pédagogique effective des étudiants dont ils ont la charge ;
- des difficultés matérielles et organisationnelles auxquels ils peuvent être confrontés.

Unité U.1 - Culture maritime et expression en langue française

Objectif général :

Le but de l'enseignement de ce savoir dans la section de technicien supérieur MASEN est de donner aux étudiants la culture générale et maritime qui leur sera utile dans leur vie professionnelle et citoyenne et de les rendre à aptes à une communication efficace en développant notamment leurs capacités de compréhension, recherche de l'information et d'expression écrite et orale.

1 Les objectifs et les moyens

Le but de l'enseignement de la culture maritime et du français dans cette section de technicien supérieur est de donner aux étudiants :

- une culture particulière liée à l'univers maritime ;
- les moyens d'une communication efficace à l'oral et à l'écrit, dont ils auront besoin dans leur environnement professionnel maritime ;
- l'autonomie.

La mémorisation, la composition de fiches de travail, des lectures rapides, la composition d'un fond documentaire adapté sont les outils indispensables à l'étudiant pour atteindre l'autonomie requise.

Une communication efficace à l'oral et à l'écrit suppose la maîtrise d'un certain nombre de capacités et de techniques d'expression. Cette maîtrise suppose, à son tour, une connaissance suffisante de la langue (vocabulaire et syntaxe) et une aptitude à la synthèse pour saisir avec exactitude la pensée d'autrui et exprimer la sienne avec précision.

Des exercices variés concourent à cette maîtrise: débat oral, exposé oral, analyse des interactions verbales ; analyse et résumé d'un texte, comparaison de textes plus ou moins convergents ou opposés, étude logique d'une argumentation, constitution et analyse d'une documentation, compte-rendu d'un livre lu, composition d'une synthèse à partir de textes et de documents de toute nature, rédaction d'un compte-rendu, d'une note, d'une réponse personnelle à une question posée, d'une argumentation personnelle mettant en évidence l'évolution du monde maritime français et européen. La période d'étude s'échelonne de l'Antiquité au début du XXIème siècle.

Chaque année, après consultation des équipes pédagogiques concernées, une note de l'IGEM fixera le(s) thème(s) abordé(s) et proposera les œuvres étudiées ainsi que les axes de réflexion pour atteindre les objectifs généraux suivants :

- créer une culture maritime commune chez des étudiants arrivant d'horizons scolaires variés, leur permettant une intégration réussie dans le milieu maritime et la réalisation de leurs tâches d'encadrement ;
- développer la curiosité ainsi que la compréhension du fonctionnement du monde maritime ;
- développer le sens de la réflexion par les techniques de l'argumentation écrite et orale, la précision des informations et des arguments, ceci afin de construire l'expression d'un jugement personnel.

2. Les capacités et les techniques

2.1. Présentation

Cet ensemble se présente sous la forme d'un répertoire des capacités et techniques dont la maîtrise constitue l'objectif du module Culture Maritime et expression française dans cette section de technicien supérieur maritime.

Il comprend une analyse de ces capacités et techniques, un recueil de situations dans lesquelles il est possible d'acquérir, d'exercer et d'évaluer ces compétences, un recensement des critères spécifiques d'évaluation.

Les situations proposées sont des situations de formation. Certaines d'entre elles peuvent servir de supports à une évaluation. D'autres ne figurent pas en tant que telles dans les épreuves de certification mais sont essentielles dans un parcours de formation.

Ces situations ne constituent pas un catalogue exhaustif ou impératif, ni ne définissent un itinéraire obligé. Cependant, il importe de rappeler qu'une progression bien étudiée ne suppose pas réalisables d'emblée les épreuves imposées pour la délivrance du diplôme et au niveau requis en fin de formation.

Chaque professeur conserve la responsabilité de définir son projet pédagogique, en déterminant ses priorités et sa progression. Il prend en charge, selon les horaires dont il dispose, les exigences professionnelles propres au brevet de technicien supérieur maritime et répond aux besoins recensés chez ses étudiants. Chaque fois que cela est possible, il veille à favoriser l'interdisciplinarité.

2.2. Les capacités

Le milieu professionnel du technicien supérieur maritime est marqué par des caractéristiques spécifiques alternant des périodes embarquées et des périodes à terre.

Les embarquements sont marqués par des équipages fortement hiérarchisés, à forte diversité sociale, linguistique et culturelle, fonctionnant sur des périodes plus ou moins longues en huit clos.

Même embarqués, les techniciens supérieurs maritimes sont en relation professionnelle avec une entreprise terrestre et des acteurs divers.

Une communication efficace, à l'oral comme à l'écrit, dans cet environnement, suppose la maîtrise d'un certain nombre de savoirs et donc, afin de les transmettre dans les meilleures conditions, de capacités et de techniques d'expression.

Communiquer.

La communication orale :

- Appréhender et respecter les conditions préalables à toute communication orale (attention, écoute, disponibilité) ;
- Choisir, ordonner, structurer les éléments d'un message ;
- Adapter son message à la situation de communication et en définir les objectifs (informer, expliquer, justifier, argumenter, réfuter, convaincre, persuader) ;
- Mémoriser et restituer ou reformuler un message ;
- Recentrer le sujet de discussion lors d'une réunion, d'une assemblée ou le thème d'un débat ;
- Respecter les temps de paroles.

La communication écrite :

- Rassembler des éléments d'information et d'argumentation ;
- Adapter les moyens d'expression à la situation et au destinataire ;
- Recenser les données d'un problème ou d'une situation ;
- Maîtriser les techniques argumentatives et de synthèse ;
- Organiser les données ;
- Personnaliser un message.

S'informer

- Maîtriser les outils et techniques documentaires usuels ;
- Cibler et ordonner les opérations de recherche d'informations ;
- Repérer une information et en apprécier la pertinence ;
- Classer et hiérarchiser des informations multiples.
- Développer un esprit critique.

Comprendre

- Identifier les caractéristiques du message (support, genre, registre, type, ...) ;
- Repérer les mots-clés et identifier les idées principales ;
- Percevoir les subtilités du langage (ambiguïtés, connotations, figures de styles, insinuations...);
- Évaluer l'intérêt et la portée d'un message ;
- Lire des documents écrits non textuels (organigramme, tableau, schéma, graphique, ...) ;
- Mettre en relation des documents différents.

2.3. Les techniques

La langue orale

- Prendre la parole en public ;
- Animer ou participer à une réunion ;
- Adapter le discours au média utilisé (téléphone, microphone, conférence à distance, vidéo projecteur, ...) ;
- Maîtriser les codes paraverbaux (attitude, intonation et débit de la voix, expression du visage ; gestuelle) ;
- Utiliser un vocabulaire précis et varié ;
- Choisir un registre de langue approprié.
- Synthétiser et résumer.

La langue écrite

- Rédiger un message lisible et respecter le code linguistique (morphologie, orthographe lexicale et grammaticale, syntaxe, sémantique).
- Utiliser un vocabulaire adapté.
- Prendre des notes.
- Utiliser les différentes formes de discours: narratif, argumentatif, descriptif.
- Savoir utiliser les connecteurs logiques
- Adopter une progression logique (chronologie, argumentaire...) et établir un plan (ex: introduction, développement, conclusion) ;
- Argumenter.
- Synthétiser et résumer.

3. Les thèmes

3.1. Histoire des sciences et techniques maritimes.

De par son fonctionnement biologique, l'homme n'est pas un mammifère aquatique. L'évolution sur mer constitue donc une aventure et nécessite le développement de savoirs et de savoir-faire et ceci sur des milliers d'années :

- l'histoire de la navigation: progrès et techniques maritimes depuis la Préhistoire jusqu'à nos jours ;
- aventures et voyages de découvertes et scientifiques XVI^e- XVIII^e siècle ;
- l'évolution du navire et sa construction de l'Antiquité au XX^e.

3.2. Histoire économique maritime.

Dans l'histoire de l'Europe, les activités maritimes (commerce, pêche, constructions navales...) ont toujours joué un rôle si considérable que la politique et l'économie ne peuvent se comprendre sans elles. Cependant, ces activités -et leurs liens- sont victimes de malentendus qui les emprisonnent dans des idées fausses et préconçues. Elles restent ainsi largement délaissées -sauf rares exceptions – par l'enseignement français.

Les recherches internationales ont montré l'importance de ces activités, de cette « économie » maritime dans le développement européen.

Le commerce intra-européen, commerce colonial, pêches, courses, pour ne citer qu'eux, étaient liés. Ils constituaient des secteurs amont (pour permettre) ou aval (pour écouler des produits) du vaste commerce maritime européen.

Les thématiques suivantes pourront donc être abordées :

- Le commerce maritime intra européen du XIV^{ème} au XX^{ème} siècle : la Hanse (principaux ports et hinterland).
- Les pêches : l'aventure de la pêche morutière de début du XVI^{ème} à la fin du XX^{ème} siècle.
- Le commerce colonial du XVI^{ème} au-XVIII^{ème} siècle.
- La marine de commerce française : évolution économique et stratégique des origines à nos jours.
- La marine royale, corsaires et trafic dans l'Atlantique de Louis XIV à nos jours.
- Les hommes : L'inscription maritime et les gens de mer.

3.3. Littérature et iconographie maritime.

La mer exerce une fascination indéniable et peut donner lieu à des représentations fantastiques. Elle prend alors tour à tour l'aspect d'une mère nourricière, maternelle voire salvatrice mais elle peut également se transformer en marâtre destructrice. En effet, la littérature française offre nombre d'images de tempêtes où la mer se déchaîne et peut mener la vie dure aux marins. Ainsi il est intéressant d'étudier les aspects du marin (extension possible du thème de la piraterie) à savoir un marin menant une vie de « galère » ou une vie calme ; le marin tantôt courageux faisant preuve de sang-froid, tantôt gagné par la peur...

Les thématiques suivantes pourront donc être abordées :

- L'homme et la mer.
 - L'Homme et son rapport à la mer : coutumes liées à la mer, fascination, répulsion, indifférence...
 - Lieu d'apprentissage et d'évolution : récits d'apprentissages, vocabulaire maritime (évolution du vocabulaire maritime à travers les siècles)...
- Mythes du marin et mythologies marines.
 - Aspects et personnifications de la mer.
 - Récits de naufrages.
 - Figures du marin (marin, corsaire, pirate, militaire, néophyte, naufragé...courageux...).
 - Récits mythologiques.

- La mer, muse de l'écrivain.
Toujours en lien avec la fascination il est évident que la mer, et par extension l'eau et ses corollaires, laissent souvent place à la rêverie poétique. Les badauds deviennent parfois sensibles à sa beauté et s'abandonnent à leur imagination ainsi qu'à leur plume.
 - La mer, espace de rêverie, de réflexion, de confession.
 - La mer, l'eau et ses corollaires comme objets poétiques.
- Les récits d'aventure et de voyage
Lieu de déplacements, de mouvements fictifs ou réels la mer peut apparaître comme simple vecteur. Mais elle est en réalité un vecteur générateur ou destructeur de lien social (échanges marchands ; conquêtes ; rencontres au cours de voyages d'aventure, initiatique... « bouteille à la mer »...) et par conséquent favorise les avancées techniques, technologiques, culturelles, personnelles, ...
 - Comparer la réalité et la fiction.
 - Analyser en quoi le voyage favorise ou au contraire détruit l'échange, la communication avec autrui.
 - Analyser en quoi le voyage est vecteur de progrès.
- La mer au cinéma.
- Mer et philosophie.
Enfin, il arrive parfois que ce sujet suscite quelques réflexions philosophiques, des plus sérieuses aux plus cocasses...

3.4. Géographie littorale.

Le littoral est tout autant un espace marqué par une empreinte physique naturelle forte, voire contraignante que par l'homme et son action sur cet espace de transition, interface du terrestre et du marin en interaction perpétuelle.

Ainsi cet item de l'Unité de culture maritime peut s'aborder dans un premier temps selon deux grands axes afin de délivrer aux étudiants les connaissances générales liées aux littoraux, pour ensuite développer ce module par différentes entrées thématiques.

Connaissances générales :

- **Le littoral de nature** (Géophysique des littoraux -littoral d'ablation, littoral d'accumulation-, paysages côtiers, zonation biogéographique, écotone littoral) ;
- **le littoral d'œkoumène** (espace anthropisé).

Développement par thèmes (le déroulé suivant ne se veut pas exhaustif et peut très bien être enrichi par d'autres entrées construites par le professeur) :

- Littoraux et développement durable ;
- Littoraux riches, littoraux pauvres : quelles inégalités ? ;
- Mondialisation et insularité.

4. Les situations.

Les mises en situation seront développées autour des activités suivantes :

A/ Expression face à un auditoire professionnel

Avec ou sans support présent :

- formulation de consignes ;
- questionnement à des fins d'information ;
- communication téléphonique ;
- entretien
- réponse argumentée à une demande ;
- restitution d'un message, reformulation personnalisée d'un message ;
- prise de parole ;
- exposé bref, entretien, préparés en temps limité; exposé (seul ou à plusieurs) ;
- débat avec rapports hiérarchisés ou non.

Avec support présent :

- commentaire d'images, de croquis, de plans isolées ou en suite ;
- commentaire de documents non textuels (organigramme, tableau de statistiques, schéma, graphique, diagramme...)
- revue de presse généraliste ou spécialisée ;
- rapport ;
- présentation et soutenance d'un dossier.

Sans support présent

- compte rendu d'un événement survenu dans le navire, dans l'entreprise, d'une visite de chantier, d'une réunion, d'une étude ;
- prise de parole, discussion ;
- simulation d'entretien.

B/ Recherche, de tri et de traitement d'informations (écrites, orales, visuelles) sur des ensembles organisés ou non.

- Recherche méthodique sur un ensemble de notions à coordonner (par exemple dans des dictionnaires, des encyclopédies).
- Dépouillement et sélection d'informations en fonction d'une problématique.
- Recherche d'exemples ou d'illustrations documentaires pour argumenter un point de vue (par exemple en vue d'un exposé, d'un texte écrit).
- Etude des effets « texte-image » sur l'information.
- Elaboration d'une fiche de description analytique, critique (par exemple, sommaire d'un dossier).
- Relevé de conclusions à partir de documents contradictoires.
- Constitution d'un dossier.
- Synthèse de documents de nature, d'époques, de points de vue différents.

C/ Lecture silencieuse d'un ou de plusieurs textes.

D/ Étude comparée de textes.

E/ Audition d'un message oral (revue de presse, exposé, discours argumenté, etc.).

F/ Lecture d'images fixes isolées ou en séquences.

G/ Lecture de documents écrits non textuels (organigramme, tableau de statistiques, schéma, graphique, diagramme, etc.).

H/ Atelier d'écriture.

I/ Création d'un message, avec ou sans implication de l'émetteur.

- Réponse à une demande, à une question.
- Préparation d'un questionnaire.
- Correspondance professionnelle, administrative.
- Compte rendu d'un événement dans l'entreprise, d'une visite de chantier, d'une réunion, d'une lecture,
- d'un spectacle.
- Résumé.
- Rapport.
- Synthèse de documents.
- Discours argumenté :
 - exposé bref, entretien, préparés en temps limité avec ou sans support présent ;
 - exposé (seul ou à plusieurs) ;
 - commentaire de textes, développement composé, essai... ;
 - présentation et soutenance d'un dossier.

J/ Formulation d'un jugement critique après lecture, étude, audition, observation.

K/ Autoévaluation.

Unité U.2 – Culture maritime et expression en langue anglaise

2.1 Objectifs généraux

Les objectifs généraux de l'unité d'enseignement sont simultanément :

- de développer une culture du monde maritime moderne et contemporain,
- mobiliser ses savoirs langagiers et culturels pour communiquer en langue anglaise.

Ces deux objectifs sont indissociables l'un de l'autre. On s'abstiendra donc de travailler la communication en langue anglaise sur des thématiques qui ne seraient pas en rapport avec le monde maritime, de la même manière que l'on s'abstiendra de tout enseignement culturel maritime qui ne serait pas donné en langue anglaise.

L'étude de la langue anglaise doit contribuer à la formation intellectuelle et à l'enrichissement culturel de l'individu.

Sans négliger les activités langagières de compréhension et de production à l'écrit (comprendre, produire, interagir), on s'attachera plus particulièrement à développer les compétences orales (comprendre, produire, dialoguer) dans une langue de communication générale, tout en satisfaisant les besoins spécifiques à l'utilisation de la langue vivante dans l'exercice du métier.

La prise en compte du domaine professionnel ne signifie pas pour autant que l'enseignement doive se limiter à l'apprentissage d'une communication utilitaire réduite à quelques formules passe partout dans le monde du travail ou au seul accomplissement de tâches professionnelles ou encore à l'étude exclusive de thèmes étroitement liés à la section. Tout thème qui permettra aux étudiants de mieux comprendre la culture du pays dont ils étudient la langue pourra être abordé à condition qu'il reste pertinent à la section.

Le niveau visé est le niveau B2 en référence au Cadre européen commun de référence pour les langues. Cependant le professeur pourra tenir compte de la diversité des étudiants en se fixant pour objectif la consolidation du niveau B1 avant de viser le niveau B2.

Dans le Cadre européen commun de référence (CECRL), le niveau B1 est défini de la façon suivante :

Un étudiant devient capable de comprendre les points essentiels quand un langage clair et standard est utilisé à propos de choses familières dans le travail, à l'école, dans la vie quotidienne. Il est en mesure dans la plupart des situations rencontrées en voyage dans une région où la langue est parlée, de produire un discours simple et cohérent sur des sujets familiers. Il peut relater un événement, décrire un espoir ou un but et exposer brièvement un raisonnement.

Le niveau B2 est défini de la façon suivante :

Peut comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe, y compris une discussion technique dans sa spécialité. Il peut communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comporte de tension ni pour l'un ni pour l'autre. Il peut s'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités.

2.2 Éléments culturels du monde maritime moderne et contemporain

Outre les particularités culturelles liées au domaine professionnel (écriture des dates, unités monétaires, unités de mesure, sigles, abréviations, heure, code vestimentaire, modes de communication privilégiés, gestuelle...), la formation intellectuelle des étudiants exige que l'enseignement dispensé soit ouvert et fasse une place importante à la connaissance des pratiques sociales et des contextes culturels au sein du monde maritime.

On s'attachera donc à développer chez les étudiants la connaissance des grandes nations maritimes, connaissance indispensable à une communication efficace qu'elle soit limitée ou non au domaine professionnel.

L'enseignement des compétences de communication en langue anglaise devra donc être réalisé à partir de dossiers thématiques maritimes. Chaque dossier thématique devra former un ensemble cohérent autour d'une problématique maritime. Il devra comprendre des documents écrits, oraux ou visuels, à partir desquels les étudiants pourront développer les compétences de compréhension et d'expression, écrites et orales, en langue anglaise.

De deux à cinq thématiques pourront être abordées chaque année. Le choix des thématiques retenues est laissée à l'initiative de l'enseignant.

A titre indicatif, et de manière non-exhaustive, les thématiques suivantes pourront être choisies :

- la culture côtière et l'héritage maritime ;
- la pêche commerciale ;
- la construction navale ;
- la navigation ;
- les ports ;
- les sciences marines ;
- les lettres et les arts maritimes ;
- l'environnement marin et sa protection ;
- la sécurité maritime ;
- le commerce maritime ;
- les espaces géographiques maritime ;
- etc.

Il est bien entendu possible aux enseignants de créer d'autres thématiques, en précisant ou en croisant les thématiques énoncés ci-dessus. Cela permettrait par exemple d'aboutir à des thématiques du style : « Le saumon d'élevage en Mer du Nord : enjeux commerciaux et environnementaux ».

Il est important est que les dossiers thématiques retenus soient suffisamment fournis en documents de toute nature que les étudiants puissent exploiter. Une instruction de l'Inspecteur Général de l'Enseignement Maritime, détaillera à titre d'exemple des listes bibliographiques, cinématographiques, iconographiques, enregistrements audio et vidéo, etc., pouvant servir de base à la constitution de dossiers thématiques.

2.3 Communication en langue anglaise

2.3.1 Objectifs

La maîtrise de la langue anglaise est indispensable à l'insertion professionnelle dans le monde du travail maritime, à la mobilité et à la poursuite d'études ; l'objectif est donc double :

- Consolider et structurer les compétences fondamentales de compréhension et d'expression à l'oral et à l'écrit pour communiquer efficacement dans les domaines personnel, public et professionnel.

- Développer ses connaissances professionnelles et culturelles pour prendre en compte l'évolution permanente des métiers et s'y adapter, dans un contexte international. L'horaire est réparti régulièrement sur les 4 semestres du cycle. La moitié de l'horaire est consacré à la communication en situation professionnelle et la primauté de l'oral (60% minimum du temps d'enseignement) est réaffirmée. Les contenus à aborder en BTSM prennent appui sur ceux définis dans le programme du baccalauréat professionnel et ils en constituent un prolongement.

2.3.2 Recommandations pédagogiques

L'accès à un cycle BTSM se traduit pour l'étudiant par une double nécessité:

- S'entraîner de façon de plus en plus **autonome** car le volume horaire imparti ne permet qu'imparfaitement une exposition suffisante, en fréquence et en durée, à la langue.
- **Développer sa culture de la mobilité** pour bénéficier à plein de l'harmonisation des cursus de formation au niveau européen, de l'internationalisation des échanges et du marché du travail. A cet égard, la maîtrise des langues étrangères et l'ouverture culturelle constituent de précieux atouts. Pour cela, l'étudiant doit intégrer la dimension internationale à son projet de formation personnelle et prendre appui sur les actions conduites par l'établissement pour mobiliser et valoriser ses savoirs langagiers et culturels.

La primauté de l'oral est par ailleurs rappelée : l'essentiel du temps de « face à face » doit être consacré à la pratique de la langue orale dans ses deux composantes (expression et compréhension). L'importance du lexique et de phonologie pour la communication doit être réaffirmée, mais la morphosyntaxe ne doit pas pour autant être négligée.

- **Compréhension** : il est indispensable que l'étudiant consacre de façon régulière un temps de travail personnel à l'activité d'écoute et de lecture ; le professeur met à sa disposition des supports (sonores /écrits) et fixe des tâches de compréhension (recherche d'information avec l'aide de grilles). Cet entraînement ne peut être profitable que si l'étudiant est exposé de façon régulière à des échantillons authentiques de la langue et si sa performance est évaluée. L'enjeu pour un futur professionnel n'est pas seulement de bien comprendre, il est aussi de comprendre vite. L'atteinte de cet objectif nécessite de recourir à un entraînement spécifique : les exercices doivent permettre de développer la réactivité de l'étudiant, sa capacité à repérer rapidement les réseaux de sens, à déduire et inférer, à identifier les éléments importants d'un message (thème, contexte, identité /fonction des locuteurs, une information essentielle / spécifique)
- **Expression** : si l'entraînement des étudiants à la compréhension peut en partie être mis en œuvre en dehors de la présence du professeur, il n'en va pas de même pour l'expression : le cours est le moment privilégié pour faire pratiquer des activités de production orale guidée et semi-guidée. Le questionnement pédagogique est utile pour contrôler les acquis ; pour les situations d'apprentissage, il convient de privilégier le questionnement référentiel et les situations de communication authentiques qui permettent les transferts réels d'information. Pour offrir un temps de parole significatif à ses étudiants, le professeur recourt fréquemment au travail en binômes (jeux de rôles notamment)

On l'a vu, le développement des compétences langagières nécessite une exposition importante des étudiants, en fréquence et en durée, à la langue. La programmation des enseignements devra donc prévoir, autant que possible, une séance **quotidienne** d'enseignement en langue anglaise.

Selon les possibilités offertes par la programmation annuelle des semaines d'enseignement, un voyage à l'étranger d'une durée d'une semaine permettant une **immersion linguistique** et professionnelle pourra être réalisé judicieusement en début de 2^e année.

2.3.3 Indications de contenus, commentaires.

On dénombre 5 objectifs de deuxième niveau ; chacun d'eux correspond à une activité langagière. Dans la présentation, les activités langagières sont dissociées les unes des autres; dans une séance d'enseignement, comme dans la réalité, elles s'imbriquent constamment. Pour toutes les activités, le niveau d'exigence attendu, en référence au CECRL, est le niveau **B2**.

Objectif 1 : Comprendre un ou plusieurs locuteurs (interaction) s'exprimant dans une langue orale standard, « en direct » ou enregistrée, sur des sujets familiers ou non , se rencontrant dans la vie personnelle, sociale ou professionnelle (discussions techniques dans son domaine de spécialité)

- comprendre l'information globale ;
- comprendre une information particulière ;
- comprendre l'information détaillée ;
- comprendre l'implicite du discours.

Objectif 2 : Communiquer oralement en continu

Présenter, expliquer, développer, résumer, rendre compte, commenter.

Objectif 3 : Communiquer oralement en interaction

Communiquer oralement en interaction : c'est communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance qui rende possible une interaction normale avec un locuteur s'exprimant dans la même langue et participer activement à une conversation dans des situations familières présenter et défendre ses opinions.

Pour les **objectifs 2 et 3**, il s'agit de communiquer dans le domaine personnel, public ou professionnel.

Objectif 4 : Lire avec un grand degré d'autonomie des « écrits » de tous ordres.

- s'entraîner par une lecture rapide à la compréhension du sens général
- parcourir un texte assez long pour y localiser une information cherchée
- réunir des informations provenant de différentes parties du document ou de documents différents afin d'accomplir une tâche spécifique.

Objectif 5: Écrire des textes clairs et détaillés sur une gamme étendue de sujets relatifs aux domaines d'intérêt de l'étudiant (professionnel ou non).

- rédiger en respectant les formes liées à la finalité du document écrit
- maîtriser la morphosyntaxe pour garantir l'intelligibilité

Rappel des prérogatives des tâches langagières du CECRL (niveau B2)

Degré 4 (B2)

Compréhension Écrite	Stratégies et maîtrise linguistique
<ul style="list-style-type: none"> - Peut lire des articles et des rapports sur des questions contemporaines, un texte littéraire en prose - Peut identifier une attitude ou un point de vue - Peut comprendre des instructions longues et complexes dans son domaine à condition de pouvoir relire certains passages - Peut lire une correspondance courante dans son domaine et en saisir l'essentiel du sens 	<ul style="list-style-type: none"> - Possède une bonne gamme de vocabulaire permettant de comprendre des textes relatifs à son domaine et aux sujets les plus généraux - Possède une assez large gamme de vocabulaire en général mais pourra connaître des difficultés avec des expressions peu courantes - Peut contrôler sa compréhension grâce à des indices contextuels
Compréhension Orale	Stratégies, maîtrise lexicale et syntaxique
<ul style="list-style-type: none"> - Peut comprendre les idées principales d'interventions complexes dans une langue standard, y compris professionnelle - Peut suivre une intervention d'une certaine longueur et une argumentation complexe si le sujet est familier et que le plan général est indiqué - Peut suivre l'essentiel d'une conférence, d'un discours, d'un rapport ou d'un exposé professionnel - Peut comprendre des annonces et des messages courants sur tous les sujets si la langue est standard et le débit normal - Peut comprendre la plupart des documents radiodiffusés en langage clair - Peut identifier l'humeur ou le ton de l'interlocuteur 	<ul style="list-style-type: none"> - Possède une bonne gamme de vocabulaire permettant de comprendre des messages sur les sujets relatifs à son domaine et aux sujets les plus généraux - Possède un bon contrôle grammatical évitant les malentendus - Peut utiliser différentes stratégies de compréhension dont le repérage des points forts et les indices contextuels

Degré 4 (B2)	
Production Écrite	Intelligibilité et recevabilité linguistique
<ul style="list-style-type: none"> - Peut écrire des textes clairs et détaillés, des descriptions élaborées Peut faire la synthèse et l'évaluation d'informations et d'arguments empruntés à des sources diverses - Peut exposer les avantages et les inconvénients - Peut exprimer son point de vue, apporter des justifications - Peut développer une argumentation, indiquer les relations entre les idées, mettre en valeur les points importants - Peut faire une critique, exprimer ses émotions 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne fait pas de fautes conduisant à des malentendus - Peut utiliser des périphrases pour masquer des lacunes, peut varier pour éviter les répétitions, même au prix de confusions ou incorrections mineures - Possède une bonne gamme de vocabulaire sur les sujets relatifs à son domaine - Possède une variété de mots de liaison et un nombre limité d'articulateurs
Production Orale en Continu	Intelligibilité et recevabilité linguistique
<ul style="list-style-type: none"> - Peut s'exprimer avec une relative facilité malgré quelques problèmes de formulation - Peut développer un point de vue, le justifier, l'illustrer par des exemples - Peut expliquer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités - Peut décrire de façon claire et détaillée 	<ul style="list-style-type: none"> - Démonstre une maîtrise grammaticale relativement élevée et une gamme de vocabulaire assez étendue - Ne fait pas d'erreurs susceptibles de provoquer des incompréhensions, et peut corriger la plupart de ses erreurs - Peut utiliser un nombre limité de dispositifs de cohésion pour articuler ses propositions en un discours clair et cohérent, bien qu'il puisse subsister quelques instabilités lors d'une contribution longue

Degré 4 (B2)	
Production Orale en Interaction	Intelligibilité, recevabilité linguistique et stratégies
<ul style="list-style-type: none"> - Peut prendre des initiatives, élargir et développer ses idées, sans grande aide ni stimulation Peut apporter de brefs commentaires sur les points de vue des autres pendant la discussion - Peut participer activement à une conversation si la situation est familière - Peut intervenir pour vérifier et confirmer une information détaillée - Peut exprimer et défendre ses opinions en fournissant des explications et des arguments - Peut mesurer les avantages et les inconvénients de différentes approches 	<ul style="list-style-type: none"> - Démonstre une maîtrise grammaticale relativement élevée - Ne fait pas d'erreurs susceptibles de provoquer des incompréhensions, et peut corriger la plupart de ses erreurs Peut utiliser un nombre limité de dispositifs de cohésion pour articuler ses propositions en un discours clair et cohérent, bien qu'il puisse subsister quelques instabilités lors d'une contribution longue - Peut exploiter un répertoire basique de stratégies afin de permettre la continuité de la discussion

2.3.4 Niveau à atteindre dans les activités langagières

a/ Production orale générale

Niveau à atteindre en anglais :

B2 : Peut méthodiquement développer une présentation, une description ou un récit soulignant les points importants et les détails pertinents à l'aide d'exemples significatifs. Peut s'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets relatifs à ses centres d'intérêt. Peut utiliser un nombre limité d'articulateurs pour lier ses phrases en un discours clair et cohérent, bien qu'il puisse y avoir quelques sauts dans une longue intervention.

Compétence phonologique :

B2 : A acquis une prononciation et une intonation claires et naturelles.

Le tableau 1 ci-après met en parallèle des tâches de la vie professionnelle auxquelles les futurs techniciens supérieurs pourront être confrontés dans l'exercice de leur métier, le niveau attendu pour la réalisation de ces tâches dans la langue obligatoire, ainsi que quelques apprentissages qu'il conviendra de mettre en place. Ces derniers sont signalés en complément de savoirs, savoir faire et stratégies à maîtriser quelle que soit la tâche de production orale :

- Planifier ce qu'il veut dire et mobiliser les moyens linguistiques indispensables;
- S'exprimer de façon intelligible en respectant prononciation, accents de mots, de phrase, rythme, intonation;
- Utiliser périphrases et paraphrases pour compenser des lacunes lexicales et structurales;
- Reformuler une idée pour la rendre plus claire;
- Corriger lapsus et erreurs après en avoir pris conscience ou s'ils ont débouché sur un malentendu.

b/ Interaction orale générale

Niveau à atteindre pour la langue obligatoire :

B2 : Peut communiquer avec un niveau d'aisance et de spontanéité tel qu'une interaction soutenue avec des locuteurs natifs soit tout à fait possible sans entraîner de tension d'une part ni d'autre. Peut mettre en valeur la signification personnelle de faits et d'expériences, exposer ses opinions et les défendre avec pertinence en fournissant explications et arguments.

Le tableau 2 ci-après met en parallèle des tâches de la vie professionnelle auxquelles les futurs techniciens supérieurs pourront être confrontés dans l'exercice de leur métier, le niveau attendu pour la réalisation de ces tâches dans la langue obligatoire, ainsi que quelques apprentissages qu'il conviendra de mettre en place.

c/ Compréhension générale de l'oral

Niveau à atteindre en anglais :

B2 : Peut comprendre les idées principales d'interventions complexes du point de vue du fond et de la forme, sur un sujet concret ou abstrait et dans une langue standard, y compris des discussions techniques dans son domaine de spécialisation. Peut suivre une intervention d'une certaine longueur et une argumentation complexe à condition que le sujet soit assez familier et que le plan général de l'exposé soit indiqué par des marqueurs explicites.

Le tableau 3 ci-après met en parallèle des tâches de la vie professionnelle auxquelles les futurs techniciens supérieurs pourront être confrontés dans l'exercice du métier, le niveau attendu pour la réalisation de ces tâches dans la langue obligatoire ainsi que quelques apprentissages particulièrement pertinents pour les tâches annoncées. Ces derniers sont signalés en complément de savoirs, savoir faire et stratégies à maîtriser quelle que soit la tâche de compréhension de l'oral :

- anticiper la teneur du message à partir d'indices situationnels ou de la connaissance préalable que l'on a du sujet traité de façon à en identifier la fonction et orienter son écoute;
- déduire des informations des éléments périphériques (bruits de fond, voix, ton, images...);
- émettre des hypothèses et prédire ce qui va suivre à partir des données de la situation afin de libérer sa mémoire à court terme ;
- stocker en mémoire les éléments perçus sous une forme résumée et les utiliser pour comprendre la suite;
- repérer les éléments porteurs de sens pour segmenter la chaîne sonore et faire des hypothèses de sens;
- repérer les éléments spatio-temporels pour reconstruire la géographie ou la chronologie des événements;
- repérer les liens logiques pour comprendre les tenants et les aboutissants d'une situation;
- repérer les différents locuteurs et leurs relations;
- interpréter les éléments rhétoriques du discours pour percevoir le ton et le point de vue;
- repérer et interpréter les données relevant du domaine culturel pour mettre la situation en perspective;
- émettre des hypothèses de sens à partir des éléments repérés et les confirmer ou les infirmer si nécessaire;
- inférer le sens des mots inconnus ou mal perçus d'après le contexte ou en se référant à son expérience.

Bien que les activités langagières de compréhension et de production écrites ne soient pas prioritaires, les textes donnés à comprendre ou à produire ne doivent pas disparaître de l'enseignement. En effet, selon le poste qu'il occupera, le technicien supérieur pourra avoir besoin de comprendre des notices, règlements, brefs articles relatifs à un sujet dans son domaine de spécialité ou à rédiger des notes, des messages, des courriers.

d/ Compréhension générale de l'écrit

Niveau à atteindre en anglais :

B2 : Peut lire avec un grand degré d'autonomie en adaptant le mode et la rapidité de lecture à différents textes et objectifs et en utilisant les références convenables de manière sélective. Possède un vocabulaire de lecture large et actif mais pourra avoir des difficultés avec des expressions peu fréquentes.

Le tableau 4 ci-après met en parallèle des tâches de la vie professionnelle auxquelles les futurs techniciens supérieurs pourront être confrontés dans l'exercice de leur métier, le niveau attendu pour la réalisation de ces tâches dans la langue obligatoire, ainsi que quelques apprentissages particulièrement pertinents pour les tâches annoncées. Ces derniers sont signalés en complément de savoirs, savoir faire et stratégies à maîtriser quelle que soit la tâche de compréhension de l'écrit:

- identifier le type d'écrit;
- adapter sa méthode de lecture au texte et à l'objectif de lecture (informations recherchées par exemple);
- anticiper la teneur du texte à partir de la connaissance préalable que l'on a du sujet et des éléments périphériques (iconographie, type de texte, titre, présentation..);
- adopter une attitude active afin de développer les attentes adéquates (se poser des questions, explorer des champs lexicaux);
- lire par unité de sens;
- repérer la structure du texte;
- repérer tous les mots connus et les mots transparents;
- émettre des hypothèses à partir des éléments repérés et des données de la situation;
- modifier une hypothèse lorsqu'elle est erronée;
- retrouver les phrases minimales afin d'accéder rapidement à la compréhension de l'essentiel;
- repérer les phrases clés afin d'accéder à l'essentiel par une lecture survol;
- repérer les éléments spatio-temporels pour reconstruire la géographie ou la chronologie des événements;
- repérer les liens logiques pour comprendre les tenants et les aboutissants d'une situation;
- repérer les différentes personnes mentionnées et leurs fonctions;
- reconstruire le sens à partir des éléments repérés;
- savoir identifier les intentions et le point de vue de l'auteur, savoir distinguer les faits des opinions;
- inférer le sens des mots inconnus d'après le contexte ou en se référant à son expérience.

e/ Production et interaction écrite

Niveau à atteindre en anglais :

B2 : Peut écrire des textes clairs et détaillés sur une gamme étendue de sujets relatifs à son domaine d'intérêt en faisant la synthèse et l'évaluation d'informations et d'arguments empruntés à des sources diverses. Peut utiliser avec efficacité une grande variété de mots de liaison pour marquer clairement les relations entre les idées. Peut relater des informations et exprimer des points de vue par écrit et s'adapter à ceux des autres.

Le tableau 5 ci-après regroupe les activités de production et d'interaction écrites. Il met en parallèle des tâches de la vie professionnelle auxquelles les futurs techniciens supérieurs pourront être confrontés dans l'exercice de leur métier, le niveau attendu pour la réalisation de ces tâches dans la langue obligatoire, ainsi que quelques apprentissages particulièrement pertinents pour les tâches annoncées.

Tableau 1 : ACTIVITE LANGAGIERE : PRODUCTION ORALE EN CONTINU

Exemple de tâches professionnelles*	Niveau	Exemples d'apprentissages, savoirs, savoir faire et stratégies à mettre en place
Annoncer une décision prise par un cadre dirigeant ou le chef d'entreprise	B2 : peut faire des annonces sur la plupart des sujets avec clarté et spontanéité	Parmi les apprentissages à maîtriser pour mener à bien une tâche de production orale, certains seront particulièrement utiles ici : > respecter l'information à transmettre > adapter l'annonce au contexte et à l'auditoire
Présenter oralement une entreprise, son offre commerciale, son organigramme, une activité spécifique, un poste de travail, un produit, une machine, un règlement intérieur, un CV Rendre compte d'un travail réalisé ou d'un stage à l'étranger	B2 : Peut faire une description claire, structurée et détaillée	Parmi les apprentissages à maîtriser pour mener à bien une tâche de production orale, certains seront particulièrement utiles ici : > utiliser des auxiliaires de présentation divers (diaporamas, vidéos...) > rendre le propos clair par des synthèses partielles, la mise en évidence des parties de l'exposé, le recours à des illustrations ou graphiques > rendre l'auditoire actif en suscitant des demandes d'élucidation, d'explication complémentaire ou une discussion à des moments précis de l'exposé
Argumenter une décision personnelle dans le cadre de son activité professionnelle, un choix, un point de vue. Justifier une façon de faire Expliquer à des collègues les raisons d'une décision prise par un cadre dirigeant ou le chef d'entreprise, de l'acceptation ou du rejet d'une proposition, les avantages et les inconvénients d'un produit, d'une option, d'une façon de faire, d'une solution à un problème de conception	B2 : peut développer une argumentation claire avec arguments secondaires et exemples pertinents. Peut enchaîner des arguments avec logique Peut expliquer un point de vue sur un problème en donnant les avantages et les inconvénients d'options diverses	Parmi les apprentissages à maîtriser pour mener à bien une tâche de production orale, certains seront particulièrement utiles ici : > faire une présentation organisée : mettre en évidence les avantages et les inconvénients d'une option > savoir s'exprimer à partir de notes succinctes > savoir rapporter des données chiffrées (proportions, dates...) > savoir hiérarchiser les informations de manière à établir un plan cohérent > savoir souligner les relations logiques dans le discours: changement d'orientation, compléments, exemples, illustrations > connaître les formes linguistiques utiles pour argumenter : expression de l'opinion, de l'accord/désaccord, du contraste, de la cause, de la conséquence etc.)

* Les types de discours figurent en gras. Le professeur veillera à prévoir un entraînement pour ces types de discours, par le biais de tâches scolaires qui, tout en prenant en compte le domaine professionnel ne s'y limitent pas étroitement. On pourra tout aussi bien entraîner les étudiants à la présentation orale d'une activité spécifique par une simulation ou par un entraînement systématique à la présentation orale d'une tâche scolaire, d'un dossier ou d'un document étudié en classe

Tableau 2 : ACTIVITE LANGAGIERE : INTERACTION ORALE

Exemple de tâches professionnelles	Niveau	Exemples d'apprentissages, savoirs, savoir faire et stratégies à mettre en place
<p>Participer à un entretien dans le cadre d'une recherche de stage ou de formation à l'étranger</p>	<p>B2 : Peut répondre aux questions avec aisance Peut prendre l'initiative lors d'un entretien en résumant ce qu'il a compris et en approfondissant les réponses intéressantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - savoir intervenir sur des sujets appropriés de façon à entretenir une conversation informelle n'entraînant aucune tension - savoir intervenir de manière adéquate en utilisant les moyens d'expression appropriés - savoir commencer un discours, prendre la parole au bon moment et terminer la conversation quand on le souhaite même si c'est parfois sans élégance - savoir varier la formulation de ce que l'on souhaite dire - savoir expliciter une idée, un point précis, corriger une erreur d'interprétation, apporter un complément d'information - savoir formuler une demande, donner une information, exposer un problème, intervenir avec diplomatie - savoir poser des questions pour vérifier que l'on a compris ce que le locuteur voulait dire et faire clarifier les points équivoques - savoir utiliser des expressions toutes faites pour gagner du temps, pour formuler son propos et garder la parole - savoir donner suite à des déclarations faites par d'autres interlocuteurs et en faisant des remarques à propos de celles-ci ; pour faciliter le développement de la discussion - savoir soutenir la conversation sur un terrain connu en confirmant sa compréhension, en invitant les autres à participer etc. -savoir s'adapter aux changements de sujet, de style et de tons rencontrés normalement dans une conversation.

Exemple de tâches professionnelles	Niveau	Exemples d'apprentissages, savoirs, savoir faire et stratégies à mettre en place
<p>Communiquer au téléphone ou en face à face avec</p> <ul style="list-style-type: none"> - un client - un fournisseur - un collègue étranger - un prestataire (transporteur, hôtel) - un étranger <p>Pour</p> <ul style="list-style-type: none"> - s'informer - renseigner <ul style="list-style-type: none"> - obtenir des biens et des services - réaliser une tâche - organiser une activité, un déplacement - résoudre un problème concret - recevoir des instructions et en demander - recevoir une réclamation - négocier - établir un contact social - partager idées, sentiments, et émotions 	<p>B2 : Peut transmettre avec sûreté une information détaillée, décrire de façon claire une démarche et faire la synthèse d'informations et d'arguments et en rendre compte.</p> <p>Peut esquisser clairement à grands traits une question ou un problème, faire des spéculations sur les causes et les conséquences et mesurer les avantages et les inconvénients des différentes approches.</p> <p>Peut mener une négociation pour trouver une solution à un problème (plainte, recours)</p> <p>Peut exprimer des émotions et justifier ses opinions.</p>	<p>Cf. ci dessus</p>

Tableau 3 : ACTIVITE LANGAGIERE : COMPREHENSION DE L'ORAL

Exemple de tâches professionnelles	Niveau	Exemples d'apprentissages, savoirs, savoir faire et stratégies à mettre en place
<p>Comprendre une information ou une demande d'information en face à face ou au téléphone pour se renseigner, s'informer ou réagir en conséquence dans le cas par exemple d'une réclamation*</p>	<p>B2 : peut comprendre en détail les explications données au téléphone ainsi que le ton adopté par l'interlocuteur et son humeur. Peut suivre une conversation qui se déroule à vitesse normale mais doit faire efforts</p>	<p>Parmi les apprentissages pertinents pour toute tâche de compréhension, certains seront particulièrement utiles comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> >anticiper la teneur du message à partir d'indices situationnels ou de la connaissance préalable que l'on a du sujet de la conversation à tenir de façon à t orienter son écoute >déduire des informations des éléments périphériques (bruits de fond, voix, ton, ...)
<p>Comprendre des annonces et des messages oraux dans un lieu public ou sur un répondeur pour s'orienter, obtenir des renseignements</p> <p>Comprendre des consignes pour effectuer une tâche</p>	<p>B2 : Peut comprendre en détail annonces et messages courants à condition que la langue soit standard et le débit normal</p>	<p>Parmi les apprentissages pertinents pour toute tâche de compréhension, certains seront particulièrement utiles comme :</p> <p>Pour des annonces :</p> <ul style="list-style-type: none"> > repérer les informations essentielles dans un environnement sonore bruyant (cas d'annonces dans des lieux publics) > repérer les marqueurs indiquant un ordre d'exécution (tout d'abord, ensuite, après avoir fait ceci, enfin...) > repérer les données chiffrées (dates, heures, porte, quai, numéro de train ou de vol.) <p>Pour des consignes :</p> <ul style="list-style-type: none"> > maîtriser les formes verbales utiles (impératifs, infinitifs)
<p>Comprendre des émissions de radio ou de télévision par exemple en relation avec le domaine professionnel pour s'informer</p>	<p>B2 : peut comprendre le contenu factuel et le point de vue adopté dans des émissions de télévision ou des vidéos relatives à son domaine d'intervention</p>	<p>Parmi les apprentissages pertinents pour toute tâche de compréhension, certains seront particulièrement utiles comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> > déduire des informations des éléments périphériques (bruits de fond, voix, ton, images...) >repérer les différents locuteurs et leurs relations

* Dans cette tâche d'interaction c'est la partie compréhension qui est traitée ici. Pour la partie expression, se reporter à la tâche correspondante dans le tableau : interaction orale

Tableau 4 : ACTIVITE LANGAGIERE : COMPREHENSION DE L'ECRIT

Exemples de tâches professionnelles	Niveau	Exemples d'apprentissages, savoirs, savoir faire et stratégies à mettre en place
<p>Lire de courts écrits quotidiens, des documents d'entreprise, des notices, des instructions, la correspondance professionnelle, la publicité pour trouver une information exécuter une tâche ou réagir en conséquence</p> <p>Parcourir de la documentation pour trouver des informations pour accomplir une tâche ou faire une synthèse</p>	<p>B2 : peut comprendre dans le détail des instructions longues et complexes (mode d'emploi, consignes de sécurité, description d'un processus ou d'une marche à suivre)</p> <p>Peut exploiter des sources d'information multiples afin de sélectionner les informations pertinentes et en faire la synthèse.</p>	<p>On insistera sur les apprentissages suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> > adapter la méthode de lecture au texte et à l'objectif de lecture (informations recherchées par exemple) > repérer les phrases clés afin d'accéder à l'essentiel par une lecture survol > retrouver les phrases minimales afin d'accéder rapidement à la compréhension de l'essentiel <p>Pour la correspondance :</p> <ul style="list-style-type: none"> > repérer expéditeur, destinataire > identifier le problème posé
<p>Lire des articles de presse et des documents divers (essais, témoignages..) en relation ou non avec l'activité de l'entreprise pour s'informer au sujet du pays étranger</p>	<p>B2 : identifier rapidement le contenu et la pertinence d'une information, obtenir des renseignements dans des articles spécialisés, comprendre des articles sur des problèmes contemporains et dans lesquels les auteurs adoptent une position ou un point de vue</p>	<p>On insistera sur les apprentissages suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> > prendre rapidement connaissance du contenu d'un article grâce au titre, au sous-titre, au paragraphe introductif et à la conclusion > repérer les phrases clés afin d'accéder à l'essentiel par une lecture survol > retrouver les phrases minimales afin d'accéder rapidement à la compréhension de l'essentiel > savoir identifier les intentions de l'auteur et distinguer les faits des opinions

Tableau 5 : ACTIVITE LANGAGIERE : PRODUCTION ECRITE

Exemple de tâches professionnelles	Niveau	Exemples d'apprentissages, savoirs, savoir faire et stratégies à mettre en place
Rédiger des documents professionnels de base (courriel, lettre) pour communiquer avec des clients, fournisseurs, ou des prestataires	B2 : peut rédiger des courriers de façon structurée en soulignant ce qui est important et en faisant des commentaires. Peut également rédiger une lettre de motivation	<ul style="list-style-type: none"> > connaître les différents types de courriers : structure, présentation, mise en page > disposer de modèles textuels de référence intériorisés > savoir écrire les dates > savoir utiliser les formules d'usage > savoir développer une argumentation claire avec arguments secondaires et exemples pertinents, savoir enchaîner des arguments avec logique, savoir faire une contre proposition, > contrôler sa production a posteriori
Rédiger des notes et des messages à destination d'un collègue, d'un service, d'un cadre dirigeant ou du chef d'entreprise pour transmettre des informations, donner des consignes	B1* peut prendre un message concernant une demande d'information, l'explication d'un problème Peut laisser des notes qui transmettent une information simple et immédiatement pertinente à des employés, des collaborateurs, des collègues, un supérieur... en communiquant de manière compréhensible les points qui lui semblent importants.	<ul style="list-style-type: none"> > formuler de façon concise > mettre en évidence l'essentiel
Préparer des supports de communication	B2 : descriptions claires et détaillées. Les erreurs de syntaxe sont rares et corrigées à la relecture	<ul style="list-style-type: none"> > analyser les consignes afin d'identifier les mots clés qui vont renseigner sur le type d'écrit à produire (décrire, argumenter, comparer, expliquer, raconter), et l'objectif de la description (présenter de façon neutre, convaincre...) > mobiliser ses connaissances afin de prévoir la structure du texte à produire, les idées, les moyens linguistiques pertinents > contrôler sa production a posteriori pour corriger les erreurs, utiliser des reformulations en cas de difficulté
Rédiger un compte-rendu ou une synthèse d'informations à partir de sources diverses	B2 : peut synthétiser des informations et des arguments issus de sources diverses (orales et/ou écrites pour en rendre compte)	<ul style="list-style-type: none"> > prendre des notes organisées > rédiger de façon hiérarchisée à partir de notes > synthétiser en fonction d'axes pré déterminés > savoir faire ressortir les articulations du discours: marques des enchaînements logiques d'une partie à une autre, d'une sous partie à une autre, marque de la concession, du contraste > contrôler sa production a posteriori pour corriger les erreurs, utiliser des reformulations en cas de difficulté

*Il n'existe pas de descripteur pour le niveau B2. C'est donc le descripteur pour le niveau B1 qui est pris comme référence

UE.3 – Mathématiques et informatique

Objectifs du programme

L'enseignement des mathématiques en section de technicien supérieur MASEN s'articule autour des besoins induits par les formations techniques qui y sont dispensées : maintenance des systèmes électrotechniques, électroniques et informatiques navals ; maintenance des systèmes de régulation et de contrôle-commande ...

Il vise à fournir des compétences spécifiques, des connaissances et des savoir-faire qui répondent aux exigences d'une formation axée sur l'entrée dans la vie professionnelle.

Les savoir-faire mathématiques doivent autant que faire ce peut anticiper les besoins techniques. Ils doivent également contribuer à élargir la formation scientifique des étudiants et leur permettre ainsi une éventuelle poursuite d'études.

La formation en mathématiques ne doit pas se borner à la seule présentation d'un savoir spécifique. Elle doit favoriser le développement de compétences plus générales comme « s'informer », « chercher », « modéliser », « raisonner », « argumenter », « calculer », « illustrer », « mettre en œuvre une stratégie », « communiquer » et permettre une évolution des capacités des étudiants (acquisition de méthodes de travail, maîtrise des moyens d'expression écrite et orale ainsi que des méthodes de représentation).

La démarche mathématique, qui consiste face à un problème posé, à le modéliser, choisir une méthode de résolution, la mettre en œuvre puis analyser la pertinence des résultats obtenus, doit être exploitée dès que possible.

L'apprentissage des mathématiques est une occasion pour les étudiants de s'entraîner à utiliser les moyens modernes de calcul et des applications informatiques spécifiques. Ainsi, les problèmes nécessitant des compétences élevées en calcul, hors de portée des étudiants, seront traités à l'aide d'une calculatrice ou d'outils logiciels. Ceci permettra de centrer l'activité mathématique sur l'essentiel puisque toute virtuosité technique ou calculatoire est exclue.

Les moyens de documentation, qui contribuent au développement des aptitudes d'autonomie des apprenants sont à faire utiliser également (documents écrits réalisés par les professeurs, manuels scolaires, revues, tables, formulaires, supports informatiques, internet, etc.).

Organisation des contenus

L'enseignement des mathématiques en section de technicien supérieur MASEN est organisé en quatre modules. Chaque module se découpe en plusieurs savoirs associés.

Module 1 :	MATHEMATIQUES GENERALES (36 heures)
Savoirs associés	➤ S1 : Trigonométrie pour l'électricité et l'électrotechnique
	➤ S2 : Calcul vectoriel
	➤ S3 : Nombres complexes et interprétations géométriques
Module 2 :	ANALYSE 1 (54 heures)
Savoirs associés	➤ S4 : Suites numériques
	➤ S5 : Fonctions d'une variable réelle
	➤ S6 : Équations différentielles
Module 3 :	ANALYSE 2 (54 heures)
Savoirs associés	➤ S7 : Calcul intégral
	➤ S8 : Fonctions d'une variable réelle et modélisation du signal
	➤ S9 : séries de Fourier
Module 4 :	COMPLEMENTS MATHEMATIQUES, SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES (64 heures)
Savoirs associés	➤ S10 : transformation de Laplace
	➤ S11 : transformation en z
	➤ S12 : Éléments de logique
Module 5 :	INFORMATIQUE (92 heures)
Savoirs associés	➤ S13 : algorithmique appliqué
	➤ S14 : bases de la programmation

Description et objectifs des savoirs associés

S1 : Trigonométrie pour l'électricité et l'électrotechnique

Objectif /conseils: Consolider les acquis de base en trigonométrie et fournir des outils spécifiques pour réaliser des calculs en électricité et électrotechnique.

S11 Cercle trigonométrique		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Cercle trigonométrique	Placer, sur le cercle trigonométrique, le point M, image d'un nombre réel x donné.	On s'appuie sur des exemples concrets issus du domaine professionnel. Toutes les constructions seront illustrées à l'aide d'une animation informatique.
Cosinus et sinus d'un nombre réel. Rappel des formules usuelles : x étant un nombre réel, $-1 \leq \cos x \leq 1$; $-1 \leq \sin x \leq 1$; $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$.	Déterminer graphiquement, à l'aide du cercle trigonométrique, le cosinus et le sinus d'un nombre réel pris parmi les valeurs particulières.	
Mesures d'un angle Angles associés : supplémentaires, complémentaires, opposés et angles dont les mesures sont différentes de π .	Passer de la mesure en degré d'un angle géométrique à sa mesure en radian et réciproquement.	
Courbe représentative de la fonction sinus, construite point par point, à partir de l'enroulement de la droite réelle sur le cercle trigonométrique	Placer sur le cercle trigonométrique les points "images" de réels Utiliser le cercle trigonométrique pour écrire les cosinus et sinus des réels	
Courbe représentative de la fonction cosinus, obtenue grâce à la relation $\cos x = \sin \left(x + \frac{\pi}{2} \right)$		

S12 Représentation de Fresnel d'une grandeur sinusoïdale.		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Vecteurs de Fresnel Établir des liens entre le vecteur de Fresnel d'une tension ou d'une intensité sinusoïdale de la forme $A \sin(\omega t + \varphi)$ et la courbe représentative de la fonction qui à t associe $A \sin(\omega t + \varphi)$. Formules exprimant $\cos(a + b)$ et $\sin(a + b)$ en fonction de $\cos a$, $\cos b$, $\sin a$, $\sin b$. Équations de la forme $\cos x = a$; $\sin x = b$; $\sin(\omega t + \varphi) = c$; où a , b , ω et φ sont des réels.	Passer d'une tension ou d'une intensité sinusoïdale de la forme $A \sin(\omega t + \varphi)$ à son expression vectorielle (Fresnel) et réciproquement.	Les valeurs instantanées des tensions ou intensités électriques sinusoïdales, dont les formules sont admises, servent de support à l'étude de ces notions.

S2: Calcul vectoriel

Objectif /conseils: Consolider les acquis de calcul vectoriel des années précédentes. Apporter des compléments de calcul vectoriel, qui pourront être utiles pour étudier des situations rencontrées dans les autres disciplines.

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Décomposition d'un vecteur dans une base du plan ou de l'espace	Décomposer un vecteur dans une base et exploiter une telle décomposition.	On ne se limite pas au cadre de la géométrie repérée.
<p>Produit scalaire</p> <p>Expressions du produit scalaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> à l'aide d'une projection orthogonale ; à l'aide des normes et d'un angle ; à l'aide des coordonnées. 	<p>Choisir l'expression du produit scalaire la plus adaptée en vue de la résolution d'un problème.</p> <p>Calculer un angle ou une longueur à l'aide d'un produit scalaire.</p>	<p>On exploite des situations issues des domaines scientifiques et technologiques.</p> <p>On illustre en situation quelques propriétés du produit scalaire.</p>
<p>Produit vectoriel</p> <p>Orientation de l'espace.</p> <p>Produit vectoriel de deux vecteurs de l'espace.</p> <p>Application à l'aire d'un triangle et d'un parallélogramme.</p>	<p>Donner la définition géométrique du produit vectoriel*.</p> <p>Réaliser le calcul en composante des coordonnées dans une base orthonormale directe, du produit vectoriel. Si $\text{Vect } u(u_1; u_2; u_3)$ et $\text{Vect } v(v_1; v_2; v_3)$ alors :</p> $u \wedge v = \begin{pmatrix} u_2 v_3 - u_3 v_2 \\ u_3 v_1 - u_1 v_3 \\ u_1 v_2 - u_2 v_1 \end{pmatrix}$ <p>Calculer une aire à l'aide d'un produit vectoriel.</p>	<p>Notation du produit vectoriel à l'aide du symbole \wedge ou \times</p> <p>La découverte du produit vectoriel, de ses propriétés et de ses applications est à mener en liaison étroite avec les autres enseignements.</p> <p>Les notions de vecteur glissant, de torseur et le produit mixte sont hors programme.</p>

* : $\text{vect } u \wedge \text{vect } v = \|\text{vect } u\| \cdot \|\text{vect } v\| \cdot |\sin(\text{vect } u, \text{vect } v)|$.

S3: Nombres complexes et interprétations géométriques

Objectif /conseils: Compléter les acquis du lycée et fournir des outils spécifiques utilisés dans le domaine scientifique ou technique (électricité, automatique...). Mettre en évidence les interprétations géométriques et les applications des nombres complexes en analyse.

S31 Forme algébrique et représentation géométrique		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
<p>Nombres $a + jb$ avec $j^2 = -1$.</p> <p>Égalité, conjugué, somme, produit, quotient.</p> <p>Équations du second degré à coefficients réels.</p> <p>Représentation géométrique.</p> <p>Ensemble de points dont l'affixe a une partie réelle ou imaginaire donnée.</p>	<p>Effectuer des calculs algébriques avec des nombres complexes, notamment à l'aide d'une calculatrice.</p> <p>Résoudre une équation du second degré à coefficients réels.</p> <p>Représenter un nombre complexe par un point ou un vecteur.</p> <p>Déterminer et construire un ensemble de points dont l'affixe a une partie réelle ou imaginaire donnée.</p>	<p>Il s'agit de réactiver les connaissances déjà traitées au lycée.</p>

S32 Forme trigonométrique, forme exponentielle		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
<p>Module d'un nombre complexe, arguments d'un nombre complexe non nul.</p> <p>Forme exponentielle et forme trigonométrique d'un nombre complexe.</p> <p>Formule de Moivre</p> <p>Formule d'Euler</p> <p>Racine n-ième d'un nombre complexe.</p> <p>Ensemble de points dont l'affixe z vérifie $z - a = r$ avec r nombre réel positif</p> <p>Ensemble de points dont l'affixe z vérifie $\arg(z - a) = \theta$, où θ désigne un nombre réel</p>	<p>Passer de la forme trigonométrique à la forme algébrique et inversement.</p> <p>Utiliser la forme la plus adaptée à la résolution d'un problème.</p> <p>Linéariser une expression trigonométrique simple</p> <p>Déterminer et construire un ensemble de points dont l'affixe z vérifie $z - a = k$ ou $\arg(z - a) = k$.</p>	<p>Il est attendu qu'un étudiant sache :</p> <p>effectuer un calcul simple à la main et à la calculatrice</p> <p>Linéariser une expression trigonométrique simple</p>

S33 Transformations		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
<p>Exemples de transformations géométriques d'écritures complexes suivantes :</p> <p>$z \rightarrow z + b$, $z \rightarrow az$, $z \rightarrow \bar{z}$</p> <p>et $z \rightarrow \frac{1}{z}$, où a et b sont des nombres réels.</p>	<p>Représenter, à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique, l'image d'un point ou d'une partie de droite par une transformation géométrique d'écriture complexe $z \mapsto az + b$</p> <p>ou à $z \mapsto \frac{az+b}{cz+d}$</p>	<p>L'intention n'est pas de développer une dextérité sur ce sujet mais, à l'aide de la notion mathématique introduite, de donner du sens aux résultats obtenus par le logiciel.</p> <p>Interactions :</p> <p>Diagrammes de Nyquist ou Bode en électronique</p>

S4: Suites numériques

Objectif /conseils: Étudier des phénomènes discrets. Aucune difficulté théorique ne doit être soulevée à leur propos (le programme se place dans le cadre des suites définies pour tout entier naturel ou pour tout entier naturel non nul). Donner les bases nécessaires pour aborder les séries de Fourier et les équations récurrences.

S41 Mode de génération d'une suite et comportement global		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Exemples de génération d'une suite. Suites croissantes, suites décroissantes	Calculer une liste de termes ou un terme de rang donné d'une suite à l'aide d'un logiciel, d'une calculatrice ou d'un algorithme. Réaliser et exploiter, à l'aide d'une calculatrice ou d'un logiciel, une représentation graphique des termes d'une suite.	On privilégie les situations issues de la vie économique et sociale ou de la technologie pouvant être modélisées à l'aide de suites. On se limite à une approche graphique. On insistera sur la différence entre phénomène continu et discret.

S42 Suites arithmétiques et géométriques		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Expression du terme général.	Écrire le terme général d'une suite arithmétique ou géométrique définie par son premier terme et sa raison. Calculer avec la calculatrice ou le tableur la somme de n termes consécutifs (ou des n premiers termes) d'une suite arithmétique ou géométrique.	Une expression de la somme de n termes consécutifs d'une suite arithmétique ou géométrique est donnée si nécessaire.

S43 Limite d'une suite		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Limite d'une suite géométrique	Étant donné une suite géométrique (u_n) utiliser un tableur ou un algorithme pour déterminer, lorsque cela est possible : un seuil à partir duquel $u_n \geq a$ a étant un réel donné ; un seuil à partir duquel $ u_n \leq 10^{-p}$, p étant un entier naturel donné.	On approche expérimentalement la notion de limite en utilisant les outils logiciels et en programmant des algorithmes. Selon les besoins, on peut résoudre un problème de comparaison d'évolutions et de seuils pour des situations ne relevant pas d'une modélisation par une suite géométrique.

S44 Théorème de Nyquist-Shannon		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Théorème de Nyquist-Shannon	Réaliser un échantillonnage d'une fonction temporelle	Le théorème de Nyquist-Shannon est à développer en liaison étroite avec les matières professionnelles. La démonstration de ce théorème n'est pas au programme

S5: Fonctions d'une variable réelle

Objectif /conseils: Étudier des fonctions à valeurs réelles, définies sur un intervalle ou une réunion d'intervalles de l'ensemble des réels, qui servent à modéliser des phénomènes continus issus de situations techniques ou professionnelles. Consolider les acquis sur les fonctions (*) et apporter des compléments qui peuvent être utiles pour aborder de nouveaux concepts.

On utilisera largement les moyens informatiques (calculatrice, ordinateur),

(*) Prendre en compte, notamment sur les limites, des programmes de mathématiques suivis antérieurement par les étudiants.

S51 Fonctions de référence		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Fonctions affines. Fonctions polynômes de degré 2. Fonctions logarithme népérien et exponentielle de base e . Fonction racine carrée.	Représenter une fonction de référence et exploiter cette courbe pour retrouver des propriétés de la fonction.	En fonction des besoins, on met l'accent sur les fonctions de référence les plus utiles, comme la fonction exponentielle de base e par exemple. En cas de besoin lié à la spécialité, on peut être amené à étudier l'une ou l'autre des fonctions suivantes : la fonction logarithme décimal ; des cas particuliers de fonctions puissances $t \mapsto t^a$ ou exponentielles de base a avec a nombre réel.
Fonctions en escalier Présentation de la fonction de Heaviside	Tracer la courbe représentative d'une fonction en escalier	En liaison avec l'enseignement technique.
Fonctions trigonométriques Fonctions sinus, cosinus et tangente	Représenter une fonction trigonométrique.	L'identification des propriétés de ces fonctions passe par l'exploitation de leurs représentations graphiques.

S52 Fonctions trigonométriques réciproques		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Fonctions arcsinus, arccosinus et arctangente	Tracer et exploiter la courbe représentative d'une fonction trigonométrique réciproque.	On privilégie des exemples issus de problématiques abordées dans les autres disciplines.

S53 Dérivation		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
<p>Nombre dérivé</p> <p>Dérivée des fonctions de référence.</p> <p>Dérivée d'une somme, d'un produit et d'un quotient.</p> <p>Dérivée de fonctions de la forme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $x \mapsto u^n(x)$ avec n entier naturel non nul, - $x \mapsto \ln(u(x))$ - $x \mapsto e^{u(x)}$. - $x \mapsto f(ax + b)$. <p>où f est une fonction dérivable, a et b deux nombres réels.</p> <p>Dérivées successives.</p> <p>Notion de continuité sur un intervalle.</p> <p>Théorème des valeurs intermédiaires.</p> <p>Cas d'une fonction continue strictement monotone.</p>	<p>Les dérivées sont admises.</p> <p>Calculer la dérivée d'une fonction à la main dans les cas simples ; à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas.</p> <p>Étudier les variations d'une fonction simple.</p> <p>Illustrer l'emploi d'une fonction dérivée f' à travers l'exploitation du tableau de variation d'une fonction f pour obtenir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un éventuel extremum de f ; - le signe de f ; - le nombre de solutions d'une équation du type $f(x) = k$. <p>Mettre en œuvre un procédé de recherche d'une valeur approchée d'une racine.</p>	<p>Les notations différentielles df/dx et d^2f/dx^2 (utilisée en mécanique, électricité...) doivent être connues.</p> <p>On privilégie des exemples de fonctions issues de problématiques abordées dans les autres disciplines.</p> <p>Il s'agit de compléter et d'approfondir les connaissances antérieures sur la dérivation. En particulier, il est important de rappeler et de travailler l'interprétation graphique du nombre dérivé.</p> <p>La continuité doit être présentée de façon intuitive avec une approche graphique.</p> <p>Faire constater, de façon intuitive à l'aide d'un graphique, que l'image d'un intervalle par une fonction continue est un intervalle.</p> <p>Les solutions d'une équation du type $f(x) = k$ sont déterminées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • explicitement dans les cas simples ; • de façon approchée sinon. <p>On étudie alors, sur des exemples, des méthodes classiques d'obtention de ces solutions : balayage, dichotomie, méthode de Newton par exemple. C'est notamment l'occasion de développer au moins un algorithme et d'utiliser des logiciels.</p>

S54 Limite de fonctions		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
<p>Asymptotes obliques et parallèles à l'un des axes de coordonnées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - limite finie d'une fonction à l'infini - limite infinie d'une fonction en un point. <p>Limite infinie d'une fonction à l'infini.</p> <p>Limites et opérations</p>	<p>Interpréter une représentation graphique en termes de limite.</p> <p>Interpréter graphiquement une limite en termes d'asymptote</p> <p>Déterminer la limite d'une fonction simple.</p> <p>Déterminer des limites pour des fonctions composées:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $x \mapsto u^n(x)$ avec n entier naturel non nul, - $x \mapsto \ln(u(x))$ - $x \mapsto e^{u(x)}$. 	<p>La diversité des programmes du lycée doit particulièrement inciter à veiller aux connaissances sur les limites acquises antérieurement ou non par les étudiants.</p> <p>Toute étude de branche infinie, notamment la mise en évidence d'asymptote, doit comporter des indications sur la méthode à suivre.</p> <p>On se limite aux fonctions déduites des fonctions de référence par addition, multiplication ou passage à l'inverse et on évite tout excès de technicité.</p>

S6: Equations différentielles

Objectif /conseils: Montrer l'importance de l'étude de phénomènes continus définis par une loi d'évolution et une condition initiale.

Donner une vision plus large de ces notions en présentant des équations différentielles dont on ne peut donner qu'une solution approchée tout en faisant saisir des principes généraux comme la notion de famille de solutions.

Les nombres complexes et les résolutions d'équations du second degré à coefficients réels sont prérequis pour disposer de l'équation caractéristique d'une équation différentielle linéaire du second ordre.

NB : L'utilisation des outils logiciels est sollicitée. Elle a pour finalités :

- *de mettre en évidence, expérimentalement, la signification ou l'importance de certains paramètres ou phénomènes ;*
- *de dépasser la seule détermination des solutions d'une équation différentielle en donnant la possibilité de visualiser des familles de courbes représentatives de ces solutions ;*
- *de permettre, avec l'aide du calcul formel, de donner une expression des solutions dans certains cas complexes.*

Il faut relier les exemples étudiés avec les enseignements scientifiques, techniques et professionnels.

S61 Équations linéaires du premier ordre		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Équation différentielle $ay' + by = c(t)$ où a, b sont des constantes réelles et c une fonction continue à valeurs réelles.	Représenter à l'aide d'un logiciel la famille des courbes représentatives des solutions d'une équation différentielle. Résoudre une équation différentielle du premier ordre : <ul style="list-style-type: none"> • à la main dans les cas simples ; • à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas. Déterminer la solution vérifiant une condition initiale donnée : <ul style="list-style-type: none"> • à la main dans les cas simples ; • à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas. 	En lien avec les autres disciplines. La notation différentielle doit être maîtrisée. On présente sur un exemple la résolution approchée d'une équation différentielle par la méthode d'Euler. Les indications permettant d'obtenir une solution particulière sont données.

S62 Équations linéaires du second ordre à coefficients réels constants

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Équation différentielle $ay'' + by' + cy = d(t)$ où a, b et c sont des constantes réelles et d une fonction continue à valeurs réelles.	Représenter à l'aide d'un logiciel la famille des courbes représentatives des solutions d'une équation différentielle. Résoudre une équation différentielle du second ordre : <ul style="list-style-type: none"> • à la main dans les cas simples ; • à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas. Déterminer la solution vérifiant des conditions initiales données : <ul style="list-style-type: none"> • à la main dans les cas simples ; • à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas. 	La fonction d est une fonction polynôme ou du type : - $t \rightarrow e^{at}$; - $t \rightarrow \cos(\omega t + \varphi)$; - $t \rightarrow \sin(\omega t + \varphi)$. La notation différentielle doit être maîtrisée. Les indications permettant d'obtenir une solution particulière sont données.

S63 Équations aux différences

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Équations aux différences	Résoudre une équation aux différences : <ul style="list-style-type: none"> • à la main dans les cas simples ; • à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas. 	Mettre en avant le fait qu'une équation aux différences est l'analogue discret d'une équation différentielle On se limite au second ordre

S64 Équations integro-différentielles

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Équations integro-différentielles	Résoudre une équation integro-différentielle : <ul style="list-style-type: none"> • à la main dans les cas simples ; • à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas 	On se limite au second ordre

S7 : Calcul intégral

Objectif /conseils: L'étude des primitives a pour but de poser les bases des futurs outils mathématiques nécessaires à l'électrotechnicien. Veiller aux connaissances sur les primitives et les intégrales acquises antérieurement. Mettre l'accent sur la diversité des approches (numérique, graphique et algorithmique) pour favoriser l'appropriation du concept d'intégrale. Se placer dans le cadre de fonctions à valeurs réelles définies sur un intervalle ou une réunion d'intervalles de \mathbb{R} .

S71 Primitives		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Primitives de fonctions de référence, opérations algébriques. Complément : primitives de $t \mapsto \cos(\omega t + \varphi)$ et $t \mapsto \sin(\omega t + \varphi)$, ω et φ étant réels.	Déterminer des primitives d'une fonction : <ul style="list-style-type: none"> à la main dans les cas simples ; à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas. Déterminer les primitives d'une fonction de la forme $u'u^n$ (n entier relatif, différent de -1), $\frac{u'}{u}$ et $u'e^n$.	Pour les primitives de $\frac{u'}{u}$ on se limite au cas où u est strictement positive.

S72 Intégration		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Calcul intégral : $\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$ Où F est une primitive de f . Propriétés de l'intégrale : relation de Chasles, linéarité et positivité. Calcul d'aires.	Déterminer une intégrale : <ul style="list-style-type: none"> à la main dans les cas simples ; à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas. Déterminer l'aire du domaine défini par: $\{M(x, y), a < x < b$ $\text{et } f(x) < y < g(x)\}$ où f et g sont deux fonctions telles que pour tout réel x de $[a, b], f(x) \leq g(x)$.	On étudie le cas où f (resp. g) est la fonction nulle. On familiarise les étudiants avec quelques exemples de mise en œuvre d'algorithmes liés à des méthodes élémentaires d'approximation d'une intégrale (point-milieu, trapèzes, Monte-Carlo).
Valeur moyenne d'une fonction sur un intervalle : définition, interprétation géométrique. Formule d'intégration par parties. Changement de variable	Déterminer et interpréter la valeur moyenne d'une fonction sur un intervalle. Calculer une intégrale par intégration par parties.	Cette notion est illustrée par des exemples issus des disciplines professionnelles et sera exploitée dans l'étude des séries de Fourier

S8: Fonctions d'une variable réelle et modélisation du signal

Objectif /conseils: Apporter un complément sur les fonctions d'une variable réelle à traiter en relation étroite avec les situations rencontrées dans les enseignements technologiques et professionnels. La décomposition en éléments simples d'une fonction rationnelle prépare la recherche d'originaux dans le cadre de la transformation de Laplace.

S81 Compléments sur les fonctions		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Fonction paire, fonction impaire, fonction périodique : <ul style="list-style-type: none"> • définition ; • interprétation graphique. 	Exploiter la représentation graphique d'une fonction pour en déterminer des propriétés de périodicité et parité. Représenter graphiquement une fonction simple ayant des propriétés de parité ou de périodicité.	Le champ des fonctions étudiées se limite aux fonctions de la forme $x \mapsto f(ax + b)$ et aux fonctions qui se déduisent de façon simple des fonctions de référence par opérations algébriques. L'identification de fonctions paires ou impaires ont pour objectifs de gagner du temps lors de simplification.
Fonctions trigonométriques et trigonométriques réciproques Fonctions de type : <ul style="list-style-type: none"> • $t \mapsto A \cos(\omega t + \varphi)$ et • $t \mapsto A \sin(\omega t + \varphi)$. A, ω et φ étant réels.	Déterminer graphiquement les paramètres A, ω et φ	En relation avec les enseignements professionnels.
Calculs de dérivées et dérivées secondes : <ul style="list-style-type: none"> • de $x \mapsto \tan x$ et $x \mapsto \arctan x$; • de $t \mapsto A \cos(\omega t + \varphi)$ et • $t \mapsto A \sin(\omega t + \varphi)$, A, ω et φ étant réels ; <ul style="list-style-type: none"> • d'une fonction de la forme $x \mapsto \arctan(u(x))$. 	Étudier les variations d'une fonction simple.	On privilégie des exemples de fonctions issues de problématiques abordées dans les autres disciplines. On étudie les limites d'une fonction de la forme $x \mapsto \arctan(u(x))$ sur des exemples.

S82 Compléments sur les fonctions

Fonctions rationnelles : décomposition en éléments simples.	Déterminer la décomposition en éléments simples d'une fonction rationnelle : <ul style="list-style-type: none">• à la main dans les cas simples• à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas.	Aucun résultat théorique sur la décomposition en éléments simples n'est au programme : la forme de la décomposition doit être indiquée.
---	--	---

S83 Approximation globale d'une fonction sur un intervalle

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Approche de la notion à partir d'exemples.		Sur des exemples variés et à l'aide d'outils informatiques, on aborde expérimentalement la notion d'approximation globale d'une fonction. On prépare ainsi la notion de développement en série d'une fonction. Avec la fonction exponentielle, on illustre la diversité des approximations possibles d'une même fonction.

S9: Séries de Fourier

Objectif /conseils: Etudier et exploiter la décomposition de signaux périodiques en séries de Fourier. A traiter en liaison étroite avec les enseignements des autres disciplines : les séries de Fourier sont un outil indispensable pour l'étude des phénomènes vibratoires en électricité, en optique et en mécanique.

S91 Exemples de séries numériques		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Séries géométriques : convergence, somme. Séries de Riemann : convergence.	Reconnaître une série géométrique et connaître la condition de convergence. Connaître la condition de convergence d'une série de Riemann.	L'étude de ces deux exemples a pour objectifs de familiariser les étudiants avec les « sommes infinies » et la notation \sum et d'introduire la notion de convergence et de somme d'une série numérique. Toute théorie générale sur les séries numériques est exclue. L'outil informatique est utilisé pour conjecturer les résultats concernant les séries de Riemann. Ces résultats sont admis.

S92 Séries de Fourier

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
<p>Série de Fourier associée à une fonction T-périodique continue par morceaux sur \mathbf{R} :</p> $a_0 + \sum (a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t))$ <p>Cas d'une fonction paire, impaire.</p>	<p>Représenter graphiquement une fonction T-périodique continue par morceaux sur \mathbf{R}.</p> <p>Exploiter la représentation graphique d'une fonction T-périodique affine par morceaux pour en déterminer :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la périodicité ; • la parité ; • une expression sur une période ou une demi-période. <p>Calculer les coefficients de Fourier d'une fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> • à la main dans le cas d'un signal en créneau ; • à l'aide d'un logiciel de calcul formel dans tous les cas. <p>Calculer les coefficients de Fourier pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • déterminer la composante fondamentale du signal, son amplitude, sa période et sa phase • déterminer les harmoniques de rang $n = 2$ ainsi que leur amplitude, période et phase. <p>Déterminer la valeur efficace d'un signal.</p>	<p>En liaison avec les autres disciplines, on met en valeur le lien entre la notion de série de Fourier et l'étude des signaux : composantes d'un signal dans une fréquence donnée, reconstitution du signal à partir de ses composantes, spectre.</p> <p>On montre l'intérêt d'exploiter, dans le calcul intégral, les propriétés des fonctions périodiques, des fonctions paires et des fonctions impaires.</p> <p>En liaison avec les méthodes vues dans les autres disciplines, on montre qu'il peut être utile de se ramener à des fonctions paires ou impaires pour calculer les coefficients de Fourier.</p> <p>En complément, on traite à la main un exemple de calculs de coefficients de Fourier d'une fonction associée à un signal rampe pour faire comprendre les résultats fournis par les logiciels dans d'autres disciplines. C'est l'occasion de réinvestir les techniques de calcul intégral.</p>
<p>Convergence d'une série de Fourier lorsque f est de classe C^1 par morceaux sur \mathbf{R} (conditions de Dirichlet).</p> <p>Formule de Parseval</p>	<p>Représenter à l'aide d'un logiciel une somme partielle d'une série de Fourier et la comparer à la fonction associée au signal étudié.</p> <p>Savoir identifier parmi plusieurs développements proposés celui correspondant à une fonction donnée.</p> <p>Calculer et comparer :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la valeur exacte de $\frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) dt$; • une valeur approchée de $\frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) dt$; <p>à l'aide des coefficients de Fourier de f.</p>	<p>L'utilisation de l'outil informatique permet de visualiser graphiquement la convergence de la série de Fourier.</p> <p>Aucune difficulté ne doit être soulevée sur la convergence des séries de Fourier. Dans les cas étudiés, les conditions de convergence sont toujours remplies.</p> <p>On met en relation la formule de Parseval et le calcul de la valeur efficace d'un signal.</p>

S10: transformation de Laplace

Objectif /conseils: Étudier et exploiter la transformation de Laplace en vue de déterminer les solutions causales d'une équation différentielle linéaire. A traiter en liaison étroite avec les enseignements des autres disciplines où la transformation de Laplace permet d'obtenir la réponse d'un système linéaire usuel à un signal d'entrée donné.

S101 Transformation de Laplace		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
<p>Les fonctions causales</p> <p>Transformée de Laplace d'une fonction causale f.</p> <p>Transformée de Laplace des fonctions causales usuelles.</p> <p>Propriétés de la transformation de Laplace :</p> <ul style="list-style-type: none"> • linéarité ; • effet d'une translation ou d'un changement d'échelle sur la variable; • effet de la multiplication par e^{-at}. <p>Théorème de la valeur initiale et théorème de la valeur finale.</p>	<p>Représenter graphiquement une fonction causale donnée par une expression.</p> <p>Déterminer une expression d'une fonction causale dont la représentation graphique est de type « créneau » ou « rampe ».</p> <p>Déterminer la transformée de Laplace d'une fonction causale simple, dont les fonctions de type « créneau » et « rampe ».</p> <p>Déterminer la fonction causale (original) dont la transformée de Laplace est donnée.</p>	<p>En liaison avec les autres disciplines</p> <p>La théorie générale des intégrales impropres est hors programme.</p> <p>On se limite aux fonctions usuelles suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • $t \mapsto U(t)$; • $t \mapsto t^n U(t)$; • $t \mapsto e^{at}U(t)$; • $t \mapsto \cos(\omega t)U(t)$; • $t \mapsto \sin(\omega t)U(t)$; <p>avec U la fonction unité, n un entier naturel, a et ω étant réels.</p> <p>La table de correspondance est donnée.</p> <p>On se limite au cas où les fonctions données ou recherchées sont soit des combinaisons linéaires à coefficients réels de fonctions de la forme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • $t \mapsto U(t - a)$ et • $t \mapsto tU(t - a)$ • $t \mapsto e^{rt}U(t - a)$ <p>où a est un nombre réel positif et r un réel.</p> <p>Dans les autres cas, le calcul est facilité par l'utilisation d'un logiciel.</p> <p>L'exploitation de situations issues des autres disciplines permet d'illustrer la pertinence de ce théorème.</p>

S102 Transformées de Laplace d'une dérivée ou d'une primitive.

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Transformée de Laplace d'une dérivée.	Exploiter la transformation de Laplace pour résoudre une équation différentielle linéaire d'ordre 1 ou 2 à coefficients constants.	<p>En liaison avec les enseignements professionnels</p> <p>Pour le second membre, on se limite au cas où les fonctions données ou recherchées sont des combinaisons linéaires à coefficients réels de fonctions de la forme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • $t \mapsto U(t - a)$ • $t \mapsto tU(t - a)$ • $t \mapsto e^{rt}U(t - a)$ <p>où a est un nombre réel positif et r un réel.</p>
Transformée de Laplace d'une primitive.		<p>En liaison avec les enseignements d'autres disciplines, on étudie un exemple d'équation intégro-différentielle de la forme</p> $ay'(t) + by(t) + c \int_0^t y(s) ds = f(t)$ <p>où a, b, c sont des constantes réelles et f une fonction causale.</p>

S11: transformation en z

Objectif /conseils: Familiariser les étudiants aux phénomènes discrets par la présentation de quelques signaux discrets et de leur transformation en z, en se limitant à des signaux causaux. Compléter par l'étude de la réponse à des signaux discrets, de filtres numériques régis par une équation aux différences linéaires à coefficients constants. Le travail mené permet en particulier de s'interroger sur le passage du discret au continu et inversement, variant ainsi les approches des problèmes et les modes de résolution.

S11 Transformation en Z		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Transformation en z Notion de série entière d'une variable réelle. Développement en série entière des fonctions $t \mapsto e^t$ et $t \mapsto \frac{1}{1-t}$		L'étude de ces deux exemples a pour objectifs : <ul style="list-style-type: none"> de familiariser les étudiants avec les « sommes infinies » de fonctions et la notation \sum ; d'introduire la notion de rayon de convergence et de somme d'une série entière. Toute théorie générale sur les séries entières est exclue. L'outil informatique est utilisé pour visualiser la convergence des sommes partielles. Les résultats mis en évidence sont admis. L'introduction des séries entières a pour seul but la présentation des résultats utiles à l'étude de la transformation en z.
Transformée en z d'un signal causal. Transformée en z des signaux causaux usuels.		On se limite aux signaux usuels suivants : <ul style="list-style-type: none"> $n \mapsto 1$; $n \mapsto d(n)$ où $d(0) = 1$ et $d(n) = 0$ sinon ; $n \mapsto n$; $n \mapsto n^2$; $n \mapsto a^n$ avec a réel non nul. Les tables de conversion pour retrouver un original sont fournies
Propriétés de la transformation en z : - linéarité ; - effet de la multiplication par a^n avec a réel non nul ; - effet d'une translation sur la variable.	Déterminer la transformée en z d'un signal causal à partir des signaux causaux usuels.	On évite tout excès de technicité dans les calculs. Dans le cadre de la résolution de problèmes, le calcul est facilité par l'utilisation d'un logiciel de calcul formel.
Équations récurrentes.	Déterminer le signal causal (original) dont la transformée en z est donnée. Exploiter la transformation en z pour la résolution d'équations récurrentes.	Dans la recherche de l'original, pour obtenir la décomposition en éléments simples, on donne des indications sur la méthode à utiliser ou si nécessaire, on utilise un logiciel de calcul formel. On résout des équations de la forme : $ay(n) + by(n-1) + cy(n-2) = \alpha x(n) + \beta x(n-1)$ ou $ay(n+2) + by(n-1) + cy(n) = \alpha x(n+1) + \beta x(n-1)$ où a, b, c, α, β sont des nombres réels, x un signal causal discret connu et y est un signal causal discret inconnu. En liaison avec les enseignements d'autres disciplines, on montre sur un exemple simple comment une de ces équations s'interprète en termes de « dérivation discrète » ou d'« intégration discrète ».

S12: Éléments de logique

Objectif /conseils: Introduire quelques éléments de logique, le langage ensembliste. Familiariser les étudiants à une pratique élémentaire du calcul des propositions et des prédicats. Étude brève à mener en coordination étroite avec l'enseignement de l'automatique.

S121 Calcul des propositions et des prédicats		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Calcul propositionnel Proposition, valeur de vérité. Connecteurs logiques : <ul style="list-style-type: none"> • négation (non P) ; • conjonction (P et Q) ; • disjonction (P ou Q) ; • implication ; • équivalence. 	Traiter un exemple simple de calcul portant sur un énoncé. Utiliser des connecteurs logiques pour exprimer une condition.	On dégage les propriétés fondamentales des opérations introduites, de manière à déboucher ensuite sur un exemple d'algèbre de Boole. En situation, on aborde les lois de Morgan. On se limite au cas où l'utilisation d'une table de vérité ou de propriétés élémentaires du calcul propositionnel permet de conclure sans excès de technicité. Cette capacité est également mise en œuvre en algorithmique.
Calcul des prédicats Variable, constante. Quantificateurs. Négation de $\forall x, p(x)$; négation de $\exists x, p(x)$	Passer du langage courant au langage mathématique et inversement. Exprimer, dans un cas simple, la négation d'un prédicat.	On se limite à des cas simples de prédicats portant sur une, deux ou trois variables. On met en valeur l'importance de l'ordre dans lequel deux quantificateurs interviennent.

S122 Langage ensembliste		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Ensemble, appartenance, inclusion, ensemble vide. Ensemble $P(E)$ des parties d'un ensemble E . Complémentaire d'une partie, intersection et réunion de deux parties. Ensemble des éléments x d'un ensemble E satisfaisant à une proposition $p(x)$.	Traiter un exemple simple de calcul portant sur des ensembles finis.	On dégage les propriétés fondamentales des opérations ainsi introduites, de manière à déboucher ensuite sur un exemple d'algèbre de Boole. En situation, on aborde les lois de Morgan. On interprète en termes ensemblistes l'implication, la conjonction et la disjonction de deux propositions, ainsi que la négation d'une proposition.

S13: Algorithmique appliquée

Objectif /conseils:

L'objectif de ce module est de construire des algorithmes, et de les programmer dans un langage informatique, dans le but de résoudre des problèmes de niveau raisonnable.

Les thématiques abordées lors de l'étude de ce module sont très ouvertes, mais l'objectif visé, à l'intérieur du processus de conception, est ciblé. On veille à ce que les situations proposées soient mathématiquement achevées. Alors qu'une solution, peut être décrite de manière très libre, textuelle ou graphique, par formules ou symboles, par l'exemple ou de manière inachevée, on s'attache ici à les exprimer en utilisant les outils algorithmiques usuels, pour les rendre directement convertibles et exécutables sur machine.

Afin de faciliter la compréhension des mécanismes et la détection d'éventuelles erreurs, il est impératif de concrétiser les algorithmes par l'emploi d'un langage de programmation et de conduire l'étudiant à réaliser des tests. La tâche inverse, consistant à comprendre un algorithme, présente également un grand intérêt pour l'assimilation des mécanismes et lors d'opérations de maintenance.

Afin de faciliter l'appropriation de l'algorithmique par les étudiants, il est souhaitable que le langage de programmation soit un langage interprété et facile d'accès. Le langage *Python* répond à ces exigences.

Les sujets empruntés à la vie courante peuvent être utilisés à chaque fois qu'ils permettent d'illustrer un mécanisme simple avec pertinence. Sinon, on préfère utiliser des sujets dérivés directement d'autres modules mathématiques et, avec un certain équilibre, des sujets associés à des thématiques informatiques (par exemple : codage, cryptage, et décryptage, redondance de sécurité, tri itératif et tri récursif, parcours de graphes). Ces sujets peuvent être abordés afin d'illustrer des concepts fondamentaux d'algorithmique sans qu'aucune connaissance spécifique ne soit exigible de l'étudiant dans ces derniers domaines.

Ce module vise à développer les compétences spécifiques suivantes :

- comprendre un algorithme et expliquer ce qu'il fait ;
- modifier un algorithme existant pour obtenir un résultat différent ;
- concevoir un algorithme ;
- transcrire un algorithme dans un langage informatique ;
- s'interroger sur l'efficacité d'un algorithme.

Les contrôles d'exécution constituent le cœur des mécanismes algorithmiques de base. À ce titre, on attache un soin tout particulier à leur étude progressive mais détaillée. Leur maîtrise pratique est essentielle et les évaluations doivent être centrées sur eux.

Pour l'écriture des algorithmes, une représentation textuelle convenablement indentée avec des indicateurs de début et de fin explicites facilite la lecture. Pour aider à la compréhension, il est utile également d'indiquer un entête composé d'un nom, d'un rôle, de l'indication des données d'entrée et de sortie. Des commentaires sont ajoutés, notamment pour préciser le rôle des variables ou fournir des indications méthodologiques.

Un algorithme est indépendant de tout langage de programmation ; aussi aucun langage n'est imposé, mais il convient de s'assurer qu'il est accepté par le centre d'examen. On privilégie un langage de programmation simple d'utilisation et libre d'installation. L'existence d'une communauté d'utilisateurs et de bibliothèques facilite le développement.

La présentation linéaire du programme, avec une entrée par les contenus n'indique pas d'ordre dans sa mise en œuvre. Aussi les concepts fondamentaux (algorithme, finitude, modularité, identifiant, type, constante, variable, fonction, procédure, expression numérique, expression conditionnelle et plus généralement booléenne, etc.) sont acquis par l'usage, sans faire appel à des définitions formelles préalables.

S131 Types de données		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Types simples : entier naturel, entier relatif, réel, booléen. Chaîne de caractères.	Connaître les modes de codage et gérer les différences entre données mathématiques et informatiques : <ul style="list-style-type: none"> • domaine de valeurs ; • représentation exacte ou approchée, précision. 	Il n'est pas nécessaire de connaître la représentation exacte des données en machine, notamment en ce qui concerne les flottants. On évite de considérer une chaîne comme un tableau de caractères.
Tableaux de données : <ul style="list-style-type: none"> • de type homogène à une ou deux dimensions ; • à deux dimensions dans lequel, soit les lignes soit les colonnes, peuvent être de types différents. Procédure et fonction : <ul style="list-style-type: none"> • paramètres d'entrée ; • valeur(s) retournée(s) par une fonction ; • variables globales ou locales. 	Construire un tableau. Traiter les données d'un tableau : <ul style="list-style-type: none"> • accéder à ses différents éléments en lecture et en écriture ; • traiter les éléments d'une ligne ou d'une colonne ; • copier un tableau. Gérer les transferts en entrée seule, en sortie seule, en entrée et sortie. Utiliser les variables globales et locales.	On adapte la construction et l'exploitation de ces tableaux aux possibilités de l'outil informatique utilisé. Les structures de données et les objets ne sont pas au programme de mathématiques : ils figurent dans ceux des enseignements professionnels. Sans aborder la programmation objet, les concepts de modularité et d'interface doivent être connus.

S132 Instructions élémentaires		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Lecture, écriture. Affectation, affectation récursive.	Saisir une donnée depuis le clavier, manipuler les variables et afficher sur l'écran. Gérer la chronologie des valeurs contenues dans les variables et produire la trace d'un algorithme.	Les fichiers ne sont pas au programme de mathématiques. En standard, la mise en forme des affichages est limitée à l'utilisation de séparateurs et de changements de ligne. Sinon, les outils nécessaires sont fournis et décrits. La gestion des pointeurs n'est pas au programme.

S133 Opérateurs		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Opérateurs numériques : addition, soustraction, multiplication, division, exponentiation, quotient et reste de la division entière, signe. Fonctions mathématiques usuelles.	Transformer une expression mathématique en expression numérique en ligne et réciproquement.	« Fonctions mathématiques usuelles » doit être entendu au sens informatique et inclure les fonctions d'arrondi, ainsi qu'un générateur de nombres pseudo-aléatoires uniforme dans un intervalle.
Opérateurs de comparaison : =, <> ou !=, <, <=, >, >=.		On compare soit des valeurs numériques, soit des chaînes de caractères.
Opérateurs booléens : non, et, ou, oux.	Traduire la condition (éventuellement composée) d'une itération (tant que / répéter jusqu'à ce que) ou d'une alternative (si) sous forme d'expression booléenne.	
Opérateurs booléens bit à bit.	Appliquer des opérations booléennes sur les bits.	On interprète notamment en termes de masque, de mise à un, de mise à zéro, de changement d'état.
Opérateur de chaînes : concaténation. Fonctions permettant l'extraction en début, milieu ou fin, la recherche d'un motif.	Construire et manipuler des chaînes et construire les messages affichés à l'écran.	L'usage d'expressions régulières simples est possible, mais l'étude des expressions régulières est hors programme.
Transtypage	Gérer les différents types de données et effectuer des conversions d'un type vers un autre.	
		D'autres instructions, fonctions ou procédures peuvent être introduites dans l'écriture d'algorithmes. Les descriptions sémantiques et syntaxiques précises sont alors mises à disposition de l'étudiant.

S134 Structures de contrôle et d'exécution.		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Exécution séquentielle. Exécution à structure conditionnelle (si-alors-sinon). Exécution à structure itérative (pour) et (tant que / répéter jusqu'à ce que).	Mettre en œuvre ces structures.	Afin d'en maîtriser le fonctionnement, les structures d'exécution sont elles-mêmes présentées sous forme d'algorithmes.
Construction des structures itératives : raisonnement par récurrence, initialisation, mise à jour itérative, calcul itératif, mise en forme finale.	Gérer une itération en distinguant la préparation, l'itération elle-même et la mise en forme finale.	Le raisonnement par récurrence n'a pas à être évalué pour des démonstrations. Il est introduit pour servir de base à une construction des itérations. Le calcul itératif est souvent récursif
Symboles Σ_i et Π_i traduction algorithmique.	Gérer une somme ou un produit d'un nombre variable d'opérandes dépendant d'un paramètre.	Généralement la variable affectée récursivement est initialisée à l'élément neutre de l'opération utilisée, avant d'entrer dans l'itération.
Structures imbriquées	Gérer des structures imbriquées Traiter un produit matriciel.	On traite également des exemples où les éléments de contrôle des structures internes dépendent de ceux des structures externes. Le nombre d'imbrications n'est pas limité, sauf pour les itérations en dépendance, où on se limite à deux. On évite les excès de complexité, ainsi que les constructions ne correspondant pas à un besoin concret La formule de calcul des coefficients d'un produit est donnée.
Récurtivité. Nécessité d'un test. Nécessité de cas particuliers résolus sans appel à la récursivité. Finitude.	Mettre en œuvre ou exploiter une fonction ou une procédure récursive simple.	On peut traiter des exemples de récursivité terminale, de conversion en algorithme non récursif, de récursivité non terminale. On ne présente pas de récursivité mutuelle entre plusieurs procédures.

S135 Analyse d'algorithmes*.		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Notions de complexité temporelle et spatiale.	Calculer un nombre minimal ou maximal d'opérations significatives ou la taille globale de données choisies.	On présente des variantes produisant les mêmes résultats avec des complexités très différentes. Aucune connaissance théorique n'est exigible.
Validation et débogage.	Procéder à un suivi de variables par la production d'une trace ou l'utilisation de jeux d'essai pour le test d'un algorithme et la recherche d'erreur.	On propose des algorithmes délibérément erronés dont les défauts sont repérés puis débogués. Selon le langage choisi, on peut montrer les fonctions permettant le suivi de variables, le débogage pas à pas. Afin de mieux sensibiliser à certains risques, on peut présenter des cas d'effets indésirables (effets de bord, évaluation partielle lors de calcul d'expressions booléennes, débordements ou approximations numériques, transtypage, utilisation d'indices hors domaine, etc.) et leurs conséquences spectaculaires. Aucune théorie n'est au programme.
Interprétation d'algorithmes	Savoir reconstituer le rôle d'un algorithme	L'ajout d'une ou plusieurs procédures ou fonctions à un ensemble interdépendant peut constituer une excellente base. On se limite à des cas simples.

* : Ce paragraphe se veut être une simple sensibilisation aux notions de complexité, de correction, de recherche d'erreur et de finalité d'un algorithme. En cas d'évaluation portant sur l'un de ces thèmes, on apporte suffisamment d'indications pour limiter les prérequis.

S14: Bases de la programmation

Objectif /conseils:

Faisant suite au module d'algorithmique appliquée, ce module permet de construire les savoirs et savoir-faire de base liés à la programmation de solutions applicatives dans un environnement de développement. Il permet de présenter les mécanismes de la programmation structurée et d'aborder les concepts de base de la programmation orientée objet à travers l'utilisation de classes mises à disposition. L'apprentissage et l'utilisation du langage de programmation *Java* par les élèves est prescrite.

S14 - Bases de la programmation en Java.		
Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Principes de base de la programmation en Java	Décrire les principales caractéristiques et fonctionnalités de Java. Installer un kit de développement Java. Décrire les commandes de base du langage Java. Utiliser les instructions élémentaires. Écrire des lignes de code et les compiler sous la forme d'une application exécutable.	On pourra refaire en Java certains exercices réalisés en Python lors de l'enseignement du savoir « S13 - Algorithmique ».
Réalisation de programmes	Réaliser en Java des programmes simples permettant de manipuler ou de mettre en œuvre : <ul style="list-style-type: none">• les opérateurs,• des procédures et fonctions,• des structures de données,• des structures de contrôle.	On pourra refaire en Java certains exercices réalisés en Python lors de l'enseignement du savoir « S14 - Algorithmique ».
Concepts de base de la programmation objet	Programmer en utilisant des classes d'objets fournies	On se limitera au développement d'applicatifs simples à titre d'illustrations.
Environnement de développement	Décrire les fonctions de base d'un environnement de développement. Utiliser un environnement de développement	On pourra utiliser l'environnement de développement « Netbeans Java » ou « Eclipse ».
Normes de développement	Rechercher les normes de développement pertinentes à appliquer. Appliquer des normes de développement. Réalisation des tests nécessaires à la validation d'éléments adaptés ou développés. Documenter un logiciel.	On se référera à la norme ISO 19759 « Ingénierie du logiciel - guide du corps de connaissance de l'ingénierie du logiciel (SWEBOK) ». On se limitera à une présentation des principes en vue d'aider les élèves à structurer leurs méthodes de développement logiciel, sans rechercher une quelconque certification.

Unité U.4 – Maintenance des systèmes électrotechniques navals

Le but de cette unité d'enseignement est que les étudiants puissent développer des compétences de techniciens – experts dans certains domaines très précis du génie électrotechnique naval.

Les normes pertinentes de l'International Electrotechnical Commission (IEC) et de l'International Standard Organisation (ISO), ou leur transposition en normes NF, devront être systématiquement présentées. Les parties pertinentes des règlements des sociétés de classification et de l'arrêté du 23 novembre 1987, modifié, relatif à la sécurité des navires, pourront également être présentés. Pour ce dernier, on se limitera néanmoins à la division n°221 du règlement annexé.

L'enseignement et l'utilisation des normes NF C 15-100 ou UTEC 18-510, ou encore des dispositions réglementaires du code du travail relatives aux matériels électriques et aux interventions sur ces matériels, est contre-indiqué, car ces normes ne s'appliquent pas aux navires.

Les normes de l'IEC, les parties pertinentes des règlements des sociétés de classification et les notices techniques des appareils seront présentées préférentiellement en langue anglaise.

Les sujets des épreuves de CCF pourront être rédigés en langue anglaise.

4.1. Exploitation et maintenance des installations électriques des navires de mer

(31 h cours ; 54 h TP)

1 – Maintenance corrective (10C + 15TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Diagnostiquer un dysfonctionnement	Établir le constat de dysfonctionnement. Isoler la chaîne fonctionnelle en panne. Identifier les composants de cette chaîne. Émettre des hypothèses de panne, les hiérarchiser en fonction du rapport nombre d'informations / temps d'investigation. Effectuer les tests et contrôles successivement en fonction des résultats précédents. Identifier le composant défectueux.	Un TP devra être réalisé sur une installation réelle ou sur une maquette reproduisant une installation réelle. Les dysfonctionnements que l'étudiant devra être en mesure de résoudre sont d'ordre électrique et ne concernent pas les fonctionnements automatisés.

1 – Maintenance corrective (suite)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Organiser une intervention.	<p>Définir le mode opératoire lié à l'intervention et les moyens nécessaires à sa réalisation.</p> <p>Décrire les prescriptions à respecter du code ISM et la procédure d'autorisation de travaux électriques.</p> <p>Identifier les risques et définir les mesures de prévention à mettre en œuvre. En particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tenir compte des risques électromagnétiques conduits et rayonnés ; • Tenir compte des risques engendrés par les mouvements du navires ; • Décrire et mettre en œuvre les mesures de sécurité spécifiques lors d'interventions électriques sur pont découvert ; • Tenir compte des risques engendrés par la coactivité, en particulier en cas de présence de personnels d'entreprises extérieures ; • Définir les zones de travaux et zones dangereuses, les délimiter et mettre en œuvre les restrictions de circulation adéquates. <p>Dans le cadre d'une réparation importante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - définir et ordonnancer les différentes actions ; - définir les moyens humains et matériels. <p>Dans le cadre d'un dépannage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - rechercher la ou les solutions adéquates ; - définir les adaptations nécessaires. <p>Approvisionner les pièces de rechange et les consommables de maintenance nécessaires .</p> <p>Approvisionner les outillages et les équipements de protection.</p> <p>Définir les procédures et autorisations de test et de remise en service.</p>	<p>On se référera à la norme : IEC 60092-509 : Electrical installations in ships – Part 509: Operation of electrical installations.</p>
Consignation et de déconsignation d'un appareillage électrique.	<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 spécifique 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.</p> <p>Dans le cas où l'appareillage comporte une partie fluide ou mécanique, décrire et mettre en œuvre les consignations fluidiques et mécaniques.</p>	<p>On se référera 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>Pour les parties fluidiques ou mécaniques, on pourra se référer à la norme NF EN 1037 : Sécurité des machines – prévention de la mise en marche intempestive.</p>

1 – Maintenance corrective (suite)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Interventions électriques hors tension sur installations alimentées en tension inférieure à 1000 V	<p>Décrire les équipements de protection individuels spécifiques à mettre en œuvre.</p> <p>Réaliser une intervention électrique sur une installation hors-tension en respectant les règles de sécurité et les règles de l'art.</p>	<p>On se référera 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>
Interventions électriques en présence de conducteurs nus sous tension inférieure à 1000 V	<p>Au delà des opérations autorisées de mesures et de réglages, définir les cas de force majeure où l'on peut être amené à effectuer une intervention électrique sous tension inférieure à 1000 V.</p> <p>Décrire les équipements de protection individuels à mettre en œuvre.</p> <p>Décrire l'outillage et les équipements spécifiques à utiliser.</p> <p>Décrire les dispositifs de protection et de restriction d'accès à mettre en œuvre.</p> <p>Décrire les dispositions spécifiques à prendre pour les interventions sur les installations de très basse tension.</p> <p>Réaliser une intervention électrique sur une installation hors-tension en respectant les règles de sécurité et les règles de l'art.</p>	<p>On se référera à la norme IEC 60092-509 : Electrical installations in ships – Part 509: Operation of electrical installations.</p> <p>On entend par « intervention sous tension », toute opération nécessitant un démontage de pièce ou d'équipement réalisé manuellement à proximité de conducteurs nus sous tension.</p> <p>Un TP pourra être réalisé sur une maquette, alimentée en TBT, reproduisant une installation réelle.</p> <p>L'installation pourra être un tableau de distribution secondaire.</p>
Interventions électriques hors tension sur installations alimentées en tension supérieure à 1000 V (Haute-tension)	<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 spécifiques aux installations Haute-Tension.</p> <p>Décrire les dispositifs de protection et de restriction d'accès à mettre en œuvre.</p> <p>Décrire les dispositions spécifiques à prendre pour les interventions sur les installations Haute-Tension.</p> <p>Décrire en particulier les procédures spécifiques de mise à la terre et de test propres à chaque type de matériel alimenté en Haute-Tension : câble, tableau de distributions, alternateur, moteur, transformateur.</p> <p>Réaliser une intervention électrique sur une installation hors-tension alimentées en tension supérieure à 1000 V en respectant les règles de sécurité et les règles de l'art.</p>	<p>On pourra se référer à la norme IEC 60092-503 : Electrical installations in ships – Part 503: Special features – AC supply systems with voltages in the range of above 1 kV up to and including 15 kV.</p> <p>Un TP devra être réalisé sur une maquette didactique reproduisant une installation réelle.</p> <p>L'installation pourra être un tableau de distribution principal ou secondaire.</p>

1 – Maintenance corrective (suite)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Effectuer les actions correctives	<p>Mettre en œuvre les mesures de prévention (consignation, moyens de protection ...).</p> <p>Déposer le composant en panne.</p> <p>Vérifier l'état des composants périphériques.</p> <p>Dans le cadre d'une réparation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réaliser l'échange standard du composant défectueux ; - intégrer un nouveau composant. <p>Dans le cadre d'un dépannage : réaliser ou faire réaliser l'adaptation nécessaire.</p> <p>Effectuer la déconsignation.</p> <p>Vérifier le bon fonctionnement du bien (dans le cas d'un dépannage : vérifier les nouvelles caractéristiques techniques).</p> <p>Procéder à la remise en service.</p> <p>Déclencher, si nécessaire, la réparation du composant défectueux.</p> <p>Déclencher éventuellement une action d'amélioration.</p> <p>Dans le cadre d'un dépannage, déclencher la réparation de l'équipement.</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>
Mettre à jour et enrichir les ressources concernées par l'intervention	<p>Renseigner l'historique de l'équipement et vérifier la répétitivité éventuelle de la panne ;</p> <p>Mettre à jour si nécessaire les schémas, plans ... ;</p> <p>Élaborer ou compléter les documents d'aide au diagnostic et/ou d'aide à la réparation.</p>	

2- Maintenance préventive (3C + 6TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Définir le plan de maintenance préventive : systématique, conditionnelle et prévisionnelle	<p>Choisir et justifier le bien (système, sous-système, composant) devant faire l'objet d'une maintenance préventive :</p> <ul style="list-style-type: none"> - recenser les contrôles périodiques réglementaires ; - recenser les préconisations du constructeur ; - analyser le comportement opérationnel (historique, retour d'expérience) et prévisionnel de l'équipement dans le temps. <p>Définir les opérations de maintenance préventive systématique, conditionnelle et prévisionnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - type d'action (remplacement systématique ou suivi conditionnel) ; - paramètre de suivi ; - périodicité de remplacement ou de surveillance ; - valeur de référence, seuil d'alarme ; - intervenant (opérateur, technicien, expert) ; - moyens matériels ; - procédures de remplacement ou de surveillance ; - mesures de prévention. - savoir appliquer les normes en vigueur (normes CEI, SOLAS etc...) 	Un TP pourra être réalisé à l'aide d'un logiciel de GMAO.
Planifier et mettre en œuvre le plan de maintenance préventive	<p>Planifier et ordonnancer les opérations de maintenance préventive ;</p> <p>Réaliser les opérations de surveillance et d'inspection :</p> <ul style="list-style-type: none"> - par contrôle sensoriel (visuel, auditif...); - par la mise en œuvre de matériels spécifiques : analyse vibratoire, mesures thermométriques (caméra thermique); - par la mise en œuvre des appareils de mesures d'autres paramètres physiques (dimension, intensité, tension, pression, débit, ...). <p>Consigner les informations recueillies (support informatique ou papier).</p>	Un TP pourra être réalisé à l'aide d'un logiciel de GMAO.
Exploiter les informations recueillies	<p>Analyser les informations ;</p> <p>Localiser la dégradation et analyser son processus ;</p> <p>Estimer la durée de vie résiduelle ;</p> <p>Définir les actions en cas de modification significative d'un paramètre (dérive, dépassement de seuil d'alarme) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - diminution de la périodicité des actions de surveillance ; - déclenchement d'une expertise ; - déclenchement d'une remise en état ; <p>Rédiger un rapport.</p>	Un TP pourra être réalisé à l'aide d'un logiciel de GMAO.

3 – Distribution (3C + 12TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Définitions des défauts	Définir : <ul style="list-style-type: none"> • un défaut dû à une coupure de circuit ; • un défaut dû à un court-circuit ; • un défaut d'isolement. 	
Tableau de distribution	Réaliser les opérations de maintenance suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'état des connexions et reprendre leur serrage si nécessaire. • Vérifier l'état des câbles aux passages des presse-étoupe • Vérifier l'absence de traces de surchauffe • Vérifier le bon fonctionnement du contrôleur permanent d'isolement (test, réglage du seuil de défaut). 	Un TP devra être réalisé sur une installation réelle.
Thermographie infrarouge	Utiliser la thermographie infrarouge pour détecter un défaut de serrage de connexion dans un tableau électrique.	TP sur installation réelle ou banc didactique.
Disjoncteurs	Isoler électriquement le disjoncteur (débrogage) Mesurer les résistances des contacts principaux et auxiliaires. Inspecter : <ul style="list-style-type: none"> • chambre de coupure d'arcs • contacts principaux (piqûre, traces de brûlure) • contacts auxiliaires (piqûre, traces de brûlure) • mécanisme de fermeture • motorisation Suivre les préconisations du constructeur	Un TP devra être réalisé sur une installation réelle.
Contacteurs	Isoler électriquement le contacteur Mesurer les résistances des contacts principaux et auxiliaires. Inspecter : <ul style="list-style-type: none"> • chambre de coupure d'arcs • contacts principaux (piqûre, traces de brûlure) • contacts auxiliaires (piqûre, traces de brûlure) • ressort de rappel Suivre les préconisations du constructeur	Un TP devra être réalisé sur une installation réelle.

3 – Distribution (suite)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Transformateurs	<p>Isoler électriquement le transformateur</p> <p>Vérifier le serrage des connexions</p> <p>Mesurer et enregistrer la résistance d'isolement.</p> <p>Procéder à un examen visuel de l'état de la machine :</p> <ul style="list-style-type: none"> • traces de corrosion • traces d'humidité • état des bornes et vérification du serrage • état des isolants <p>Suivre les préconisations du constructeur</p>	Un TP devra être réalisé sur une installation réelle.
Circuit de sauvegarde Batteries d'accumulateurs au plomb	<p>Décrire les dangers liés à la manipulation des électrolytes</p> <p>Décrire les dangers liés au dégagement gazeux des accumulateurs en charge</p> <p>Calculer l'intensité de charge en fonction de la capacité</p> <p>S'assurer de la bonne ventilation du local batterie</p> <p>S'assurer du bon fonctionnement du chargeur de batterie</p> <p>Vérifier le niveau de l'électrolyte</p> <p>Vérifier l'état de charge en mesurant la densité de l'électrolyte.</p> <p>Vérifier le bon fonctionnement du circuit de secours :</p> <ul style="list-style-type: none"> • éclairage de secours • feux de navigation 	Un TP devra être réalisé sur une installation réelle.

4 – Maintenance des installations « High Voltage » (6C + 6TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Spécificités des équipements « High Voltage »	<p>Décrire l'architecture et le fonctionnement des équipements « High Voltage » suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • disjoncteurs (sous vide et à pression de gaz SF6) ; • fusibles ; • protections contre les surintensités ; • machines électriques ; • tableaux de distribution ; • instrumentation. <p>Assurer la maintenance des disjoncteurs.</p>	
Isolement	<p>Expliquer le mécanisme de formation d'un arc électrique.</p> <p>Décrire les différents types d'isolants utilisés en tension supérieure à 1000 V.</p> <p>Expliquer le phénomène de vieillissement des isolants.</p> <p>Décrire et mettre en œuvre l'outillage spécifique de mesure de l'isolement pour des installations alimentées en tension supérieure à 1000 V</p> <p>Contrôler et mesurer l'isolement de chaque appareil et repérer une éventuelle dérive anormale</p> <p>Définir le seuil d'alarme de l'isolement</p> <p>Consigner ces mesures dans un cahier de suivi.</p>	<p>Le contrôle de l'isolement et l'utilisation de l'outillage spécifique à la HT devront être présentées et faire l'objet d'un TP sur une maquette représentant une installation réelle.</p>
Alimentation à quai.	<p>Décrire le matériel et les procédures à mettre en œuvre afin de pouvoir alimenter le navire en électricité Haute-Tension à partir du quai.</p>	<p>On se référera à la norme IEC 80005-1 : High Voltage Shore Connection.</p>

5.-Exploitation d'une installation électrique (6C + 9TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Mise en service des équipements de production d'énergie électrique	<p>Démarrer un groupe électrogène</p> <p>Régler la tension et la fréquence de l'alternateur</p> <p>Coupler l'alternateur sur le réseau du bord</p> <p>Décrire l'utilité d'une protection contre les retours de puissance</p> <p>Répartir les puissances actives et réactives</p> <p>Mettre en service et savoir régler un régulateur de tension (tension de service, seuil de tension, seuil de fréquence)</p> <p>Savoir régler un régulateur de vitesse (temps de réponse, statisme ...)</p> <p>Savoir entretenir les batteries de sauvegarde</p> <ul style="list-style-type: none"> • État de charge • Niveau électrolyte • Vérifier le bon fonctionnement du chargeur 	<p>Le TP allant du démarrage au couplage d'un groupe électrogène pourra être réalisé sur simulateur.</p> <p>Le réglage d'un régulateur de tension et d'un régulateur de vitesse sera réalisé sur banc.</p>
Mise en service des récepteurs	Vérifier si le démarrage du récepteur est compatible avec la puissance disponible	
Disposition des équipements de distribution	<p>Identifier les composants de la distribution :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tableaux de distribution (tableaux principaux, tableaux secondaires, tableau de secours, tableau de sauvegarde) • Disjoncteurs, sectionneurs, contacteurs, relais thermiques, fusibles • Transformateurs de tension et d'intensité <p>Se situer et se repérer dans l'installation</p> <p>Savoir exploiter une gestion automatisée de la production et de la consommation de l'énergie électrique</p> <p>Expliquer la sélectivité des protections électriques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sélectivité ampère métrique • Sélectivité chronologique <p>Savoir régler un disjoncteur, un relais thermique</p>	
Surveillance en exploitation	<p>Contrôler et mesurer les paramètres électriques (tensions, intensités, puissances, facteur de puissance, fréquence, harmoniques).</p> <p>Contrôler et mesurer l'isolement de l'installation</p> <p>Régler le seuil d'alarme de l'isolement</p> <p>Utiliser la redondance des équipements pour permettre la continuité de service</p> <p>Diagnostiquer une dérive, une anomalie de fonctionnement d'un appareil</p>	
Isolement	<p>Contrôler et mesurer l'isolement de chaque appareil et repérer une éventuelle dérive anormale</p> <p>Définir le seuil d'alarme de l'isolement</p> <p>Consigner ces mesures dans un cahier de suivi</p>	Les différentes méthodes de contrôle de l'isolement devront être présentées et faire l'objet d'un TP.

6.-Incidents de fonctionnement (3C + 6TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Défaut dû à un court-circuit	<p>Décrire les différentes protections contre les court-circuit</p> <p>Repérer et identifier un court-circuit</p> <p>Savoir remplacer un fusible</p> <p>Décrire les différents types de fusible</p> <p>Savoir régler et réarmer un disjoncteur</p>	
Défaut dû à une surcharge	<p>Énoncer les différentes protections contre les surcharges</p> <p>Repérer et identifier une surcharge</p> <p>Savoir régler et réarmer un disjoncteur</p> <p>Savoir régler et réarmer un relais thermique</p>	
Défaut d'isolement	<p>Décrire les dispositions à prendre en cas de défaut d'isolement.</p> <p>Repérer et identifier l'appareil en défaut.</p> <p>Mettre l'appareil hors service et remédier au défaut</p>	
Disjonction totale de l'installation (black-out)	<p>S'assurer du démarrage automatique du groupe de secours et de l'alimentation du tableau de secours.</p> <p>Éclairage de secours.</p> <p>Rechercher et identifier la cause de la disjonction.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problème mécanique • Problème électrique • Mauvaise manipulation <p>Éliminer la cause</p> <p>Procéder au redémarrage des groupes électrogènes.</p> <p>Remettre en service progressivement les différents équipements.</p> <p>Surveiller les paramètres</p>	Le TP pourra être réalisé sur simulateur.
Disjonction partielle de l'installation	<p>Identifier la cause : surcharge ou court-circuit</p> <p>Éliminer la cause</p> <p>Remettre en service</p> <p>Surveiller les paramètres</p>	

4.2. Maintenance des machines électriques tournantes (6 h cours ; 24 h TP)

1 – Maintenance préventive des machines électriques tournantes (6 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Machines tournantes électriques fonctionnant sur réseau alternatif (machines synchrones et asynchrones)	<p>Mesurer et enregistrer la résistance d'isolement.</p> <p>Mesurer les résistances des enroulements</p> <p>Procéder à un examen visuel de l'état de la machine :</p> <ul style="list-style-type: none"> • traces de corrosion • traces d'humidité • traces d'huile • état des connexions et vérification du serrage • état des isolants • état de la ventilation <p>Dépoussiérer et nettoyer la machine</p> <p>Suivre les préconisations du constructeur</p>	TP sur installation réelle.
Machines tournantes électriques fonctionnant sur réseau continu	<p>Mesurer et enregistrer la résistance d'isolement.</p> <p>Mesurer les résistances des enroulements</p> <p>Procéder à un examen visuel de l'état de la machine :</p> <ul style="list-style-type: none"> • traces de corrosion • traces d'humidité • traces d'huile • état des connexions et vérification du serrage • état des isolants • état de la ventilation • état du collecteur • état d'usure des balais <p>Dépoussiérer et nettoyer la machine</p> <p>Changer les balais si nécessaire</p> <p>Effectuer le calage des balais</p> <p>Suivre les préconisations du constructeur</p>	TP sur installation réelle.

2 – Maintenance prédictive des machines tournantes (6 h cours, 18 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Maintenance par analyse vibratoire	<p>Mettre en œuvre une politique de maintenance par analyse vibratoire, en complément des outils classiques de maintenance.</p> <p>Identifier les types de machines tournantes pour lesquelles une maintenance par analyse vibratoire est pertinente.</p> <p>Décrire l'architecture de la chaîne de mesure vibratoire, ainsi que les caractéristiques de ses composants.</p> <p>Mettre en œuvre du matériel de mesure et d'acquisition de données.</p> <p>Établir un état vibratoire de référence (EVR).</p> <p>Établir une périodicité de contrôle en fonction du MTBF de la machine à surveiller et des résultats du précédent contrôle rapportés à l'EVR. Prédire une durée de bon fonctionnement.</p> <p>Positionner judicieusement les points de mesure et leur direction en fonction des caractéristiques de la machine à surveiller. Coller correctement les embases de mesure.</p> <p>Décrire le relevé vibratoire à la pointe-touche et les limites de cette méthode.</p> <p>Utiliser un logiciel d'aide au diagnostic.</p>	<p>L'enseignement sera basé sur les prescriptions des normes ISO 13373-1 -2 et ISO 17359.</p> <p>TP sur maquette équilibrage et avec capteurs vibrations</p>
Analyse vibratoire en mesure globale	<p>Décrire les caractéristiques mesurées en mesure globale (facteur défaut, déplacement, vitesse quadratique, accélération BF, accélération HF) et ce à quoi elles correspondent physiquement.</p> <p>Réaliser un relevé vibratoire avec un analyseur en valeur globale.</p> <p>Diagnostiquer et localiser les défauts suivants : balourd, cavitation (pompes), délignage, défaut d'engrenage, défaut de palier, défaut de roulement.</p> <p>Utiliser les tables de diagnostic des normes ISO 2372 et ISO 10816.</p> <p>Diagnostiquer l'état d'un plot de suspension élastique, d'un amortisseur de vibration ou d'un accouplement élastique.</p>	<p>La norme ISO 10816 a recouvert la norme ISO 2372 plus ancienne.</p> <p>Les TP seront réalisés sur des maquettes d'ensembles « moteur électrique – pompe centrifuge » sur lesquels auront été placés intentionnellement les défauts à diagnostiquer.</p>

2 – Maintenance prédictive des machines tournantes (suite)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Analyse vibratoire en mesure spectrale	<p>Décrire les différentes techniques d'analyse spectrale : spectre FFT, enveloppe, SEE (Spectral Emitted Energy), mesure de la phase, détection haute fréquence (HFD).</p> <p>Réaliser un relevé vibratoire avec un analyseur en valeur spectrale.</p> <p>Identifier sur un spectre vibratoire : la fréquence fondamentale, les harmoniques, les bandes latérales, les fréquences caractéristiques, les bruits, etc.</p> <p>A partir des caractéristiques constructeur, calculer les fréquences caractéristiques suivantes d'un roulement à billes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • fréquence de bague intérieure, • fréquence de bague extérieure, • fréquence de bille, • fréquence de cage. <p>A partir des caractéristiques constructeur, calculer les fréquences :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'aubage d'une machine à rotor à aubes ou à pales ; • d'engrènement d'un engrenage ou d'un réducteur. <p>A partir des caractéristiques constructeur, calculer les fréquences caractéristiques suivantes d'un moteur électrique à courant alternatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> • fréquence d'encoche rotorique, • vibration de couple, • fréquence d'anneau statorique. <p>A partir des caractéristiques constructeur, calculer les fréquences caractéristiques suivantes d'un moteur électrique à courant continu :</p> <ul style="list-style-type: none"> • fréquence d'encoche rotorique, • fréquence de commutation. 	<p>On s'attachera à développer en particulier les compétences d'analyse de spectre FFT, d'enveloppe et de phase.</p>
Diagnostic de défauts	<p>Réaliser un jeu de relevés spectraux des vibrations d'une machine tournante.</p> <p>Diagnostiquer les défauts suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • défauts de roulement, • défaut de fixation (desserrage), • délignages, • déséquilibre statique (balourd), • déséquilibre de couple, • usure de pale ou d'aubage, • cavitation, • défaut d'engrenage, • défaut de palier, • etc. <p>Diagnostiquer les défauts électromagnétiques des moteurs asynchrones : défauts statiques et dynamiques de variation d'entrefer et de variation de courant.</p> <p>Réaliser un relevé de vibrations « Hautes-Fréquences » (HFD) en vue d'identifier un défaut de roulement.</p>	<p>Les TP seront réalisés sur des maquettes d'ensembles « moteur électrique – machine centrifuge ou hélicoïde » sur lesquels auront été placés intentionnellement les défauts à diagnostiquer.</p> <p>Un TP spécifique à la détection Haute-Fréquence devra être réalisé.</p>

4.3. La commande des moteurs de propulsion électrique (12 h cours ; 29 h TP)

1 – Électrotechnique et électronique avancées (6C)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
IGBT	Décrire le principe de fonctionnement d'un IGBT. Décrire l'architecture d'un convertisseur MLI à IGBT. Expliquer son fonctionnement.	
Circuits de commande	Expliquer le principe de la commande vectorielle. Décrire et expliquer une application pratique à partir d'une documentation constructeur.	
Pods	Décrire les différents types de montage de moteurs électriques de propulsion en nacelle. Décrire les spécificités de ce type de montage sur l'architecture, le fonctionnement et la maintenance des moteurs électriques de propulsion.	

2 – Systèmes de propulsion électrique (6C + 29TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Moteur à courant continu commandé par un convertisseur alternatif – continu à thyristors	Décrire l'architecture générale de la distribution électrique d'un navire équipé d'une propulsion électrique à moteur à courant continu commandé par un convertisseur alternatif – continu à thyristors. Donner les avantages, les contraintes, les limites, les particularités (du point de vue de l'exploitation et de la maintenance) et le champ d'emploi de ce type de propulsion. Décrire les types de courants harmoniques générés et les moyens correctifs éventuels à mettre en œuvre. Décrire l'architecture détaillée, y compris les circuits de commande, d'un moteur à courant continu commandé par un convertisseur alternatif – continu à thyristors. Expliquer son fonctionnement. Lire et interpréter les plans constructeurs (dont en particulier les diagrammes blocs fonctionnels).	On présentera la modélisation des contrôleurs et la description de leurs entrées – sorties, en rapport avec le fonctionnement de la propulsion (sécurité, limitations, etc.). TP sur plans constructeurs d'installations réelles. Selon possibilités, TP sur maquettes didactiques représentant fidèlement une installation réelle.
Moteur synchrone commandée par un cycloconvertisseur	Décrire l'architecture générale de la distribution électrique d'un navire équipé d'une propulsion électrique à cycloconvertisseur. Donner les avantages, les contraintes, les limites, les particularités (du point de vue de l'exploitation et de la maintenance) et le champ d'emploi de ce type de propulsion Décrire les types de courants harmoniques générés et les moyens correctifs éventuels à mettre en œuvre. Décrire l'architecture détaillée, d'un moteur synchrone commandée par un cycloconvertisseur. Expliquer son fonctionnement.	On évitera de s'attarder outre mesure sur ce système de moins en moins répandu.

2 – Systèmes de propulsion électrique (suite)

Contenu	Capacités attendues	Observations
<p>Moteur synchrone avec redresseur-onduleur autopiloté (synchroconvertisseur)</p>	<p>Décrire l'architecture générale de la distribution électrique d'un navire équipé d'une propulsion électrique à moteur synchrone autopiloté.</p> <p>Donner les avantages, les contraintes, les limites, les particularités (du point de vue de l'exploitation et de la maintenance) et le champ d'emploi de ce type de propulsion</p> <p>Décrire les types de courants harmoniques générés et les moyens correctifs éventuels à mettre en œuvre.</p> <p>Décrire l'architecture détaillée, y compris les circuits de commande, d'un moteur synchrone auto-piloté.</p> <p>Expliquer son fonctionnement.</p> <p>Lire et interpréter les plans constructeurs (dont en particulier les diagrammes blocs fonctionnels).</p>	<p>On présentera la modélisation des contrôleurs et la description de leurs entrées – sorties, en rapport avec le fonctionnement de la propulsion (sécurité, limitations, etc.).</p> <p>TP sur plans constructeurs d'installations réelles.</p> <p>Selon possibilités, TP sur maquettes didactiques représentant fidèlement une installation réelle.</p>
<p>Moteur asynchrone contrôlé par un convertisseur MLI à IGBT</p>	<p>Décrire l'architecture générale de la distribution électrique d'un navire équipé d'une propulsion électrique à moteur asynchrone contrôlé par un convertisseur MLI à IGBT.</p> <p>Donner les avantages, les contraintes, les limites, les particularités (du point de vue de l'exploitation et de la maintenance) et le champ d'emploi de ce type de propulsion</p> <p>Décrire les types de courants harmoniques générés et les moyens correctifs éventuels à mettre en œuvre.</p> <p>Décrire l'architecture détaillée, y compris les circuits de commande, d'un moteur asynchrone contrôlé par un convertisseur MLI à IGBT.</p> <p>Expliquer son fonctionnement.</p> <p>Lire et interpréter les plans constructeurs (dont en particulier les diagrammes blocs fonctionnels).</p>	<p>On présentera la modélisation des contrôleurs et la description de leurs entrées – sorties, en rapport avec le fonctionnement de la propulsion (sécurité, limitations, etc.).</p> <p>TP sur plans constructeurs d'installations réelles.</p> <p>Selon possibilités, TP sur maquettes didactiques représentant fidèlement une installation réelle.</p>
<p>Moteur synchrone contrôlé par un convertisseur MLI à IGBT</p>	<p>Décrire l'architecture générale de la distribution électrique d'un navire équipé d'une propulsion électrique à moteur synchrone contrôlé par un convertisseur MLI à IGBT.</p> <p>Donner les avantages, les contraintes, les limites, les particularités (du point de vue de l'exploitation et de la maintenance) et le champ d'emploi de ce type de propulsion</p> <p>Décrire les types de courants harmoniques générés et les moyens correctifs éventuels à mettre en œuvre.</p> <p>Décrire l'architecture détaillée, y compris les circuits de commande, d'un moteur synchrone contrôlé par un convertisseur MLI à IGBT.</p> <p>Expliquer son fonctionnement.</p> <p>Lire et interpréter les plans constructeurs (dont en particulier les diagrammes blocs fonctionnels).</p>	<p>On présentera la modélisation des contrôleurs et la description de leurs entrées – sorties, en rapport avec le fonctionnement de la propulsion (sécurité, limitations, etc.).</p> <p>TP sur plans constructeurs d'installations réelles.</p> <p>Selon possibilités, TP sur maquettes didactiques représentant fidèlement une installation réelle.</p>

4.4. La pollution électromagnétique à bord des navires (15 h cours, 21 h TP)

1 – Description générale de la pollution électromagnétique (3 h cours, 6 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Définitions	Définir les notions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Perturbation électromagnétique ; • Pollution électromagnétique ; • Compatibilité électromagnétique ; • Susceptibilité & immunité. 	On se référera à la norme « IEC 61000 – Electromagnetic compability (EMC), part 1 ».
Le modèle « source / couplage / victime »	Définir et expliquer ce que sont : <ul style="list-style-type: none"> • le couplage par rayonnement ; • le couplage par conduction. Décrire et donner la modélisation des types de couplage suivants : <ul style="list-style-type: none"> • par impédance commune ; • en champ proche (capacitif, inductif) ; • en champ lointain (champ électrique, champ magnétique, champ électromagnétique). Décrire, expliquer ce que sont, et donner la modélisation : <ul style="list-style-type: none"> • du couplage par propagation en mode commun ; • du couplage par propagation en mode différentiel. 	On se référera à la norme « IEC 61000 – Electromagnetic compability (EMC), part 1 et 2 ». On s'attachera à adapter la description des phénomènes aux particularités que présentent un navire : structure métallique commune (masse) et coque jouant le rôle de « terre ». Les TP devront permettre de mettre en évidence les phénomènes de couplage électromagnétique.
Les sources	Identifier et caractériser les sources de perturbation électromagnétiques, temporaires ou permanentes, que l'on peut trouver à bord des navires : radio-émetteurs, transitoires électriques, commutations à courants forts, commutations à courants faibles, court-circuits, effets inductifs et capacitifs, etc.	
Les victimes	Identifier les systèmes embarqués qui doivent être protégés des perturbations électromagnétiques : appareils radio, de sécurité, de navigation, réseaux électriques, systèmes de contrôle-commande, etc. Identifier les effets des perturbations électromagnétiques sur les victimes et expliquer leurs mécanismes : effets thermiques, altérations des circuits logiques, parasitage, etc.	

2 – La pollution électromagnétique rayonnée (6 h cours, 6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Sources des harmoniques	Énoncer les différentes sources de pollution électromagnétique rayonnée que l'on trouve à bord des navires.	
Victimes des harmoniques	Décrire les conséquences néfastes de la pollution électromagnétique rayonnée sur la sécurité du navire et sur le fonctionnement : <ul style="list-style-type: none"> • des systèmes de contrôle commande ; • des systèmes informatiques (y compris instruments de navigation) & téléphoniques. 	
La mesure des perturbations	Décrire comment sont réalisées les mesures de perturbation par les entreprises spécialisées. Interpréter les résultats obtenus.	On pourra se référer à la norme : IEC 60545 - Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – General requirements – Methods of testing and required test results.
L'obtention de la CEM à la conception	Décrire les mesures permettant d'obtenir la CEM à la conception : <ul style="list-style-type: none"> • diminution du niveau d'émission des sources ; • diminution de la vulnérabilité des victimes. 	On pourra se référer aux normes : <ul style="list-style-type: none"> • IEC 60533 – Electrical and electronic installations in ships - electromagnetic compability ; • IEC 60545 - Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – General requirements – Methods of testing and required test results ; • IEC/TR 62482 - Electrical installations in ships - Electromagnetic compatibility - Optimising of cable installations on ships - Testing method of routing distance.
La CEM en service	Décrire et mettre en œuvre les mesures permettant d'obtenir ou d'améliorer la CEM sur une installation en service : <ul style="list-style-type: none"> • le blindage ; • la suppression du mode commun ; • le filtrage fréquentiel ; • le filtrage temporel ; • l'écrêtage ; • la porte de bruit. Identifier sur une installation embarquée, un fonctionnement dégradé dû à une perturbation électromagnétique. Y remédier.	On pourra s'inspirer des passages pertinents de la norme « IEC 61000 – Electromagnetic compability (EMC), part 5 ». <p>Les mises en situation devront comprendre la définition, la mise en place et le contrôle d'efficacité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'un filtre anti-harmoniques ; • d'un blindage ; • d'une suppression du mode commun. Les maquettes de TP devront permettre de mettre les étudiants en situation professionnelle sur des scénarii réalistes (par exemple intégration d'un nouveau matériel en environnement électromagnétique pollué).

3 – La pollution électromagnétique conduite (6 h cours, 9 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Sources des harmoniques	<p>Décrire le mécanisme de production des courants harmoniques.</p> <p>Décrire les caractéristiques des courants harmoniques (ordres, intensité, intensité relative, etc.).</p> <p>Énoncer les différentes sources de production des courants harmoniques à bord (alimentation à courant continu, redressement commandé, onduleur, commande des moteurs, cycloconvertisseurs, charges non linéaires, etc.).</p>	
Victimes des harmoniques	<p>Décrire et expliquer les conséquences des courants harmoniques (distorsion de tension, influence sur l'impédance et le facteur de puissance, pertes joules, etc.).</p> <p>Décrire les conséquences néfastes des courants harmoniques sur le fonctionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des générateurs, des transformateurs, des moteurs électriques, et des commandes de vitesse des moteurs ; • des éclairages, et des batteries ; • des systèmes informatiques, téléphoniques et des équipements audios et vidéos ; • des disjoncteurs, des fusibles et des relais ; • etc. 	
La mesure des perturbations	<p>Mettre en œuvre un dispositif de mesure des perturbations conduites.</p> <p>Relever un spectre harmonique.</p> <p>Calculer les taux de distorsion harmonique (THD).</p> <p>Interpréter les résultats obtenus.</p>	<p>On privilégiera la mise en œuvre de capteurs de courant passifs. L'étudiant devra être capable de sélectionner un capteur adapté à la mesure.</p> <p>Les spectres harmoniques issus de sources typiques de pollution (alimentation à courant continu, commande des moteurs, cycloconvertisseurs, etc.).</p>
La lutte contre les harmoniques	<p>Définir les limites acceptables de pollution harmonique.</p> <p>Décrire et mettre en œuvre les mesures permettant de réduire les courants harmoniques sur une installation en service.</p> <p>Identifier sur une installation embarquée, un fonctionnement dégradé dû à une perturbation électromagnétique. Y remédier.</p>	<p>On pourra s'inspirer des passages pertinents de la norme « IEC 61000 – Electromagnetic compability (EMC), part 5 ».</p> <p>Les mises en situation devront comprendre la définition, la mise en place et le contrôle d'efficacité d'un filtre anti-harmoniques.</p> <p>Les maquettes de TP devraient permettre de mettre les étudiants en situation professionnelle sur des scénarii réalistes.</p>

Unité U.5 – Maintenance des systèmes de régulation et de contrôle-commande

Cette unité d'enseignement vise à donner une vue d'ensemble de la Régulation. Il vise également à développer des méthodes d'analyse dynamique des procédés industriels en vue de la mise en œuvre des boucles de régulation. Il vise enfin à développer l'utilisation de critères déterministes pour le réglage des boucles. Les différents concepts abordés devront s'appuyer sur les travaux pratiques et ne pas être enseignés sous un aspect dogmatique.

Ce programme ne fait appel qu'à des notions simples de mathématiques, principalement :

- équations différentielles linéaires à coefficients constants ;
- nombres complexes et calcul imaginaire ;
- transformée de Laplace et calcul opérationnel.

Cet enseignement doit être conduit en parfaite collaboration avec les autres enseignements.

Enfin cet enseignement doit familiariser l'élève à :

- la réalisation de documents complets, constituant l'étude technique d'un processus industriel complexe ;
- la mise en œuvre des documents d'exécution et d'exploitation concernant l'installation, la mise en service et la conduite d'un système complet de contrôle-commande.

Les normes de l'IEC et de l'ISO, ou leur transposition en normes NF, les parties pertinentes des règlements des sociétés de classification et les notices techniques des appareils seront présentées préférentiellement en langue anglaise.

Les sujets des épreuves de CCF pourront être rédigés en langue anglaise.

Remarque :

En l'absence de normalisation, les notations citées (τ , K , x , y , ω_0 , λ , ...) représentent un formalisme conseillé pour une situation d'évaluation.

5.1. - Régulation et automatisme appliqués

5.1.1. Introduction à la commande (24 h cours ; 33 h TP)

1. Systèmes commandés en chaîne ouverte		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Analyse fonctionnelle d'un dispositif industriel	<p>Analyser une installation à partir d'une représentation</p> <p>Définir les grandeurs fonctionnelles d'un procédé en vue d'une analyse</p> <p>Définir la notion de système élémentaire en régulation</p> <p>Décomposer une installation industrielle en sous-éléments constituant des systèmes élémentaires tout en gardant à l'esprit les contraintes globales du système en matière de sécurité</p>	<p>A partir d'un exemple précis (four, chaudière...) poser la problématique de la régulation</p> <p>Un système élémentaire se définit comme un ensemble établissant une relation entre une grandeur mesurée et une grandeur réglante</p> <p>TP sur maquette régulation de niveau.</p>
Schémas de représentation	<p>Définir et utiliser les représentations normalisées (IEC) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan de circulation des fluides • Plans (ou Schémas) TI • Schémas fonctionnels 	<p>A partir de l'exemple étudié précédemment, établir les diverses représentations, en insistant sur les utilisations de chaque représentation (corps de métier...)</p>
Caractéristiques statiques et dynamiques d'un système	<p>Définir la notion de caractéristiques statiques</p> <p>Relever le réseau de caractéristiques d'un système élémentaire</p> <p>Définir la notion de caractéristiques dynamiques</p> <p>Relever la réponse temporelle d'un système à une sollicitation</p>	<p>Utiliser un relevé expérimental effectué en TP, sur un système naturellement stable (température, débit, pression)</p> <p>On se limite essentiellement à la réponse temporelle à un échelon ou une rampe du signal de commande - TP 1er ordre</p>
Linéarité, non linéarité d'un système	<p>Déterminer si un système est globalement linéaire ou non</p> <p>Énoncer qu'un système peut être considéré comme localement linéaire</p> <p>Définir la notion de gain statique</p> <p>Calculer un gain statique</p>	<p>Poser la problématique à partir d'une expérience</p> <p>Se limiter aux équations différentielles linéaires, valables pour de petites variations autour d'un point de fonctionnement</p>
Équations différentielles applicables	<p>Définir et utiliser des modèles de représentation</p> <p>Définir l'ordre et la classe d'un système</p> <p>Distinguer les systèmes naturellement stables et les systèmes intégrateurs</p> <p>Mettre en évidence le régime forcé et le régime libre</p>	<p>Poser la problématique à partir d'une expérience</p> <p>Se limiter aux équations différentielles linéaires, valables pour de petites variations autour d'un point de fonctionnement</p>

1. Systèmes commandés en chaîne ouverte		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Systèmes modélisés par une équation différentielle du premier ordre	Déterminer la réponse indicielle et la réponse à une rampe Déterminer la constante de temps τ , le gain statique K et le temps de réponse à 5% Énoncer les nombreux dispositifs industriels qui peuvent se modéliser sous la forme d'un premier ordre	On s'appuiera sur les acquis du système R-C On utilisera la forme normalisée : $\tau dy/dt + y = K \cdot x$ Bien évidemment on peut employer les symboles $e(t)$ et $s(t)$ Évoquer les vannes, certains systèmes thermiques...
Systèmes modélisés par une équation différentielle du second ordre	Déterminer la réponse indicielle Déterminer, en fonction du coefficient d'amortissement λ le premier dépassement D1% . Énoncer qu'une boucle de régulation en chaîne fermée peut souvent se modéliser sous la forme d'un second ordre.	On s'appuiera sur les acquis du système R-L-C On utilisera la forme normalisée : $1/\omega_0^2 \cdot d^2 y/dt^2 + 2 \lambda/\omega_0 \cdot dy/dt + y = K \cdot x$ Mettre en évidence cette propriété sur une boucle proche du «pompage».
Systèmes modélisés sous les formes de Strejc et Broïda	Énoncer qu'il existe deux autres modèles en régulation, pour des systèmes naturellement stables à réponse indicielle apériodique, Déterminer la réponse indicielle de ces deux modèles de représentation	Ces systèmes seront définis par leur fonction de transfert Évoquer les systèmes thermiques et les durées de transfert d'énergie TP sur maquette régulation de niveau.
Systèmes intégrateurs	Énoncer que si un système n'est pas naturellement stable, il est intégrateur Énoncer les trois modèles possibles Définir le gain dynamique k Déterminer les réponses indicielles de ces trois modèles Énoncer les dispositifs industriels pouvant se modéliser sous la forme d'un système intégrateur	Poser la problématique expérimentalement sur une maquette de régulation de niveau liquide Le gain dynamique k (en s^{-1} ou min^{-1}) sera défini comme l'inverse de la constante de temps d'intégration du système. Ces systèmes seront définis par leur fonction de transfert
Fonctions de transfert isochrone	Écrire les fonctions de transferts en notation complexe des modèles abordés précédemment Tracer les diagrammes de représentation de ces modèles	On ne fera pas une étude exhaustive des divers diagrammes, qui seront essentiellement abordés lors de l'étude de la stabilité. (lien avec le cours de physique appliquée)
Fonctions de transfert isomorphe	Écrire les fonctions de transferts en notation de Laplace des modèles abordés précédemment Déterminer les réponses temporelles à diverses sollicitations	Faire le lien avec le cours de Mathématiques On se limitera aux réponses temporelles à un échelon ou une rampe
Commande en chaîne ouverte : influence des perturbations	Définir le point de fonctionnement, pour un générateur manuel de commande Définir l'écart statique Interpréter l'influence des perturbations sur cet écart	Le générateur peut être un régulateur ou non – TP sur maquette régulation de niveau Le réseau de caractéristiques est supposé connu Le signal de commande sera noté Y_R

2. Systèmes commandés en chaîne fermée		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Structure de principe d'une boucle de commande	Mettre en évidence la nécessité d'établir la commande à partir de l'écart de la mesure par rapport à la consigne.	La consigne sera notée W, la mesure M ou X. TP câblage sur maquette régulation de niveau.
Études statiques et dynamiques des systèmes bouclés	<p>Définir le sens d'action d'un régulateur Choisir le sens d'action d'un régulateur</p> <p>action proportionnelle Définir l'amplification A ou la bande proportionnelle X_p Déterminer le lien entre ces grandeurs et l'écart statique Déterminer le lien éventuel entre ces grandeurs et le comportement dynamique Interpréter le rôle d'un talon ajustable</p> <p>action intégrale Énoncer la nécessité d'une action intégrale pour obtenir un écart statique nul Définir le temps d'action intégral T_i Déterminer le lien entre cette grandeur et les performances de la boucle</p> <p>action dérivée Énoncer le rôle de cette action pour certains systèmes Définir le temps d'action dérivée T_d Déterminer le lien entre cette grandeur et les performances temporelles</p> <p>boucle de régulation Établir les fonctions de transfert en chaîne fermée : - liant la mesure à la consigne - liant la mesure à une perturbation Établir les relations entre les différentes grandeurs</p>	<p>A partir de la caractéristique $Y_R=f(M)$ du régulateur. Le réseau de caractéristiques du système est supposé connu. Le sens d'action sera lié à sa représentation sur un schéma fonctionnel TP câblage sur maquette régulation de niveau. Établir la relation $X_p= 100 / A$</p> <p>Définir le coefficient d'action intégrale K_i égal à $1 / T_i$ ou A / T_i selon la structure. TP câblage sur maquette régulation de niveau. Évoquer la dérivée sur écart ou sur mesure. Définir le coefficient d'action dérivée K_d égal à T_d ou $A \cdot T_d$ selon la structure. TP réponses indicielles PID en BO.</p> <p>Les fonctions de transfert seront notées : $C(p)$ pour le correcteur , $H(p)$ pour le système, $F(p)$ et $F_z(p)$ en chaîne fermée, $T(p) = C(p) \cdot H(p)$ en chaîne ouverte.</p>
Exemples simples de boucles de régulation	<p>Déterminer le comportement d'une boucle de régulation après passage en automatique. Relever l'évolution de la mesure à un changement de consigne et à une évolution d'une perturbation. Dégager l'influence des paramètres de réglages et d'éventuelles saturations : saturation de la grandeur réglante, saturation de l'action intégrale...</p>	<p>On utilise des logiciels de simulation et de petites maquettes didactiques. L'élève réalise les câblages de l'appareillage de mesure et de régulation. TP câblage sur maquette régulation de niveau.</p>

2. Systèmes commandés en chaîne fermée (suite)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Régulateurs industriels : formes P, PI, PID ; structures série, mixte, parallèle	<p>Définir les trois structures de régulateurs PID.</p> <p>Énoncer que, sur un régulateur industriel, l'action dérivée possède un terme de filtrage. Énoncer son influence sur les performances.</p> <p>Configurer totalement un régulateur industriel.</p> <p>Mettre en œuvre ce régulateur sur un procédé réel à caractère industriel.</p> <p>Déterminer un réglage optimal, en fonction de divers critères, notamment au niveau de la prévention des risques professionnels.</p>	<p>Les structures mixte et parallèle sont à privilégier.</p> <p>Connaître le rôle du gain transitoire.</p> <p>On précise les problèmes de commutation : consigne interne, externe, suiveuse, basculement Auto – Manu, mode «forçage».</p>
Applications à l'appareillage de régulation	<p>Énoncer que certains actionneurs sont eux-mêmes des systèmes bouclés.</p>	<p>Faire le lien avec le cours d'Instrumentation.</p> <p>Réglage d'un positionneur de vanne.</p> <p>TP sur vanne à positionneur.</p>

5.1.2. Identification des processus (12 h TP)

1. Analyse temporelle en chaîne ouverte		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Identification des systèmes du premier et du second ordre	Réaliser un enregistrement de la réponse indicielle d'une boucle. Déterminer la constante de temps τ , le gain statique K et le temps de réponse à 5 % pour un premier ordre. Déterminer le premier dépassement D1% et la pseudopériode pour le second ordre. Déduire le coefficient d'amortissement λ et ω_0	Procéder à un essai sur maquette industrielle (TP Feedback – 3e ordre). L'identification peut être conduite à partir d'un enregistrement fourni à l'élève. Utiliser la réponse indicielle d'une boucle de régulation sous amortie.
Identification des systèmes naturellement stables : modèles de Strejc et Broïda	Réaliser un enregistrement de la réponse indicielle d'une boucle. Prendre en compte les contraintes de sécurité (alarmes...) Déterminer le temps mort naturel du système. Déterminer la constante de temps τ , le gain statique K et le temps mort d'identification T pour un modèle de Broïda. Déterminer la constante de temps τ , le gain statique K et l'ordre n pour un modèle de Strejc.	Procéder à un essai sur maquette industrielle (TP Feedback – 3e ordre). L'identification peut être conduite à partir d'un enregistrement fourni à l'élève. Pour le modèle de Broïda, distinguer la méthode de Broïda et celle de Ziegler et Nichols. Utiliser les nomogrammes industriels.
Identification des systèmes intégrateurs	Réaliser un enregistrement de la réponse indicielle d'une boucle. Prendre en compte les contraintes de sécurité. Déterminer le temps mort naturel du système. Déterminer le gain dynamique k. Déterminer la constante de temps τ pour un modèle de Broïda. Déterminer la constante de temps τ et l'ordre n pour un modèle de Strejc.	Procéder à un essai sur maquette industrielle (TP sur maquette régulation de niveau). L'identification peut être conduite à partir d'un enregistrement fourni à l'élève. Utiliser les nomogrammes industriels.

2. Analyse temporelle en chaîne fermée		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Principe de la méthode	Énoncer les difficultés de la réalisation des essais en boucle ouverte (régulateur en Manuel), en particulier pour les systèmes intégrateurs. Énoncer la méthode de l'échelon de consigne en chaîne fermée. Déterminer le modèle de Strejc.	On place le régulateur en mode proportionnel, avec éventuellement un talon pour se placer au point de fonctionnement désiré (TP Feedback – 3e ordre).
Cas particulier des systèmes intégrateurs	Déterminer le modèle de Strejc intégrateur, à partir de la réponse à un échelon de consigne d'amplitude limitée.	Utiliser un enregistrement expérimental (TP Feedback – 3e ordre).

5.1.3. Précision et stabilité d'une boucle (3 h cours ; 9 h TP)

1. Précision et stabilité d'une boucle		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Précision d'un système bouclé	Définir précision statique et précision dynamique. Déterminer l'évolution $\varepsilon(t)$ de l'écart de la mesure par rapport à la consigne consécutive à un changement de consigne et à une évolution d'une perturbation.	On envisagera divers cas pour $T(p)$. TP sur maquette régulation de niveau (TP Feedback – 3e ordre).
Dilemme stabilité-précision	Montrer que la précision statique nécessite une action intégrale, qui déstabilise la boucle. Énoncer que la précision dynamique est obtenue au détriment de l'amortissement du régime transitoire	On évoquera , sur un schéma fonctionnel, l'importance de la place de l'intégration par rapport à la perturbation, pour obtenir une précision statique parfaite.
Erreurs stationnaires d'ordre n pour des systèmes de classe 0, 1, 2	Énoncer les principaux résultats théoriques Déduire le type de correcteur en fonction du système et des performances recherchées.	
Analyse harmonique en chaîne ouverte. Définition, lieux de Nyquist, de Black, de Bode	Tracer les diagrammes de la fonction de transfert $T(j\omega) = C(j\omega) \cdot H(j\omega)$ en chaîne ouverte pour les associations : <ul style="list-style-type: none"> $C(j\omega)$ = correcteurs PID ; $H(j\omega)$ = fonctions de transfert complexe des modèles abordés précédemment. 	Le diagramme de Nyquist ne sera qu'évoqué à titre historique. Le diagramme de Bode est surtout utilisé en électronique. On privilégiera le diagramme de Black. TP (2e ordre) circuit RLC.
Critère simplifié du revers	Énoncer le lien entre le lieu de $T(j\omega)$ dans un diagramme et la position du point critique.	Évoquer les diagrammes de Nyquist et de Black. TP (2e ordre) circuit RLC.
Passage de la chaîne ouverte à la chaîne fermée. Abaques	Énoncer le lien entre la fonction de transfert $F(j\omega)$ en chaîne fermée et la fonction de transfert $T(j\omega)$ en chaîne ouverte. Prédéterminer les performances en chaîne fermée à partir de $T(j\omega)$	Utiliser les courbes isomodule et isophase de Nichols sur un diagramme de Black. TP (2e ordre) circuit RLC.
Marges de stabilité. Influence sur les performances en chaîne fermée	Définir les marges de gain et de phase. Déterminer ces marges sur un diagramme. Énoncer les liens entre les marges de stabilité et les performances en chaîne fermée, en liaison avec la notion de robustesse.	Les autres marges sont explicitement hors programme. On utilisera la similitude entre les réponses indicielles d'un second ordre sous amorti et celle de la chaîne fermée.

5.1.4. Régulation en temps discret (6 h cours ; 6 h TP)

1. Régulation en temps discret		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Systèmes discrets Discrétisation par échantillonnage	Énoncer la structure d'un système discret. Évoquer le rôle d'un bloqueur. Déterminer la représentation temporelle d'un signal discret.	On évitera un exposé dogmatique.
Transformée en "z" Équations aux différences	Définir la transformée de Laplace d'un signal discret. Étudier une boucle de régulation en temps discret. Discrétiser une fonction de transfert « analogique ». Déterminer une équation récurrente à partir d'une fonction de transfert en "z". Implémenter une équation récurrente. Énoncer que les blocs « analogiques » disponibles dans un SNCC le sont sous forme d'une équation récurrente exacte ou approchée.	Le but principal de cet enseignement est de favoriser l'adaptabilité d'un élève aux problèmes suivants : <ul style="list-style-type: none"> • choix d'une période de scrutation • adaptation d'un réglage si T_e est important • réalisation d'un bloc par son équation récurrente On pourra utiliser un langage de programmation, un API ou un SNCC. TP équations récurrence sous EXCEL.
Influence de la période d'échantillonnage	Énoncer l'influence de T_e sur la stabilité d'une boucle en temps discret. Spécifier les plages où l'on peut ignorer l'échantillonnage, par rapport à la dynamique du procédé.	Se limiter au régulateur PI. TP régulation de vitesse moteur à courant continu par API en MLI.
Forme discrète d'un régulateur PID	Déterminer l'équation récurrente à partir de sa fonction de transfert en "z", obtenue par discrétisation de la fonction de transfert « analogique ».	TP équations récurrence sous EXCEL.

5.1.5. Logique combinatoire (6 h cours ; 12 h TP)

1. Logique combinatoire		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Initiation à la commande des systèmes automatisés	Définir un système automatisé. Déterminer si un procédé (ou une partie de procédé) relève d'un traitement logique. Définir la place d'un automatisme dans l'ensemble d'un système.	On évoquera la nature de la transmission des informations.
Logique combinatoire	Citer les fonctions logiques de base Établir leur table de vérité. Simplifier une équation logique. Élaborer un logigramme à partir d'un cahier des charges. Analyser le fonctionnement d'un logigramme et le tester. Modifier un logigramme en vue d'une amélioration.	ET, OU, NON. Le OU exclusif n'est pas un opérateur de base, mais doit être connu. En respect des normes IEC 617-12. On pourra utiliser le tableau de Karnaugh. On étudiera la commande électrique à contacts, l'utilisation de blocs fonctionnels ; l'utilisation d'un A.P.I. ou d'un logiciel de simulation, et on pourra utiliser des circuits électroniques.
Logique séquentielle	Faire la différence entre un niveau logique et un front. Établir des chronogrammes. Analyser un automatisme par chronogramme. Élaborer un logigramme à partir d'un cahier des charges. Analyser le fonctionnement d'un logigramme et le tester.	On se limitera aux bascules RS et SR asynchrones et des opérateurs à retard (temporisateurs et monostables). Souligner l'influence sur la sécurité d'un process.
Numération et codification	Citer les principaux codes utilisés. Transcoder et utiliser des codeurs et des décodeurs.	On se limitera au binaire naturel, au binaire réfléchi (code Gray), au BCD, à l'hexadécimal et à l'ASCII. On s'intéressera à la représentation des entiers, des nombres signés et des nombres décimaux. On se limitera aux transcodages décimal/binaire (naturel, réfléchi ou BCD) et binaire naturel/ hexadécimal.
Opérations numériques	Réaliser des opérations logiques sur mot. Réaliser des opérations arithmétiques. Utiliser des compteurs et des décompteurs. Utiliser des variables indexées pour gérer une table.	On se limitera à une étude fonctionnelle des opérations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • masquage (ET, OU, et OU exclusif bit à bit), décalage, rotation • addition, soustraction • comptage et décomptage avec préposition et à l'utilisation sur un A.P.I. On n'utilisera pas la technologie électronique qui est inadaptée et donc on ne réalisera pas de compteur synchrone. Gestion de recettes, de procédés batch.

5.1.6. Outils & méthodes (6 h cours ; 18 h TP)

1. Outils & méthodes		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Grafcet	Connaître les principes de base. Définir les structures de base. Élaborer un GRAFCET à partir d'un cahier des charges précis. Appliquer les normes en vigueur. Assurer la coordination entre plusieurs graphes. Hiérarchiser un ensemble de GRAFCET.	Étapes, transitions, règles d'évolution... Sélection de séquence, séquences simultanées, sous-séquences, forçage. La norme « IEC 60848 : GRAFCET specification language for sequential function charts » devra être respectée. TP API Schneider pour débiter puis supervision .
G.E.M.M.A.	Remplir une grille G.E.M.M.A. pour décrire les modes de marche et d'arrêt d'une installation. Passer d'une grille G.E.M.M.A. aux graphes décrivant les divers modes et à celui assurant la coordination.	
Organigrammes & procédures	Définir un organigramme pour traiter les données. Utiliser les notions de sous-programme : fonction et procédure.	

5.2. - Instrumentation et maintenance des chaînes de mesure. (21 h cours ; 48 h TP)

L'objectif global d'un procédé est caractérisé au moyen d'une ou plusieurs grandeurs mesurables dont la maîtrise permet d'atteindre cet objectif. Industriellement, les grandeurs physiques incidentes ou à maîtriser sont essentiellement des pressions, des niveaux, des débits et des températures. Quelle que soit la nature de la grandeur physique à mesurer, on doit proposer à l'étudiant la plus large diversité des principes et des techniques de mesure. Confronté aux problèmes de mesure, le technicien doit être capable de proposer des solutions sûres, tenant compte des contraintes définies par le cahier des charges et dans le respect des règles de sécurité.

1. Mesures physiques (12 h cours, 15 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Métrologie Généralités sur la mesure	Faire le bilan des grandeurs physiques utilisées industriellement. Faire le lien entre les unités du système S I, et celles employées industriellement à partir d'un tableau de conversion.	TP câblage régulation de niveau réglage des transmetteurs et actionneurs.
Métrologie et Qualité	Initier aux problèmes de certification Qualité, dans le domaine de la métrologie. Expliquer l'organisation d'une chaîne d'étalonnage. Montrer l'importance des étalons primaires et secondaires. Analyser les différentes erreurs possibles : * systématiques * accidentelles Présenter un exemple de mesure, et analyser les incertitudes qui l'entachent.	Citer les normes ISO 9000 - 9001 – 9002. TP étalonnage d'un capteur et d'une chaîne de mesure. Un TP sur le traitement statistique des mesures en tenant compte du niveau de confiance
Chaîne de mesurage : Caractéristiques	A partir d'un appareil, et de sa notice technique : <ul style="list-style-type: none"> • Définir son étendue de mesure. • Définir sa sensibilité. • Rechercher sa classe de précision. • Définir les causes caractérisant cette précision : Expliquer : <ul style="list-style-type: none"> • le décalage du zéro • la linéarité, l'hystérésis • la finesse • les grandeurs d'influence Analyser la réponse statique d'un appareil. Choisir un appareil en fonction du cahier des charges.	Ex. Etude d'un manomètre : <ul style="list-style-type: none"> • définir son étendue de mesure • définir sa sensibilité • régler le zéro et l'échelle • tracer sa courbe d'étalonnage (en utilisant un manomètre étalon) • tirer toutes conclusions sur sa précision, son utilisation. TP manomètre étalon

1. Mesures physiques (suite)

Contenu	Capacités attendues	Observations
<p>Capteur, transmetteur</p> <p>Fonction, Constitution</p>	<p>Donner le rôle du capteur primaire, du transmetteur.</p> <p>Localiser le transmetteur dans la boucle de régulation.</p> <p>Préciser son rôle.</p> <p>Décrire les fonctions associées au capteur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indicateur local • Indicateur à distance • Transmetteur <p>Appliquer la symbolisation.</p>	<p>A partir d'un schéma de principe, on utilisera le schéma fonctionnel afin de décomposer les différentes fonctions des appareils ou des éléments d'appareils.</p>
<p>Réglages, Montage, Installation & Mise en service,</p>	<p>Préciser la nature du signal dans la boucle de régulation.</p> <p>Régler un transmetteur (Zéro, Échelle).</p> <p>Configurer un transmetteur "intelligent".</p> <p>Déterminer et optimiser l'implantation du transmetteur sur le procédé.</p> <p>Utiliser les normes de montage du capteur-transmetteur.</p> <p>Appliquer une procédure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de montage, de mise en service, et de démontage d'isolation, • de réglage. <p>Établir une fiche de configuration et de suivi.</p>	<p>Un TP sur le réglage.</p> <p>Un TP sur la configuration.</p> <p>TP câblage sur maquette régulation de niveau.</p> <p>Utiliser des exemples : un excellent capteur mal installé donne une image médiocre de la mesure. On parlera de l'influence du transmetteur sur la sécurité du procédé.</p>
<p>Capteur, transmetteur et environnement</p>	<p>Analyser l'environnement des appareils de mesure.</p> <p>Déduire les conséquences possibles en atmosphères particulières.</p> <p>Énoncer les normes de sécurité relatives aux appareils. (SI, ADF...).</p>	<p>Problème des ambiances particulières.</p> <p>(Zones à risque d'explosion).</p> <p>Les principes, étudiés en physique appliquée, ne seront pas abordés, on se bornera à préciser les différentes classifications et les domaines d'utilisation des appareils.</p>

1. Mesures physiques (suite)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Grandeurs physiques	<p>Identifier les grandeurs physiques à maîtriser dans un procédé industriel simple.</p> <p>Rechercher, dans un procédé, les grandeurs incidentes, c'est à dire susceptibles de modifier les grandeurs à maîtriser</p>	Proposer des exemples de procédés élémentaires.
Mesures physiques	<p>La surveillance et la conduite des procédés exigent de s'intéresser essentiellement à quatre types de mesures : les pressions, les niveaux, les températures, les débits.</p> <p>Pour chaque type de mesure, exiger les capacités communes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déterminer et expliquer le principe physique du capteur à mettre en œuvre. • Déterminer les caractéristiques de construction du capteur (nature des matériaux, résistance chimique, résistance mécanique, limites d'utilisation...). • Déterminer les caractéristiques d'étalonnage de l'ensemble capteur-transmetteur (étendue de mesure, décalage du zéro, sensibilité, linéarité...). • Définir le type de capteur à utiliser afin d'assurer la sécurité des personnes et des biens. • Choisir le capteur-transmetteur en fonction du cahier des charges. • Établir les schémas de montage et de câblage du capteur. • Établir la procédure de mise en service, d'arrêt et de vérification du capteur. 	<p>TP câblage sur maquette régulation de niveau</p> <p>A partir d'une installation réelle du capteur ou d'un schéma d'installation.</p> <p>Utilisation des documents techniques et de schémas d'installation.</p> <p>Utilisation des notices techniques des constructeurs portant sur les technologies récentes.</p> <p>Mettre l'accent sur les conditions de fonctionnement des appareils (environnement déflagrant par exemple). On mettra en évidence que le montage du capteur a une influence sur la sécurité du process.</p> <p>Utilisation de documents techniques et de schémas d'installation, au mieux, sur des procédés à échelle réduite (maquette).</p>

2. Mesures des pressions (6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
<p>Mesure des pressions par déformation de solides</p> <p>Différents types d'éléments de mesure</p> <p>Conversion électrique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • résistive • capacitive • inductive • piezo-électrique 	<p>Dresser une liste ordonnée des principaux types de capteurs de pression (à membrane, à soufflet, à tube de Bourdon...).</p>	<p>Mettre l'accent sur le choix des matériaux du capteur en contact avec le fluide.</p> <p>TP choix de matériel capteurs puis essais sur maquette régulation de niveau</p>
<p>Transmetteurs de pression :</p> <ul style="list-style-type: none"> • pression relative • pression absolue • pression différentielle 	<p>Régler un transmetteur de pression en fonction d'une échelle imposée.</p> <p>Tracer la courbe caractéristique d'un capteur-transmetteur de pression.</p> <p>Justifier le rôle et l'emploi des dispositifs auxiliaires (vannes d'isolement, de purge...).</p>	<p>La notice technique de l'appareil est fournie.</p> <p>La mise en évidence de l'hystérésis n'est pas une exigence.</p> <p>Emploi de documents techniques et de schémas d'installations réelles.</p>

3. Mesures des niveaux (6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
<p>Définition</p> <ul style="list-style-type: none"> * d'un niveau * d'un niveau d'interface 	<p>Définir la notion de niveau.</p> <p>Décrire l'importance de la mesure de niveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> • image de la quantité de matière, • image de la position de la surface libre d'un liquide (ou de l'interface de deux liquides non miscibles). 	<p>Application aux liquides.</p> <p>Souligner l'importance de cette mesure sur le plan de la sécurité (débordement, rupture de canalisations...).</p>
<p>Mesure de niveau par repérage de la position de la surface libre ou d'interface</p> <p>Différents types d'éléments de mesure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • flotteur • plongeur • sonde capacitive • ultrasons ou micro-ondes 	<p>Déterminer les limites haute et basse du niveau.</p> <p>Dresser une liste ordonnée des principaux types de capteurs de niveau par repérage de la surface libre ou de séparation de deux liquides non miscibles.</p>	<p>Mettre l'accent sur le choix des matériaux des capteurs en contact avec le fluide.</p> <p>Envisager les cas de mesure de niveau sur des réservoirs à la pression atmosphérique ou sous pression.</p> <p>TP sur maquette régulation de niveau, réglage des transmetteurs et actionneurs.</p>
<p>Mesure de niveau par mesure de la pression hydrostatique</p> <p>Différents types d'éléments de mesure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • par insufflation • par membrane arasante • par capteur de pression différentielle 	<p>Dresser une liste ordonnée des principaux types de capteur de niveau par mesure de la pression hydrostatique.</p> <p>Décrire la mesure de niveau par capteur de pression différentielle sur une cuve sous pression.</p> <p>Régler un transmetteur de niveau en fonction d'une échelle imposée.</p> <p>Tracer la courbe caractéristique d'un capteur-transmetteur de niveau.</p>	<p>Mettre l'accent sur le choix des matériaux des capteurs en contact avec le fluide.</p> <p>Envisager le cas courant de mesure de niveau sur un coffre de chaudière (eau en ébullition, TP si possible sur installation réelle, ou sur maquette fidèle) .</p> <p>Sensibiliser l'élève au problème de la mise en service de ce type de mesure.</p> <p>La notice technique de l'appareil est fournie.</p> <p>Le protocole expérimental n'est pas fourni.</p>

4. Mesures des températures (3 h cours, 6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
<p>Thermomètres à dilatation de solides, de liquides ou de gaz.</p> <p>Thermomètre à tension de vapeur saturante</p>	<p>Appliquer les lois de la thermodynamique et les lois régissant les transferts thermiques à ces différents types de thermomètre.</p>	<p>Insister sur les plages d'utilisation des différents types de thermomètres à dilatation.</p>
<p>Sondes à résistances</p>	<p>Relever la caractéristique d'une sonde résistive : $R = f(\theta)$.</p> <p>Décrire les différents montages associés à l'utilisation des sondes à résistances (montage deux fils, trois fils, quatre fils).</p> <p>Câbler une sonde à résistance Pt100, 2 fils ou 3 fils sur un transmetteur.</p>	<p>La connaissance de la relation $R = R_0(1+a.\theta)$ est exigée.</p> <p>Présenter d'abord la sonde de type Pt100, la plus courante, mais également les autres.</p> <p>Montrer l'importance des variations des résistances de lignes sur la mesure de la température par sonde à résistance.</p> <p>Insister sur les limites d'emploi des sondes à résistances.</p> <p>Évoquer le temps de réponse propre à une sonde à résistance.</p> <p>Insister sur le choix du point d'implantation de la sonde à résistance.</p>
<p>Couples thermo-électriques</p>	<p>Dresser une liste ordonnée des principaux types de couples thermo-électriques.</p> <p>Relever dans une table de thermocouple la force électromotrice correspondant à une température donnée.</p> <p>Déterminer la f.e.m. dans le cas où la soudure froide n'est pas à 0°C.</p> <p>Établir le schéma de câblage d'un thermocouple sur un transmetteur.</p> <p>Câbler et vérifier le fonctionnement d'un thermocouple.</p> <p>Décrire le rôle de la compensation de soudure froide dans un dispositif industriel permettant sa prise en compte ou non.</p>	<p>Les lois physiques qui régissent les couples thermo-électriques seront étudiées succinctement.</p> <p>Pour différents types de thermocouples, soudure froide à 0°C.</p> <p>La force électromotrice dépend des matériaux utilisés et des températures des soudures.</p> <p>A l'aide d'une table.</p> <p>Évoquer l'utilisation possible de câble de compensation entre le thermocouple et le transmetteur.</p> <p>Utilisation de convertisseurs "universels" recommandée.</p> <p>TP compensation soudure froide</p>
<p>Transmetteur de température</p>	<p>Énoncer que le transmetteur a pour rôle de transformer la grandeur physique f.e.m. en grandeur électrique standard et de la linéariser.</p>	<p>Évoquer l'utilisation de régulateur à entrée directe (bas niveau).</p>
<p>Pyromètre optique</p>	<p>Énoncer le principe de la lunette à radiation.</p>	

5. Mesures des débits (6 h cours; 6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Par mesure de la pression différentielle d'un liquide aux bornes d'un organe déprimogène : <ul style="list-style-type: none"> • diaphragme • venturi • tuyère 	Expliquer la mesure de débit par organe déprimogène. Indiquer et justifier sur ces schémas les prises de pression amont et aval. Calculer le diamètre d'un organe déprimogène sur un débit de liquide.	TP débitmètre déprimogène fiche du K Affichage d'un débit à partir du ΔP en supervision A partir de normes. A l'aide de logiciels de calcul.
Par mesure de la pression différentielle d'un gaz aux bornes d'un organe déprimogène : <ul style="list-style-type: none"> • diaphragme • venturi • tuyère 	Calculer à l'aide d'un logiciel dédié le diamètre d'un organe déprimogène sur un débit de gaz avec prise en compte des conditions d'écoulement (pression et température). Justifier le rôle et l'emploi des dispositifs auxiliaires (vannes d'isolement, d'équilibrage (by-pass), de purge).	Selon les conditions d'écoulement du fluide et selon la nature du fluide (liquide, gaz sec, gaz humide, vapeur condensable) étudier le montage et la position du transmetteur par rapport à la conduite. Utilisation de documents techniques et de schémas d'installations réelles.
Par mesure de la pression dynamique : <ul style="list-style-type: none"> • sonde de Pitot • débitmètre à ludion 	Dresser une liste ordonnée des différents types de capteurs de débit basés sur la mesure de la pression dynamique. Justifier le rôle et l'emploi des capteurs de débit basés sur la mesure de la pression dynamique. Mettre en œuvre une mesure de débit corrigée et vérifier son fonctionnement.	Insister sur l'intérêt que présente le débitmètre à ludion (rotamètre) pour les mesures locales de débit et dans les chaînes d'échantillonnage associées aux analyseurs. Insister sur les limites d'emploi de ces types de débitmètres (sur les fluides chargés notamment).
Par mesure d'une force électromotrice d'induction	Appliquer la loi de Lenz au débitmètre électromagnétique. Citer les conditions d'emploi et les limites d'utilisation du débitmètre électromagnétique.	A partir des documents techniques d'un débitmètre électromagnétique. On pourra rapprocher le principe physique de ce capteur à celui du loch électromagnétique.
Par : <ul style="list-style-type: none"> • mesure de la vitesse de propagation d'ondes ultrasonores • par turbine • par effet Vortex • par effet Coriolis • par effet Doppler • par effet thermique 	- Citer les conditions d'emploi et les limites d'utilisation de ces débitmètres.	Les notices techniques des appareils sont fournies.
Caractéristique	Relever la caractéristique d'un débitmètre.	

6. Les analyseurs industriels (9 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Structure et fonctionnement	Pour chaque type d'appareil étudié : <ul style="list-style-type: none"> • citer le principe physique ou chimique utilisé ; • rechercher les éléments principaux et la structure de l'appareil ; • expliquer son fonctionnement ; • préciser son domaine d'application ; • établir les contraintes d'utilisation ; • réaliser l'étalonnage. 	Les notices techniques pourront servir de supports à l'étude.
Analyseurs d'oxygène : <ul style="list-style-type: none"> • Principe paramagnétique ; • Principe physico-chimique. 	Mettre en œuvre un analyseur.	Un TP sur la mesure du taux d'oxygène sera réalisé avec un appareil utilisant l'un des deux principes étudiés : <ul style="list-style-type: none"> • étalonnage, • mise en évidence des facteurs d'influence... Les contraintes liées à l'environnement et à la prévention des risques seront systématiquement rappelées. On précisera notamment l'importance de tels dispositifs lors de travaux en atmosphère confinée ou dans des zones inertées. TP analyseur de gaz en centrale énergétique
Analyseurs de fumées et de composition des gaz d'échappements		TP analyseur de gaz en centrale énergétique
Opacimètre		TP sur opacimètre en centrale énergétique avec : <ul style="list-style-type: none"> • réglage partie optique, • étalonnage, • mise en évidence des facteurs d'influence... On profitera de ce type de manipulation pour familiariser l'élève aux règles de sécurité spécifiques.
Hygromètres : <ul style="list-style-type: none"> • à condensation de surface ; • à électrolyte ; • à adsorption ; • à variation d'impédance. 		A traiter sous forme de TP sur banc de climatisation.

5.3 - Exploitation et maintenance des chaînes de régulation (18 h cours, 30 h TP)

1. Les organes de réglage (18 h cours, 12 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Généralités	<p>Expliquer le rôle d'une vanne automatique dans une boucle de régulation.</p> <p>Décrire les différentes parties d'une vanne de réglage.</p> <p>Préciser leurs fonctions.</p> <p>Représenter le schéma fonctionnel d'une vanne de réglage.</p> <p>Rechercher les contraintes auxquelles doit faire face la vanne de réglage.</p>	
Étude du corps de vanne	<p>A partir des lois de la dynamique des fluides :</p> <ul style="list-style-type: none"> • expliquer l'influence des variations des différents paramètres sur l'évolution du débit ; • préciser le profil de l'évolution de la pression statique dans la conduite et dans la vanne ; • mettre en évidence la perte de charge due à la vanne ; • expliquer les phénomènes de cavitation et de bruits, et leurs conséquences ; • proposer quelques solutions pour y remédier. <p>Décrire les principaux types de corps de vanne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • avantages et inconvénients, • domaines d'application et limites d'utilisation. <p>Représenter schématiquement les différents types de corps de vanne.</p> <p>Démonter, analyser et remonter un corps de vanne.</p> <p>Citer et représenter les principaux types de raccordement d'un corps de vanne sur la conduite.</p> <p>Définir les principales caractéristiques statiques intrinsèques d'une vanne.</p> <p>Déterminer les paramètres caractéristiques d'une vanne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • coefficient de débit "Cv" ; • coefficient de récupération de pression "Cf"; • diamètre nominal "DN"; • pression nominale "PN"; • sens d'action, plage de réglage. <p>Vérifier le Cv, la plage de réglage et tracer la caractéristique installée d'une vanne.</p>	<p>On s'intéressera en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • à la nature, la température et la pression du fluide ; • au milieu environnant. <p>Pour un liquide.</p>

1. Les organes de réglage (suite)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Le servomoteur associé au corps de vanne	<p>Expliquer le rôle du servomoteur.</p> <p>Citer les principales contraintes imposées.</p> <p>Représenter les schémas de principe des différents types de servomoteur et donner leurs domaines d'utilisation.</p> <p>Associer servomoteur/corps de vanne.</p> <p>Adapter et inverser le sens d'un servomoteur sur une vanne.</p> <p>Déterminer la position de repli d'une vanne :</p> <ul style="list-style-type: none"> par rapport à une défaillance de l'énergie motrice, par rapport à une défaillance du signal de commande. <p>Régler et étalonner l'ensemble vanne et servomoteur.</p> <p>Tracer et interpréter les caractéristiques statiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> déplacement = f(commande) débit = f(commande). 	<p>L'étude pourra porter sur les servomoteurs pneumatiques, les moteurs à courant continu et les moteurs pas à pas.</p> <p>On s'aidera pendant le TP de la notice du constructeur.</p> <p>On introduira les abréviations NO (Normalement Ouverte) et NF (Normalement Fermée) par rapport au signal de commande et FMA (Fermée par Manque d'Air) et OMA (Ouverte par Manque d'Air) par rapport à l'énergie motrice.</p> <p>TP réglage vanne pneumatique, électrique MLI.</p>
Le positionneur	<p>Expliquer les fonctions, principales et secondaires, d'un positionneur.</p> <p>Expliquer le fonctionnement d'un positionneur à partir d'un dessin technique et d'un appareil.</p> <p>Etablir le schéma fonctionnel de l'ensemble vanne-positionneur.</p> <p>Effectuer le montage du positionneur sur la vanne.</p> <p>Régler et étalonner l'ensemble vanne - positionneur :</p> <ul style="list-style-type: none"> réglage simple, réglage en partage d'échelle. <p>Déterminer les caractéristiques statiques de l'ensemble (vanne - positionneur).</p> <p>Etablir une fiche d'étalonnage.</p> <p>Déterminer la position de repli d'une vanne équipée d'un positionneur.</p>	<p>TP : On utilisera au minimum 2 positionneurs de technologies différentes. Ex :</p> <ul style="list-style-type: none"> positionneur électropneumatique positionneur "intelligent"... <p>On utilisera la documentation constructeur.</p> <p>TP sur vanne à positionneur</p> <p>On montrera l'intérêt que peut présenter un montage de vannes en parallèle et travaillant en échelle partagée (Split range).</p> <p>On pourra rappeler l'utilisation possible de modules de calculs, régulateurs "chaud/froid", etc.</p>
Choix entre pompe commandée par variateur et vanne de réglage	<p>Comparer coûts et performances des deux dispositifs.</p> <p>Définir les critères de choix.</p>	

2. Réglages (18 TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Étude de l'association d'un système, avec ou sans intégration, avec les différents types de régulateur : P, PI, PD, PID	Câbler une boucle de régulation. Configurer un régulateur industriel. Procéder à des essais sur la boucle. Mettre en œuvre cette boucle, dans les conditions d'exploitation.	La maquette utilisée est à câbler. la configuration peut se faire au moyen de la face avant ou par l'intermédiaire d'un PC et d'un logiciel adéquat, dispositif qui permet par ailleurs des enregistrements plus aisés. TP câblage sur maquette régulation de niveau.
Évolution des grandeurs réglée et réglante	Enregistrer expérimentalement l'évolution de ces grandeurs.	Utiliser un micro-ordinateur et un logiciel adéquat pour enregistrer toutes les grandeurs. Nécessite une interface analogique numérique pour micro-ordinateur.
Influence des différentes actions dans les domaines temporel et fréquentiel	Interpréter les courbes obtenues. Déterminer le lien entre le lieu de $T(j\omega)$ dans un diagramme et les performances temporelles de la boucle.	Utiliser des enregistrements expérimentaux TP (2e ordre) circuit RLC.
Applications à des cas réels simples : régulation de pression, débit, niveau, température	Mettre en œuvre des boucles de régulation, dans les conditions d'exploitation d'une installation industrielle.	Utiliser des maquettes industrielles (maquette pré-cablées). L'étude en TP sera synchronisée avec les connaissances acquises en Instrumentation. TP Feedback (3ème Ordre) en BF avec PID.
Réglage de stabilité. Méthodes de Broïda, de Ziegler et Nichols	Montrer la possibilité de déterminer un réglage PID à partir des marges de stabilité, dans une représentation quelconque (Bode...). Déterminer un réglage PID à partir de tables de réglage.	Évoquer le coefficient de réglabilité T/τ pour un modèle de Broïda.
Notion de fonction de coût et de régulation optimale	Énoncer qu'il est possible de déterminer un réglage à partir d'un objectif qualitatif donné, en citant quelques critères.	Évoquer les critères ITAE... Insister sur les critères amortissement ou premier dépassement.
Notion de modèle de référence. Application à la détermination d'un correcteur spécifique	Énoncer qu'on peut définir un réglage qualitatif en se donnant la fonction de transfert désirée en chaîne fermée $F(p)$. Déterminer un correcteur, à partir d'un modèle de référence.	Savoir retrouver le correcteur PI pour un premier ordre et le correcteur PID pour un modèle de Broïda avec un temps mort T faible.
Correcteur spécifique d'un système à grand temps mort	Déterminer un correcteur de Smith pour un modèle de Broïda avec un temps mort important. Mettre en œuvre cette stratégie sur un SNCC. Mettre en évidence la robustesse de ce correcteur.	On pourra utiliser un logiciel de simulation. On abordera les diverses formes équivalentes. TP modèle de SMITH sur SCILAB.

5.4 - Exploitation et maintenance des systèmes automatisés à base d'automates programmables industriels (24 h cours ; 48 h TP)

1. Technologie (6 h cours + 24 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Capteurs : électrique, pneumatique	Identifier ces éléments sur un schéma et dans un système. Associer une entrée logique ou analogique ou numérique à un capteur.	Capteurs axés régulation étudiés en Instrumentation (niveau, débit...). L'automatisme reçoit du capteur un signal normalisé. L'étude des transmetteurs est faite en Instrumentation.
Préactionneurs	Identifier ces éléments sur un schéma et dans un système. Associer une sortie logique ou analogique ou numérique à un préactionneur.	On se limitera à la fonction réalisée. Les pré-actionneurs hydrauliques ne sont pas au programme. L'automatisme fournit un signal au préactionneur.
Automates Programmables Industriels (API)	Définir la structure matérielle d'un A.P.I. Recenser les objets (bits et mots) disponibles et les opérations possibles. Déterminer la structure du programme. Programmer un A.P.I. en langage à contacts. (LD) Programmer un GRAFCET sur A.P.I. possédant une implémentation du GRAFCET. Transcrire un GRAFCET dans un A.P.I. ne disposant pas d'une implémentation du GRAFCET. Programmer un organigramme sur A.P.I. Utiliser un module PID sur un A.P.I.	On n'entrera pas dans le détail du fonctionnement de l'U.C. Choisir les modules et l'architecture. Ne pas oublier de programmer des GRAFCET de sécurité et de commande. On tendra à utiliser des automates possédant le langage SFC en respect de la norme « IEC 61131-3 : Programmable controllers - Part 3: Programming languages ». TP API pour débiter puis supervision

2. Communication dans un environnement industriel (6 h cours, 12 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Liaisons	Relier deux appareils par une liaison point à point ou multipoints en utilisant les normes en vigueur et tester cette liaison.	On pourra se référer à la norme : IEC 60092-376 : Electrical installations in ships – Part 376 : Cables for control and instrumentation circuits 150/250 V (300 V). Liaisons RS 232, RS 422/485, contrôle de parité. On ne fera aucune mesure électrique. TP Logiciel DIALOG ou équivalent.
Réseaux locaux	Identifier une topologie physique. Identifier une méthode d'accès. Connaître les différents supports. Traduire les termes techniques d'une documentation réseau. Analyser un protocole d'échange et la structure d'une trame. Relier des appareils à l'aide d'un réseau industriel et en tester le fonctionnement.	Bus, étoile, anneau. Maître-esclave, jeton, contention (collisions). Paire torsadée, câble coaxial, fibre optique. Connaissance du modèle OSI (Couches 1, 2, 3, 7). Le rôle de la clé de contrôle (CRC ou autre) devra être connu sans que l'on en exige le calcul. Se limiter à deux ou trois appareils et à un réseau simple (par exemple : MODBUS, PROFIBUS...) TP supervision de la régulation de niveau.

3. Fonctions pour la sûreté des systèmes (12 h cours, 12 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Sécurité	<p>Décrire les principales règles de sécurité fonctionnelle et leur mise en œuvre pratique.</p> <p>Réaliser une séquence d'une alarme sur une installation.</p> <p>Organiser ou modifier une installation afin d'assurer les auto-contrôles et les redondances nécessaires à la sécurité pour la partie opérative et la partie commande d'un automatisme.</p> <p>Modifier un cahier des charges afin que les procédures d'arrêt et de démarrage assurent la sécurité.</p>	<p>On se référera aux parties pertinentes des normes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEC 61508 : Functional safety of electrical / electronic / programmable electronic safety-related systems ; • IEC 61511 : Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector. <p>Choix de capteurs et d'actionneurs.</p> <p>Choix d'automates (y compris de sécurité).</p> <p>Choix de relais de sécurité.</p> <p>Caractéristiques d'un câblage de sécurité (FMA-OMA, NF-NO....)</p>
Maintien de la production	<p>Élaborer des procédures de recherche de dysfonctionnement.</p> <p>Organiser une redondance des éléments d'une boucle.</p>	<p>Notion de discordance : différence entre un état attendu et état réel.</p> <p>A.P.I., capteurs, actionneurs.</p>
Supervision	<p>Mettre en œuvre des liens dynamiques entre un synoptique et un A.P.I.</p>	<p>On utilisera un logiciel superviseur pour A.P.I. pour réaliser un synoptique animé d'une séquence d'automatisme comportant des alarmes et une signalisation de défauts.</p> <p>TP supervision de la régulation de niveau par</p>

5.5 - Exploitation et maintenance des systèmes numériques de contrôle-commande (SNCC)

(8 h cours, 28 h TP)

1. Les systèmes numériques de contrôle-commande (6 h cours, 18 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Organisation générale	Énoncer la structure matérielle d'un SNCC. Définir la structure logicielle, l'organisation et les fonctionnalités d'un superviseur industriel.	Utiliser un dispositif industriel. Étude d'un dispositif de supervision de centrale énergétique.
Interfaces avec le site et avec l'opérateur	Déterminer les modules nécessaires pour relier un SNCC à un procédé. Paramétrer ces modules. Définir la structure logicielle permettant le dialogue Homme/Machine, et souligner l'importance de ce facteur dans la sécurité des systèmes. Mettre en œuvre des liens dynamiques entre un synoptique et un SNCC.	Bien faire la distinction entre le logiciel de configuration et le logiciel de supervision nécessaire à la conduite. Utiliser un logiciel superviseur industriel, intégré ou non. Travailler éventuellement en réseau. TP supervision de la régulation de niveau par .
Mise en œuvre : configuration conduite	Implanter une stratégie de régulation par chaînage d'opérateurs. Régler et mettre au point l'ensemble. Étudier les dispositifs de sécurité. Démarrer et conduire l'installation.	Mettre en œuvre des réalisations industrielles. TP supervision de la régulation de niveau par . Utiliser un logiciel superviseur, éventuellement intégré au logiciel de configuration.
Notion sur le moniteur temps réel	Énoncer le principe d'un système d'exploitation multi-tâches	
Notion de langage évolué : programmation	Mettre en œuvre un langage de programmation, pour la réalisation de séquences de fabrication discontinue (langage batch).	

2. Études de systèmes complexes (2 h cours ; 10 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Régulation en chaîne fermée	<p>Énoncer les limites d'emploi des boucles de régulation en chaîne fermée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • difficulté de réglage en fonction du coefficient T/τ pour un modèle de Broïda ; • robustesse insuffisante pour les systèmes fortement perturbés. 	<p>On ne fera pas, en travaux pratiques, l'étude de l'intégralité des diverses stratégies évoquées. On se limitera à deux ou trois, en privilégiant les réalisations sur SNCC.</p> <p>TP supervision .</p>
« Régulation » en chaîne ouverte (régulation de tendance)	<p>Énoncer les conditions d'emploi d'une régulation en chaîne ouverte.</p> <p>Énoncer les limites d'une telle stratégie.</p> <p>Mettre en œuvre industriellement une telle stratégie.</p>	<p>On exploitera au mieux les possibilités d'enregistrement du logiciel superviseur utilisé pour la mise en œuvre du SNCC.</p> <p>TP supervision .</p>
Régulation cascade	<p>Énoncer les conditions d'emploi d'une régulation cascade.</p> <p>Distinguer les deux types de régulation cascade.</p> <p>Mettre en œuvre industriellement une telle stratégie.</p>	<p>Cascade sur grandeur réglante et cascade sur grandeur intermédiaire. Insister sur la mise en œuvre industrielle et les problèmes de conduite.</p> <p>TP supervision .</p>
Régulation de rapport (ou de proportion)	<p>Énoncer les conditions d'emploi d'une régulation de rapport.</p> <p>Distinguer les diverses réalisations.</p> <p>Mettre en œuvre industriellement une telle stratégie.</p>	<p>Utiliser un SNCC.</p> <p>TP supervision ou TP sur simulateur de machines marines (chaîne combustion chaudière).</p>
Régulation à deux grandeurs réglantes (split range)	<p>Énoncer les conditions d'emploi d'une régulation à échelle partagée.</p> <p>Distinguer les diverses réalisations.</p> <p>Mettre en œuvre industriellement une telle stratégie.</p>	<p>Évoquer le fait que le partage d'échelle peut être réalisé par un module interne au régulateur, celui-ci ayant deux sorties.</p> <p>TP supervision .</p>

5.6. Systèmes navals automatisés (12 h cours ; 12 h TP)

1. Systèmes navals automatisés		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Le pilote automatique	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement des différents types de pilote automatique.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités des différents types de pilote automatique.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'une installation de pilote automatique, et de chacun de ses blocs fonctionnels.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé.</p>	<p>Utilisation de documentations techniques constructeur.</p> <p>Selon possibilités TP sur maquette didactique spécifique.</p> <p>Selon fonctionnalités, TP sur simulateur de machines marines.</p>
La régulation des systèmes de climatisation des navires à passagers	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement des différentes régulations de systèmes de climatisation.</p> <p>Décrire l'architecture d'un système de régulation de navire à passagers.</p> <p>Expliquer leurs différentes fonctionnalités.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'une régulation de systèmes de climatisation, et de chacun de ses blocs fonctionnels.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé.</p> <p>Optimiser les réglages et le fonctionnement d'une installation régulée complexe.</p>	<p>Utilisation de documentations techniques constructeur.</p> <p>Selon possibilités TP sur maquette didactique spécifique.</p> <p>Selon fonctionnalités, TP sur simulateur de machines marines.</p>
Les systèmes de régulation des moteurs Diesel à gestion électronique	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement des différents systèmes de régulation de moteurs Diesel à gestion électronique.</p> <p>Décrire l'architecture d'un système de régulation de moteur Diesel 2T à gestion électronique.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités et modes de fonctionnement.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'une régulation de moteur Diesel à gestion électronique, et de chacun de ses blocs fonctionnels.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé.</p>	<p>Utilisation de documentations techniques constructeur.</p> <p>Selon possibilités TP sur maquette didactique spécifique.</p> <p>Selon fonctionnalités, TP sur simulateur de machines marines.</p>
Les systèmes de régulation des installations de production de vapeur et de récupération d'énergie.	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement des installations de production de vapeur et de récupération d'énergie</p> <p>Expliquer leurs modes de fonctionnement.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement des systèmes régulés d'une installations de production de vapeur et de récupération d'énergie.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé.</p>	<p>TP sur simulateur de machines marines</p>

Unité U.6 – Maintenance des systèmes électroniques navals

Le but de cet unité d'enseignement est que les étudiants puissent développer des compétences de techniciens – experts dans les systèmes électroniques navals.

Les normes pertinentes de l'International Electrotechnical Commission (IEC) et de l'International Standard Organisation (ISO), ou leur transposition en normes NF, devront être systématiquement présentées. Les parties pertinentes des règlements des sociétés de classification et de l'arrêté du 23 novembre 1987, modifié, relatif à la sécurité des navires, pourront également être présentés. Pour ce dernier, on se limitera néanmoins à la division n°221 du règlement annexé.

L'enseignement et l'utilisation des normes NF C 15-100 ou UTEC 18-510, ou encore des dispositions réglementaires du code du travail relatives aux matériels électroniques et aux interventions sur ces matériels, est contre-indiquée, car ne s'appliquant pas aux navires.

Les normes de l'IEC et de l'ISO, ou leur transposition en normes NF, les parties pertinentes des règlements des sociétés de classification et les notices techniques des appareils seront présentées préférentiellement en langue anglaise.

Les sujets des épreuves de CCF pourront être rédigés en langue anglaise.

6.1 - Électronique appliquée et traitement du signal.

6.1.1 – Notions fondamentales d'électronique (18 h cours ; 36 h TP)

1. Composants électroniques et fonctions élémentaires (3C + 9TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Diodes, diodes Zener, transistors bipolaires, thyristors.	Décrire les caractéristiques électriques des composants électroniques de base	Relevés de ces caractéristiques à faire impérativement en TP.
Utilisation en commutation, en saturation, en amplification	Décrire les montages de base associés à ces composants : <ul style="list-style-type: none">• amplificateur à transistor,• commande en TOR,• redressement mono-alternance (rappel).	Mise en œuvre en TP des montages de base.
Filtrage. Lissage. Alimentation stabilisée.	Décrire le filtrage d'une tension par condensateur. Décrire le lissage d'un courant par inductance. Mise en œuvre dans le cas d'une alimentation stabilisée et/ou régulée.	TP filtre RC.

2. Fonctions logiques et numériques. (3 h cours et 6 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Circuits intégrés logiques	Décrire et reconnaître les grandes familles de circuits intégrés logiques ainsi que leurs caractéristiques (Tension d'alimentation, entrance, sortance, seuil de basculement, tension d'entrée et de sortie, limites en fréquence...)	Analyse descriptive simple.
Portes NOR, NAND	Caractéristiques logiques des portes NOR et NAND. Universalité des portes logiques.	
Bascules astable, monostable, bistable	Connaître les caractéristiques des montages astable, monostable et bistable. Savoir calculer la fréquence de sortie d'un montage astable. Savoir calculer la temporisation en sortie d'un montage monostable. Décrire un montage de trigger de Schmitt. Énoncer ses principales applications.	L'étude des montages astable, monostable et bistable se limitera aux montages à AOP et à portes logiques. TP trigger de Schmitt.

3. Circuits électroniques (12 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Fabrication & réparation de circuits électroniques simples	A partir d'un cahier des charges détaillé, concevoir, fabriquer et tester des circuits électroniques simples. Fabriquer un circuit imprimé manuellement. Fabriquer un circuit imprimé à l'aide d'un graveur piloté. Identifier un composant défaillant sur une carte électronique. Remplacer des composants défaillants identifiés sur une carte électronique. Tester le bon fonctionnement de la carte réparée.	On pourra demander typiquement aux étudiants de fabriquer une petite alimentation stabilisée.

4. Électronique de puissance (12 C + 12 TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Composants & protections	Décrire et reconnaître les différents composants de l'électronique de puissance (diode, thyristor, thyristor GTO, triac, transistor bipolaire, transistor MOSFET, transistor IGBT). Comparer les caractéristiques et limites de fonctionnement de chaque composant.	L'étude des composants se limitera à une approche descriptive et comparative simplifiée.
Redresseurs	Montages redresseurs monophasés et triphasés (commandés et non commandés) : <ul style="list-style-type: none"> - tracer les chronogrammes de sortie (tension et courant) en fonction des tensions d'entrée. - calculer une valeur moyenne en sortie sur les montages basiques de type P1 et PD2. - calculer un taux d'ondulation en sortie. Décrire le circuit de commande d'un montage commandé. Identifier un composant en avarie et procéder à son remplacement.	TP sur maquette didactique. L'étude des redresseurs se limitera aux redresseurs de base suivants : <ul style="list-style-type: none"> - P1 - PD2 - PD3 - P1 commandé - PD2 commandé - PD3 commandé
Hacheurs	Montages Hacheurs de base (Hacheur série dévolteur et Hacheur 4 quadrants réversible en courant et en tension) : <ul style="list-style-type: none"> - savoir tracer les chronogrammes de sortie (tension et courant). - savoir calculer une valeur moyenne de sortie. Identifier un composant en avarie et procéder à son remplacement.	TP sur maquette didactique. Le Hacheur sera étudié sur charge résistive, inductive et machine à courant continu.
Gradateur	Montage Gradateur : <ul style="list-style-type: none"> - savoir tracer les chronogrammes de sortie (tension et courant). - savoir calculer la valeur efficace de la tension de sortie. 	L'étude sera limité à un gradateur monophasé.
Onduleurs	Onduleurs en demi-pont et pont complet : <ul style="list-style-type: none"> - savoir tracer les chronogrammes de sortie (tension et courant). - savoir interpréter la Décomposition en Série de Fourier des commandes : <ul style="list-style-type: none"> - Pleine onde - Onde décalée - M.L.I. Identifier un composant en avarie et procéder à son remplacement.	TP sur onduleur monophasé puis si possible sur triphasé. Les Décompositions en Série de Fourier des différentes commandes ne seront pas à calculer.

4. Électronique de puissance (suite)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Cycloconvertisseurs	Cycloconvertisseurs triphasés : <ul style="list-style-type: none">– donner l'allure du chronogramme de la tension de sortie en commande Pleine onde.– donner l'allure du chronogramme de la tension de sortie en commande par découpage de phases.	L'étude se limitera à une approche descriptive simplifiée. Aucun calcul ne sera demandé.
Convertisseurs statiques de fréquences	Décrire des montages Redresseurs/Onduleurs associés aux machines synchrones et asynchrones. Énoncer les applications à la propulsion diesel/électrique.	L'étude se limitera à une approche descriptive simplifiée.

6.1.2 – Le signal et son traitement (33 h cours ; 39 h TP)

1. Signaux (9C, 3TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Les différents types de signaux	Définir un signal analogique, échantillonné (discret en temps), quantifié (discret en valeur), numérique.	
Caractéristiques et représentations temporelles du signal sinusoïdal	Caractériser un signal sinusoïdal par son amplitude, sa pulsation, sa fréquence et sa phase à l'origine. Définir la valeur efficace.	Rappel.
Caractéristiques et représentations temporelles des signaux périodiques	Énoncer qu'un signal périodique peut-être décomposé comme la somme d'une composante continue et d'une composante alternative. Calculer la valeur moyenne et la valeur efficace dans le cas de signaux de formes simples. Mesurer une valeur moyenne, une valeur efficace, un rapport cyclique, un taux de distorsion harmonique.	TP mesures de signaux.
Caractéristiques et représentations fréquentielles des signaux périodiques	Énoncer qu'un signal périodique de fréquence f peut-être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquence multiple de f . Représenter et exploiter un spectre d'amplitude pour identifier la valeur moyenne, le fondamental et les harmoniques. Exprimer la répartition de la puissance dans le domaine fréquentiel. Énoncer que le spectre d'un signal non périodique est continu.	
Puissance	Identifier les deux grandeurs intervenant dans le calcul de la puissance. Définir, mesurer la puissance instantanée, la puissance moyenne transportée par un signal. Calculer la puissance active dans le cas de signaux périodiques, connaissant leur contenu spectral Définir, utiliser et mesurer des grandeurs exprimées en dB, dBV, dBm, dBu.	

2. Modélisation des systèmes linéaires (3C ; 9TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
<p>Modèles de connaissance</p> <p>Systèmes linéaires : impédances complexes et transmittance isochrone</p>	<p>À partir des lois de la physique (mécanique, thermique, électrique), établir l'équation différentielle d'un système linéaire et en déduire sa transmittance isochrone.</p> <p>Tracer et exploiter le diagramme de Bode d'un système linéaire.</p> <p>Définir, déterminer et mesurer le coefficient de qualité d'un système résonant.</p> <p>Circuits électriques linéaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> • définir l'impédance et l'admittance complexe d'un dipôle passif. • appliquer les lois des circuits linéaires en régime sinusoïdal. • utiliser les modèles équivalents de Thévenin ou de Norton. • calculer la transmittance isochrone d'un quadripôle linéaire. <p>Utiliser les analogies électriques-thermiques-mécaniques.</p>	<p>TP circuits RLC en dipôle et en quadripôle.</p>
<p>Modèles de comportement</p>	<p>Exploiter la réponse indicielle d'un système linéaire pour identifier ses paramètres caractéristiques : amplification statique, temps de réponse à 5%, pseudo période, coefficient d'amortissement, bande passante, ordre du système.</p> <p>Exploiter la réponse fréquentielle d'un système linéaire pour identifier ses paramètres caractéristiques (amplification, facteur de qualité, ordre).</p>	<p>TP quadripôle RLC.</p>

3. Traitement du signal (9C ; 15TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Amplification	<p>Définir l'amplification de tension, de courant et de puissance, le gain, la bande passante, les impédances d'entrée et de sortie d'un amplificateur linéaire.</p> <p>Décrire la structure interne d'un amplificateur opérationnel (AOP).</p> <p>Décrire des montages types d'amplificateurs.</p> <p>Mesurer les principales caractéristiques d'un amplificateur.</p> <p>Gain. Décibel. Réponse en fréquence.</p> <p>Impédance d'entrée, de sortie</p>	<p>TP avec AOP :</p> <ul style="list-style-type: none"> • source de tension commandée, • suiveur, • sommateur, • inverseur, • intégrateur, • comparateur, • trigger de Schmitt.
Filtrage analogique	<p>Définir la fonction et les gabarits des filtres idéaux.</p> <p>Choisir un type de filtre en fonction d'un traitement fréquentiel donné.</p> <p>Identifier un type de filtre analogique à partir de sa structure.</p> <p>Établir la transmittance isochrone d'un filtre à partir de son schéma structurel : filtres passifs et filtres actifs.</p> <p>Calculer et mesurer ses principales caractéristiques : fréquence de coupure à -3dB, fréquence centrale, bande passante.</p> <p>Tracer et exploiter un diagramme de Bode pour identifier les propriétés d'un filtre.</p> <p>Utiliser les fonctions d'approximation : Butterworth, Tchebychev à l'aide d'un logiciel de simulation.</p>	
Bruits, rapport signal sur bruit	<p>Identifier à l'aide de la densité spectrale de puissance les différents types de bruit.</p> <p>Calculer un rapport signal sur bruit.</p>	
Production de signaux	<p>Définir la fonction.</p> <p>Déterminer la condition d'entretien des oscillations pour un oscillateur sinusoïdal.</p> <p>Calculer et mesurer la fréquence des oscillations d'un oscillateur.</p> <p>Décrire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un générateur de signaux carrés ou rectangulaires, • un générateur d'impulsion. 	

4. La chaîne de traitement numérique du signal (12C, 12TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Schéma fonctionnel	Identifier les éléments constitutifs d'une chaîne de traitement numérique du signal.	
Caractéristiques et représentations fréquentielles des signaux périodiques échantillonnés	Représenter et exploiter un spectre d'amplitude et différencier ce qui relève du signal analogique d'origine de ce qui relève de l'échantillonnage.	
Échantillonnage, condition de Shannon, filtre anti-repliement	Appliquer la condition de Shannon pour un signal à spectre limité. Justifier le rôle du filtre anti-repliement et déterminer sa fréquence de coupure.	Théorème présenté préalablement en mathématiques
L'échantillonneur bloqueur	Définir et justifier le rôle d'un échantillonneur bloqueur.	
Conversion analogique-numérique	Définir la fonction d'un convertisseur analogique-numérique (C.A.N). Définir un signal quantifié, l'erreur de quantification et le rapport signal sur bruit de quantification. Déterminer le nombre en sortie d'un CAN pour une tension donnée. Utiliser une documentation technique pour déterminer les caractéristiques d'un C.A.N : résolution, quantum, non-linéarité, temps de conversion.	
Conversion numérique-analogique	Définir la fonction d'un convertisseur numérique-analogique (C.N.A). Déterminer la tension de sortie d'un C.N.A pour un nombre donné. Justifier le rôle du filtre de lissage et déterminer sa fréquence de coupure. Utiliser une documentation technique pour déterminer les caractéristiques d'un C.N.A. : quantum, non-linéarité, temps de conversion	
Fonctions de transfert échantillonnées	Énoncer que l'unité de traitement réalise, sur les nombres d'une séquence, les opérations suivantes : addition, soustraction, multiplication par une constante et retard. Énoncer que l'opération retard d'une période d'échantillonnage correspond à une multiplication par z^{-1} . Établir l'équation de récurrence à partir de l'équation différentielle modélisant le système. Déterminer, dans des cas simples, la suite des échantillons d'un signal dont on connaît la représentation temporelle sous forme graphique. Calculer les échantillons successifs d'un signal dont on connaît l'expression discrétisée. Tracer la réponse d'un système numérique en déterminant les échantillons successifs obtenus à sa sortie, les échantillons d'entrée et son équation de récurrence étant donnés.	

6.1.3 – Ondes (21 h cours ; 21 h TP)

1. Ondes mécaniques (6C ; 3TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Onde mécanique progressive	Analyser la propagation d'une perturbation dans un milieu élastique. Distinguer onde transversale, onde longitudinale, onde plane et onde sphérique. Mesurer un retard, une célérité.	
Ondes mécaniques progressives sinusoïdales	Citer et exploiter la relation entre fréquence, longueur d'onde et célérité. Identifier le phénomène de dispersion. Exploiter le lien entre l'amplitude et la puissance moyenne transportée par une onde.	
Ondes sonores et ultrasonores	Caractériser les ondes sonores et ultrasonores. Présenter des applications utilisant les ultrasons	
Propagation des ondes sonores en milieu sous-marin	Décrire les effets de l'environnement sous-marin sur la propagation des ondes acoustiques : célérité, bathymétrie, salinité, réflexion sur les fonds, diffraction, etc.	

2. Ondes électromagnétiques (3C, 3TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Classification	Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence et leur longueur d'onde dans le vide.	
Grandeurs physiques	Définir la structure d'une onde électromagnétique comme l'association d'un champ électrique et d'un champ magnétique Définir et mesurer les grandeurs physiques associées à une onde électromagnétique : période, fréquence, longueur d'onde, célérité, puissance.	
Polarisation, onde TEM	Présenter les différents types de polarisation. Définir l'onde TEM.	
Puissance transportée	Relier quantitativement le champ électrique d'une onde électromagnétique en un point à la puissance et à la distance de la source	

3. Lignes de transmission (3C, 6TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Modélisation de la ligne de transmission	Présenter les différents types de lignes de transmission : Ligne bifilaire, coaxiale. Décrire le modèle équivalent de la ligne de transmission à l'aide de ses paramètres linéiques	
Impédance caractéristique	Définir l'impédance caractéristique d'une ligne de transmission. Donner et utiliser son expression dans le cas d'une ligne sans pertes	
Comportement en régime transitoire d'une ligne sans pertes.	Étudier expérimentalement la transmission d'une impulsion et d'un échelon dans le cas d'une charge nulle, infinie ou adaptée. Définir le coefficient de réflexion.	TP sur maquette didactique ou installation réelle.
Comportement en régime sinusoïdal d'une ligne sans pertes.	Étudier expérimentalement la transmission d'une onde sinusoïdale dans le cas d'une charge nulle, infinie ou adaptée. Définir le taux d'onde stationnaire (TOS), et l'impédance ramenée.	TP sur maquette didactique ou installation réelle.

4. Fibres optiques et composants optoélectroniques (6C, 6TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Loi de Snell-Descartes	Définir l'indice optique d'un milieu. Appliquer les lois de la réflexion et de la réfraction d'un faisceau lumineux. Présenter le phénomène de réflexion totale.	
Dualité onde-corpuscule : Modèle corpusculaire de la lumière, énergie d'un photon	Décrire et justifier le modèle corpusculaire de la lumière. Décrire la relation entre l'énergie d'un photon et la fréquence. Interpréter les échanges d'énergie entre rayonnement et matière à l'aide du modèle corpusculaire. Décrire le fonctionnement des composants de l'optoélectronique.	
Caractéristiques d'une fibre optique monomode ou multimode.	Décrire les différents types de fibres optiques. Définir l'ouverture numérique et la vitesse de groupe. Exploiter les caractéristiques d'une fibre optique : bande passante, atténuation linéique.	
Composants optoélectroniques	Mettre en œuvre expérimentalement une photodiode ou un phototransistor. Expliquer le principe d'un capteur CCD. Utiliser une documentation technique pour déterminer les caractéristiques d'un composant optoélectronique : surface utile, sensibilité, dynamique, RSB.	TP sur maquette didactique.
Émetteur, récepteur	Présenter quelques composants utilisés comme émetteur et comme récepteur. Câbler et tester une liaison complète en fibre optique.	TP sur maquette didactique.

5. Antennes (3C, 3TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Principes	Décrire le principe de fonctionnement d'une antenne.	
Caractéristiques	Définir l'impédance d'entrée, le diagramme de rayonnement, le gain, le coefficient PIRE, la polarisation d'une antenne.	
Les différents types d'antennes	Présenter quelques types d'antenne et leurs applications. Effectuer un bilan de liaison.	
Maintenance	Assurer la maintenance courante d'une antenne.	

6.1.4 – Transmissions analogiques et numériques (9 h cours ; 12 h TP)

1. Transmission analogique (3 h cours, 6 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Modulations d'amplitude avec porteuse et à suppression de porteuse.	Énoncer qu'un signal modulé est obtenu à partir d'un signal modulant et d'une porteuse. Représenter le spectre d'un signal modulé en amplitude et mettre en évidence la translation dans le domaine fréquentiel. Définir le taux de modulation et déterminer l'encombrement spectral. Mettre en œuvre un dispositif de modulation et de démodulation d'amplitude. Modulation en BLA, en BLU.	
Modulation de fréquence	Définir un signal modulé en fréquence : indice de modulation, déviation maximale de fréquence. Mettre en œuvre un dispositif de modulation et de démodulation de fréquence. Exploiter le spectre d'un signal modulé en fréquence et déterminer l'encombrement spectral. Fonctions de Bessel (aucun calcul).	

2. Transmissions numériques (6 h cours, 6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
<p>Transmission en bande de base</p> <p>Codage de source, codage de canal</p>	<p>Définir le codage binaire, le codage M-aire, le débit binaire et la rapidité de modulation.</p> <p>Présenter différents codes et leurs DSP associées (NRZ, RZ, Manchester, ...)</p> <p>Analyser la structure d'un récepteur et ses performances : erreurs dues au bruit, taux d'erreur binaire TEB.</p> <p>Visualiser et interpréter le diagramme de l'œil Définir les interférences entre symboles (IES).</p> <p>Présenter un exemple de codes correcteurs d'erreurs.</p>	
<p>Transmission sur fréquence porteuse</p>	<p>Définir les modulations ASK, PSK, FSK et QAM, les signaux en phase $i(t)$ et en quadrature $q(t)$ à partir des données binaires.</p> <p>Visualiser et interpréter les diagrammes de constellation.</p> <p>Déterminer l'encombrement spectral pour chaque modulation.</p> <p>Analyser le fonctionnement d'un démodulateur PSK.</p> <p>Définir les modulations multiporteuses : OFDM.</p> <p>Définir les différents types de multiplexage : TDMA, CDMA.</p>	

6.1.5 – Colorimétrie et images numériques (6 h cours, 6 h TP)

1. Colorimétrie et images numériques		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Colorimétrie : synthèse additive et soustractive	Illustrer expérimentalement les synthèses additive et soustractive des couleurs. Citer les différentes représentations de l'espace colorimétrique. Exploiter les données relatives à une couleur à partir de ses coordonnées colorimétriques (pureté, longueur d'onde dominante, couleur complémentaire). Calculer les coordonnées du mélange de deux ou trois couleurs. Décrire l'analyse et la synthèse d'une couleur à travers une chaîne vidéo.	
L'œil	Citer les défauts de l'œil et les méthodes de correction. Définir le pouvoir séparateur de l'œil et la différence noir /blanc-couleur pour justifier la réduction de la bande passante de la chrominance. Justifier le rafraîchissement des images d'une séquence vidéo par la persistance rétinienne.	
Image numérique	Définir le pixel et estimer ses dimensions dans le cas d'un appareil photo numérique, d'un écran vidéo. Expliquer les notions de luminance et de chrominance. Expliquer le principe du codage en niveaux de gris et en couleur RVB. Énoncer qu'une image numérique est associée à un tableau de nombres. Expliquer le principe de la compression d'une image fixe.	

6.2 - Maintenance des systèmes électroniques liés à la navigation et à l'exploitation du navire

(36 h cours ; 36 h TP)

Les étudiants du BTS MASEN n'ont pas à savoir se servir des différents appareils de navigation. Ils doivent cependant en connaître les fonctionnalités afin d'être capable de poser un diagnostic à partir des symptômes de dysfonctionnement décrits par les utilisateurs.

1. Maintenance des Radars (12 h cours, 12 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Description générale des installations Radar	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement des différents types de radar.</p> <p>Décrire la conception générale d'un radar : duplexeur, émetteur, amplificateur, mélangeur, filtres, amplificateurs, etc.</p> <p>Décrire le principe de fonctionnement des radars suivants : radar à impulsion, radar à ondes continues.</p> <p>Décrire et expliquer les procédés de traitement et d'exploitation des informations :</p> <ul style="list-style-type: none">• Synchronisation des informations• Mesures de distance, de direction et de vitesse.• Performances : résolution, précision des mesures.• Échos parasites• Information AIS <p>Expliquer les différentes fonctionnalités des différents types de radar : veille, navigation, anticollision, balises transpondeur.</p>	<p>On pourra se référer aux normes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">• IEC 61097-1 : Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 1: Radar transponder – Marine search and rescue (SART) – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results ;• IEC 62388 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Shipborne radar - Performance requirements, methods of testing and required test results ; <p>Utilisation des documentations constructeur.</p> <p>TP sur installation réelle ou maquette didactique..</p>

1. Maintenance des Radars (suite)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Maintenance des installations Radar	<p>Contrôler le bon fonctionnement d'une installation radar, et de chacun de ses blocs fonctionnels.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé.</p> <p>Identifier un défaut de réception, d'imagerie, de dysfonctionnement des différents équipements du radar</p> <p>Assurer la maintenance préventive et corrective d'une installation radar et de ses composants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antenne : moteur entrainement, liaison antenne/récepteur émetteur ; • Magnetron ; • Réfrigération du système : ventilateur, filtre à air. <p>Assurer la maintenance d'un radar transpondeur du GMDSS.</p>	<p>On pourra se référer aux normes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEC 61097-1 : Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 1: Radar transponder – Marine search and rescue (SART) – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results ; • IEC 62388 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Shipborne radar - Performance requirements, methods of testing and required test results ; <p>Utilisation des documentations constructeur.</p> <p>TP sur installation réelle.</p>
L'APRA	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement d'un d'APRA. Expliquer les différentes fonctionnalités d'un APRA : pointage radar, notions de vitesse fond et vitesse surface, TCPA et CPA, sélection manuelle ou automatique des cibles, calculateur.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'une installation APRA, et de chacun de ses blocs fonctionnels. Vérification du fonctionnement par comparaison.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé : défaut du calculateur, perte d'information.</p>	

2. Maintenance des sondeurs et Sonars (6 h cours, 6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Sonar	<p>Expliquer les différentes fonctionnalités des différents types de sonar : principe du sonar actif et du sonar passif, les sonars de pêche.</p> <p>Décrire sommairement l'influence des caractéristiques du milieu sur la propagation des ondes sonores.</p> <p>Énoncer et expliquer les équations du Sonar .</p> <p>Définir ce qu'est la puissance acoustique d'émission.</p> <p>Décrire l'architecture d'un sonar actif et le fonctionnement de chacun de ses composants : générateurs d'impulsion, émetteur, récepteur et filtrage détection.</p> <p>Décrire l'architecture d'un sonar passif : antenne de réception, récepteur et filtrage.</p> <p>Décrire comment est réalisée la formation de voie en émission ou en réception.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'une installation sonar, et de chacun de ses composants.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé et y remédier.</p>	
Sondeur accoustique mono-faisceau	<p>Décrire l'architecture d'un sondeur mono-faisceau</p> <p>Décrire son principe de fonctionnement : émetteur, signaux émis, largeur de bande, période d'émission faisceau, fréquences d'émission.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités des différents types de sondeur : sondeur bathymétrique, sondeur de navigation.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'un sondeur, et de chacun de ses blocs fonctionnels.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé et y remédier.</p>	
Sondeur multifaisceau	<p>Décrire l'architecture d'un sondeur multi-faisceau.</p> <p>Décrire son principe de fonctionnement : technique des faisceaux croisés, émetteur, signaux émis, largeur de bande, période d'émission faisceau, fréquences d'émission.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités de ce sondeur.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'un sondeur, et de chacun de ses blocs fonctionnels.</p> <p>Régler le gain et la sensibilité.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé et y remédier.</p>	

3. Maintenance des systèmes de navigation par satellites (3 h cours, 3 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Le GPS	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement du GPS et du DGPS.</p> <p>Expliquer le fonctionnement d'un récepteur : réception des signaux, antenne.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités d'un récepteur GPS Positionnement par GPS. Traceur de route, SMDSM (VHF Inmarsat...)</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'un récepteur GPS.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé : perte des signaux, perte des satellites.</p> <p>Assurer la maintenance préventive et corrective d'un récepteur GPS. Maintenance des antennes.</p>	<p>On pourra se référer aux normes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEC 61108 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Global navigation satellite systems (GNSS) – Part 1 : Part 1: Global positioning system (GPS) - Receiver equipment - Performance standards, methods of testing and required test results ; • IEC 61108 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Global navigation satellite systems (GNSS) – Part 4 : Shipborne DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment - Performance requirements, methods of testing and required test results ; • IEC 62065 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Track control systems – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results. <p>Un TP de maintenance sera réalisé sur installation réelle.</p>
GLONASS & GALILEO	Les capacités attendues sont les mêmes que pour le GPS.	<p>Le système GLONASS ne sera que présenté. Le temps d'enseignement consacré au système GALILEO sera fonction de son état de déploiement et des perspectives d'utilisation à grande échelle par les navires.</p> <p>On pourra se référer aux normes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEC 61108 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Global navigation satellite systems (GNSS) – Part 2 : Global navigation satellite system (GLONASS) - Receiver equipment - Performance standards, methods of testing and required test results ; • IEC 61108 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Global navigation satellite systems (GNSS) – Part 3 : Galileo receiver equipment - Performance requirements, methods of testing and required test results.

4. Maintenance des lochs (6 h cours, 3 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Le loch électromagnétique	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement du loch : principe de fonctionnement, loi de Lenz, champ d'induction.</p> <p>Donner les avantages et les inconvénients du Loch électromagnétique.</p> <p>Décrire les différents types de capteurs : capteurs à plat, capteurs sabre.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé et y remédier.</p> <p>Assurer la maintenance préventive et corrective d'un loch. Contrôler la base.</p>	Utilisation des documentations constructeur.
Le loch Doppler	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement du loch : principe de transmission et réflexion, émetteur, récepteur, effet Fizeau (doppler), détermination de la dérive, vitesses latérales, comptage des distances parcourues.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités d'un loch Doppler : bottom tracking, water tracking.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'un loch, et de chacun de ses blocs fonctionnels : fonctionnement des transducteurs longitudinaux et transversaux, thermistances.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé.</p> <p>Assurer la maintenance préventive et corrective d'un loch doppler:</p> <ul style="list-style-type: none"> • contrôle des oscillateurs, des amplificateurs, des démodulateurs ; • contrôles des transducteurs (bases) lors du passage au bassin ; • protection des bases en bassin . 	

5. Maintenance des compas (6h cours, 3 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Le compas magnétique	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement du compas magnétique : le champ magnétique terrestre, le nord magnétique et le nord géographique les déclinaisons.</p> <p>Expliquer les prescriptions de construction et d'installation à bord des compas magnétiques.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'un compas magnétique, et de chacun de ses blocs fonctionnels : variation et déviation du compas, courbes de déviation.</p>	Utilisation des documentations constructeur.
Les compas gyroscopiques	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement des différents types de compas gyroscopique (mécanique et à laser).</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités d'un compas gyroscopique : maintenance et surveillance d'un cap, connexion avec un pilote automatique, alarme de déviation de cap, connexion avec radar.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'un compas gyroscopique, et de chacun de ses blocs fonctionnels.</p> <p>Mettre en service un compas gyroscopique, stabilisation.</p> <p>Comparaison avec le compas magnétique.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé : défaut des moteurs d'asservissement, perte du liquide porteur, frottements anormaux.</p>	
Systèmes de positionnement dynamique	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement des différents types de positionnement dynamique.</p> <p>Objectif principal du positionnement dynamique, sur quels navires.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités d'un positionnement dynamique.</p> <p>Principe du positionnement : mode auto cap, mode auto position.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement.</p> <p>Réception des informations GPS, Compas, Anémomètres, compensateur de houle, interfaces.</p> <p>Actions sur les différents organes de positionnement (Propulseurs)</p>	
Synchro-transmetteur répéteurs	<p>Décrire l'architecture d'un synchro-transmetteur.</p> <p>Expliquer son fonctionnement et les mesures à prendre en cas d'anomalie de fonctionnement.</p>	

6. Maintenance des autres systèmes d'aides à la navigation et à l'identification
(3 h cours, 9 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
L'AIS	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement de l'AIS.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités d'un émetteur AIS : Principe et utilisation de l'AIS (sécurité, précision de position, Informations statiques et dynamiques.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé.</p>	<p>On pourra se référer aux normes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEC 61993-2 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Automatic identification systems (AIS) Part 2 : Class A shipborne equipment of the automatic identification system (AIS) – Operational and performance requirements, methods of test and required test results. • IEC 61097-14 : Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 14: AIS search and rescue transmitter (AIS-SART) – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results. <p>On se limitera à l'AIS classe A. TP sur installation réelle.</p>
Le LRIT	<p>Décrire le principe de fonctionnement du système d'identification et de suivi de position par satellite « LRIT ».</p> <p>Décrire les différentes liaisons satellites utilisées (INMARSAT, IRRIDIUM, ...) et les terminaux de communication correspondant.</p>	<p>On pourra se référer à la norme :</p> <p>IEC 62729 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Shipborne equipment for long-range identification and tracking (LRIT) – Performance requirements.</p>
Le Navtex	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement du Navtex.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités d'un récepteur Navtex : réception de message de sécurité, de détresse, météorologique (BMS), divers</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'un récepteur Navtex : réglage des fréquences, choix des stations à utiliser, sélection des messages.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé : défaut de réception.</p>	<p>On se référera à la norme :</p> <p>IEC 61097-6 : Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 6: Narrowband direct-printing telegraph equipment for the reception of navigational and meteorological warnings and urgent information to ships (NAVTEX).</p> <p>TP sur installation réelle.</p>

**6. Maintenance des autres systèmes d'aides à la navigation et à l'identification
(suite)**

Contenu	Capacités attendues	Observations
Le VDR	Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement du VDR. Expliquer les différentes fonctionnalités d'un enregistreur VDR. Contrôler le bon fonctionnement d'un enregistreur VDR. Décrire le procédé d'enregistrement des Informations et de sauvegarde des données Conservation des données sur disque dur, sauvegarde d'une situation instantanée. Réglementation sur l'usage du matériel, capsule d'enregistrement.	On pourra se référer à la norme : IEC 61996-1 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Shipborne voyage data recorder (VDR) – Part 1: Performance requirements, methods of testing and required test results Le TP pourra être réalisé sur un VDR réel couplé avec un simulateur de navigation ou de machines marines.

6.3 - Maintenance des systèmes de radio-transmission des navires. (12 h cours, 12 h TP)

Nota bene : Les émissions-tests nécessaires aux opérations de diagnostic ou de maintenance doivent être réalisées sous l'autorité d'une personne qualifiée, détentrice a minima d'un Certificat Restreint d'Opérateur (CRO) en cours de validité.

1. Maintenance des émetteurs-récepteurs VHF (3 h cours, 3 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Émetteurs-récepteurs VHF et VHF portatifs	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement des différents types d'émetteurs-récepteurs VHF : les ondes électromagnétiques les fréquences utilisées, les canaux réservés.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités des différents types d'émetteurs-récepteurs VHF : Portée d'une VHF, système ASN, VHF fixe, VHF portative.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'une installation VHF et de chacun de ses blocs fonctionnels : test du matériel, test ASN.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé : défaut de réception, défaut d'émission, défaut de charge de la batterie.</p> <p>Assurer la maintenance préventive et corrective d'une installation VHF, suivant notice constructeur.</p>	<p>On pourra se référer à la norme : IEC 61097-7 : Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 7 : Shipborne VHF radiotelephone transmitter and receiver – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results.</p> <p>Utilisation des documentations constructeur.</p> <p>TP sur installation réelle, avec démontage pour identification des blocs fonctionnels.</p> <p>La notice constructeur est fournie.</p>

2. Maintenance des émetteurs-récepteurs MF et HF (6 h cours, 6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
<p>Emetteurs-récepteurs MF et HF</p>	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement des différents types d'émetteurs-récepteurs MF et HF : Les ondes électromagnétiques les fréquences utilisées, les canaux réservés, définition de la longueur d'onde.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités des différents types d'émetteurs-récepteurs MF et HF.</p> <p>Décrire l'architecture d'une installation d'émission réception MF ou HF.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'une installation MF ou HF et de chacun de ses blocs fonctionnels : test émission/réception, batteries de secours, antennes.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé.</p> <p>Assurer la maintenance préventive et corrective d'une installation MF et HF jusqu'au niveau du composant en utilisant l'équipement de tests et l'outillage approprié.</p> <p>Mettre en œuvre les techniques de jonction et de terminaison des lignes et des guides d'ondes.</p> <p>Construire une antenne de secours M F.</p>	<p>On pourra se référer à la norme : IEC 61097-9 : Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 9 : Shipborne transmitters and receivers for use in the MF and HF bands suitable for telephony, digital selective calling (DSC) and narrow band direct printing (NBDP) – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results.</p> <p>Utilisation des documentations constructeur.</p> <p>TP sur installation réelle</p>

3. Maintenance d'une station INMARSAT (3 h cours, 3 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Station INMARSAT	<p>Énoncer les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement d'une station INMARSAT : les stations INMARSAT, standard B, standard C (telex, télécopie), le miniM, l'INMARSAT et le SMDSM.</p> <p>Expliquer les différentes fonctionnalités d'une station INMARSAT : téléphonie, télex, télécopie.</p> <p>Contrôler le bon fonctionnement d'une station INMARSAT et de chacun de ses blocs fonctionnels : choix et réception du satellite, antenne parabolique, test station SMDSM.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé : réception ou émission défaillante, problèmes liés aux antennes (poursuite satellite ...).</p>	<p>Utilisation des documentations constructeur.</p> <p>TP sur installation simulée.</p>

6.4 - Exploitation et maintenance des réseaux et systèmes de transmission interne de données (Voix, datas, images). (12 h cours, 27 h TP)

1. Le réseau téléphonique et multimédia interne (9h cours, 18 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
La téléphonie à accès analogique	<p>Décrire le principe d'un réseau téléphonique commuté</p> <p>Décrire l'architecture de principe d'un poste téléphonique analogique.</p> <p>Réparer un poste téléphonique analogique.</p> <p>Brancher une ligne téléphonique analogique sur une unité de raccordement (URA).</p> <p>Décrire le processus de mise en relation usager/usager.</p>	Le matériel de TP doit comprendre au minimum deux lignes téléphoniques distinctes reliées chacune à une URA distincte. Les URA peuvent être reliées à un autocommutateur privé.
La téléphonie à accès numérique	<p>Décrire l'architecture de principe d'un poste téléphonique numérique.</p> <p>Décrire le processus de conversion analogique-numérique et numérique-analogique de la voix.</p> <p>Décrire le principe de transmission numérique de la voix (réseau RNIS, canal de données utilisateurs, canal de signalisation).</p> <p>Décrire le type de connectique et de liaison filaire utilisée. Tirer une liaison numérique à partir d'un autocommutateur privé.</p>	Le matériel de TP doit comprendre au minimum deux lignes téléphoniques numériques reliées à un autocommutateur privé.
Les autocommutateurs privés (PABX)	<p>Décrire l'architecture interne d'un PABX.</p> <p>Décrire les facilités téléphoniques offertes par un PABX.</p> <p>Raccorder un autocommutateur privé à un réseau public. Définir le nombre et le type de lignes nécessaires.</p> <p>Décrire l'architecture et le mode de fonctionnement d'un réseau privé de PABX.</p> <p>Décrire les fonctionnalités applicatives et multimédias d'un PABX multiservice.</p> <p>Raccorder et configurer les appareils suivants à un PABX multiservice :</p> <ul style="list-style-type: none"> • télécopieur-Fax, • centrale et réseau domotique, • centrale et réseau sécurité-sûreté, • système de visio-conférence, • réseau local (ethernet), • terminal de paiement sécurisé, • etc. 	Le matériel de TP pourra comprendre idéalement deux PABX reliés entre eux, l'un d'entre eux pouvant être relié au réseau public. Des appareils multimédias et domotiques devront pouvoir être raccordé à l'un des PABX.

1. Le réseau téléphonique et multimédia interne (suite)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
La téléphonie mobile	Décrire l'architecture d'un réseau GSM.	
La téléphonie sur IP	Décrire le principe de la téléphonie sur IP et son architecture matérielle, dans le cas d'un réseau privé (navire). Décrire les moyens matériels de la ToIP (IPBX, Hardphone, Softphone, etc.) et leurs principes de fonctionnement.. Décrire le principe de l'établissement d'appel et de transmission des données sur IP.	
Le câblage	Décrire les différents types de câblage de communication (paire torsadée, coaxial, fibre, etc.) et leurs branchements associés. Définir et donner leurs caractéristiques (bande passante, impédance, vitesse). Remplacer un câble défectueux.	On pourra se référer à la norme : IEC/TR 60092-370 : Electrical installations in ships – Part 370: Guidance on the selection of cables for telecommunication and data transfer including radio-frequency cables.

2. Réseaux et équipements de sécurité (3 h cours, 9 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Le réseau de diffusion général	Décrire l'architecture et le principe de fonctionnement d'un réseau de diffusion générale. Tester et réparer un Haut-Parleur.	
Les téléphones auto-générateurs	Décrire le principe de fonctionnement d'une liaison par téléphone auto-générateur. Tester et réparer un téléphone auto-générateur.	Communications passerelle – PC machine – local barre
Les réseaux et équipements de détection sécurité-sûreté	Décrire l'architecture et le principe de fonctionnement d'une centrale de détection incendie. Décrire les différents types de détecteur (fumée, chaleur, flamme...) . Assurer la surveillance des capteurs . Réaliser le contrôle du fonctionnement en conformité avec la réglementation.	TP tests détecteurs
La commande centralisée des équipements de sécurité.	Décrire le principe de fonctionnement d'une commande généralisée ou par zone. Réaliser les essais réglementaires .	
Appel sélectif personnalisé (bip)	Décrire le principe de fonctionnement et l'architecture : <ul style="list-style-type: none"> • Émetteur, récepteur individuel, appel collectif (signal d'alerte), antennes internes ; • Liaison avec standard téléphonique (appel depuis un poste fixe) ; • Émission des signaux d'alarme. 	
Vidéosurveillance	Décrire le principe de fonctionnement d'une caméra, et du déclenchement automatique par détecteur de présence. Décrire l'architecture d'un système de supervision de vidéo-surveillance. Mettre en œuvre les dispositifs d'enregistrement et de sauvegarde. Assurer le maintien en condition opérationnelle de l'installation.	

6.5 – Équipements de confort et de divertissement (9 h cours, 18 h TP)

1. Équipements de confort et de divertissement		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Réseau interne de télévision	<p>Décrire les différents constituants d'un réseau interne de télévision. Donner leur principe de fonctionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Appareils de réception (antenne parabolique, couplage avec positionneur GPS, suivi des satellites) ; • Réseau de distribution. Répéteur ; • Commutateur, routeur, serveur... 	
Écrans, moniteurs et projecteurs vidéo.	<p>Décrire le principe de fonctionnement et donner les avantages et inconvénients :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'un projecteurs vidéo ; • d'un écran plasma (composition du gaz, règle de déplacement des électrons) ; • d'un écran lcd , • d'un écran led (rétro éclairage). <p>Contrôler le bon fonctionnement d'un écran, et de chacun de ses blocs fonctionnels.</p> <p>Identifier l'origine d'une défaillance ou d'un fonctionnement dégradé. Effectuer la réparation par échange standard du bloc fonctionnel défaillant.</p> <p>Diagnostiquer, identifier et remplacer un condensateur électrochimique défaillant.</p>	TP sur installation réelle.
Distribution chaînes musicales dans les cabines passagers	<p>Décrire l'architecture de la distribution des chaînes musicales dans les cabines passagers, ainsi que les caractéristiques de l'installation en cabine..</p> <p>Assurer le maintien en condition opérationnelle de cette installation.</p>	
Distributeurs automatiques (boissons, confiseries)	<p>Décrire les principes de fonctionnement. D'un distributeur automatique (gestion par automate (API), monnayeur)</p> <p>Rechercher un défaut de fonctionnement et y remédier.</p>	TP sur installation réelle.
Buanderie	<p>Décrire l'architecture d'un lave-linge grande capacité et d'un sèche-linge électrique.</p> <p>Procéder au remplacement d'un programmeur défaillant.</p> <p>Procéder à l'identification et au remplacement d'une électrovanne défaillante.</p>	
Cuisine	<p>Décrire l'architecture et le fonctionnement des différents équipements et robots électriques présents en cuisine.</p> <p>Assurer le maintien en condition opérationnelle de ces équipements.</p>	

1. Équipements de confort et de divertissement (suite)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Ascenseurs et monte-charges	<p>Décrire les différents constituants d'un ascenseur, ou monte-charge de navire.</p> <p>Expliquer les différents modes de fonctionnement d'un ascenseur.</p> <p>Décrire le fonctionnement des différents dispositifs de sécurité d'un ascenseur.</p> <p>Mettre en œuvre les procédures de maintenance relatives aux principaux composants d'un ascenseur.</p> <p>Utiliser le système de diagnostic de l'ascenseur pour détecter les pannes et y remédier.</p> <p>Entretenir le système d'appel et de communication de la cabine de l'ascenseur.</p>	TP sur maquette didactique ou installation réelle.

Unité U.7 – Maintenance des systèmes informatiques navals

Le but de la formation est d'assurer la maintenance courante des installations informatiques présentes à bord des navires de mer et d'avoir les bases pour faciliter un support à distance. Effectivement, un serveur à bord peut être administré depuis la terre mais il existe des cas où il faut une intervention:

- Panne matérielle ;
- Rupture de communication internet ;
- diagnostic sur des stations clientes.

Il s'agit aussi de donner aux étudiants des compétences de base en programmation, leur permettant de créer des logiciels simples, ou des adaptations à des logiciels existants, en relation avec les besoins du monde maritime.

7.1 – Maintenance des systèmes permettant l'accès aux réseaux. (15 h cours, 60 h TP)

On définit comme solution technique d'accès tout outil numérique, fixe ou nomade, constitué de composants matériels et logiciels, permettant à un utilisateur d'accéder à des services en ligne.

Ce module a pour but d'initier les savoirs et savoir-faire liés :

- au support et au maintien en condition opérationnelle de solutions techniques d'accès dans leurs dimensions matérielle et logicielle ;
- au support et au maintien en condition opérationnelle de solutions techniques d'accès dans leur dimension « réseau » et plus particulièrement au paramétrage de leur connexion à un réseau existant ;
- à la résolution d'incidents liés aux composants réseaux et système des solutions techniques d'accès utilisateurs.

Un incident est un événement imprévu interrompant l'accès d'un utilisateur à un service et pouvant entraîner la perte de données. On s'intéresse ici aux incidents trouvant leur origine dans la partie système ou dans la partie réseau des solutions techniques d'accès utilisateurs.

Le titulaire du BTS MASEN candidat doit être capable de :

- traiter les incidents les plus courants ;
- d'identifier les incidents les plus sérieux, et le cas échéant de provoquer l'intervention d'un technicien expert ;
- comprendre les explications techniques détaillées données par un technicien expert.

1. Solutions techniques d'accès (6 h cours, 24 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Téléphone portable & tablette	<p>Décrire l'architecture matérielle et le rôle des composants d'un téléphone portable ou d'une tablette.</p> <p>Démonter un téléphone portable ou une tablette.</p> <p>Remplacer un composant (carte mère, écran, microprocesseur, etc.).</p> <p>Résoudre un problème de rétroéclairage.</p> <p>Mettre en œuvre des mesures de réparation sur un téléphone portable ou une tablette tombé dans l'eau ou ayant pris l'humidité.</p>	TP sur matériel réel.
Ordinateur portable	<p>Décrire les différents composants que l'on trouve dans un ordinateur portable et sur sa carte mère. Donner le rôle de chaque composant.</p> <p>Démonter et remonter un ordinateur portable.</p> <p>Remplacer un composant matériel (écran, disque dur, lecteur DVD, mémoire), mettre à jour les drivers correspondant.</p> <p>Diagnostiquer, repérer et remplacer un condensateur défaillant sur une carte vidéo.</p> <p>Diagnostiquer et réparer un chipset dessoudé.</p>	TP sur matériel réel.
Ordinateur de bureau	<p>Décrire les différents composants que l'on trouve dans un ordinateur de bureau et sur sa carte mère. Donner le rôle de chaque composant.</p> <p>Démonter et remonter un ordinateur de bureau.</p> <p>Décrire les types de bus et connecteurs que l'on y trouve.</p> <p>Installer ou remplacer un composant matériel (alimentation, carte mère, microprocesseur, mémoire, carte graphique, disque dur HDD ou SSD, cartes réseaux ou multimédia, clé wi-fi) avec ses drivers associés.</p> <p>Tester le bon fonctionnement d'un composant matériel.</p> <p>Identifier les pannes les plus courantes (disque dur, carte mère, carte graphique, mémoire) et y remédier.</p>	<p>TP assemblage d'ordinateur de bureau : chaque étudiant fabrique en début d'année son poste de travail à partir des composants fournis.</p> <p>TP sur installation réelle.</p>
Le Bios	<p>Décrire le bios et ses principale fonctionnalités.</p> <p>Accéder au Bios pour mettre à jour une configuration matérielle.</p> <p>Décrire ce qu'est l'overclocking, ses limites et ses contraintes. Accéder au Bios pour overclocker un microprocesseur.</p> <p>Décrire le processus de démarrage d'un ordinateur.</p>	

2. Systèmes d'exploitation & logiciels (18 h TP)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Systèmes d'exploitation	<p>Décrire l'architecture et fonctions d'un système d'exploitation.</p> <p>Installer, configurer et administrer le système d'exploitation d'une solution technique d'accès.</p> <p>Réinstaller un système complet via des images disques et disque d'installation.</p> <p>Exploiter les fonctions de base d'un langage de commandes.</p> <p>Gérer l'ordonnancement des tâches.</p> <p>Mettre en œuvre les procédures de diagnostic via le système d'exploitation.</p>	<p>TP installation de système d'exploitation et configuration d'un ordinateur de bureau</p> <p>Les systèmes d'exploitation Linux et Windows seront utilisés.</p> <p>L'architecture, les fonctionnalités et les utilisations du système d'exploitation Android seront simplement présentées.</p>
Composants logiciels complémentaires	<p>Installer un composant logiciel</p> <p>Configurer un composant matériel</p> <p>Décrire à quoi sert un driver.</p> <p>Installer et mettre à jours les drivers en tenant compte des spécificités des différents types de composants et périphériques.</p>	TP sur installation réelle.
Logiciels utilitaires	<p>Installer et mettre à jour les suites logicielles usuelles (bureautique, dessin, acrobat, lecteurs vidéo et audio, webcam, etc.).</p> <p>Associer les différents formats de données aux lecteurs par défaut.</p> <p>Utiliser les moteurs de recherche adaptés aux types de recherche réalisées.</p> <p>Personnaliser l'environnement d'un utilisateur (aspects matériel et logiciel).</p> <p>Valider et documenter une solution technique d'accès</p>	TP sur installation réelle.

3. Sécurité, sauvetage et stockage des données (3 h cours, 6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Systèmes d'exploitation	Configurer et exploiter les différentes procédures de sauvegarde et de restauration offertes par le système d'exploitation Sécuriser une solution technique d'accès contre les malveillances. Mettre en place un contrôle d'accès hiérarchisé.	TP sur installation réelle.
Sauvegarde des données	Installer une solution de sauvegarde des données.	
Les systèmes RAID	Énoncer le but des systèmes RAID et détailler les stratégies mises en œuvre. Installer un système RAID 1 logiciel à partir du système d'exploitation. Installer un système RAID 1 à partir d'une carte contrôleur RAID.	On se concentrera sur les systèmes RAID 1 et RAID 5. L'architecture des systèmes RAID 6 et RAID 10 pourra être évoquée.
Récupération de données.	Récupérer et transférer les données d'un disque dur défaillant. Récupérer des données effacées par erreur.	On se contentera de mettre en œuvre des logiciels de récupération de donnée et de test de disque. On pourra éventuellement procéder à un échange standard de la partie électronique. On se limitera à la présentation théorique de la gamme de démontage du disque dur en lui-même, en mettant en avant les contraintes inhérentes à ce type d'opération (chambre blanche).

4. Connexion au réseau & fonctionnalités (3 h cours, 6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Connexion d'une solution technique au réseau	Configurer une solution technique d'accès pour la connecter au réseau. Exploiter un service de base. Valider et documenter une connexion réseau.	Nécessite d'avoir acquis préalablement les connaissances relatives à l'architecture et au fonctionnement des réseaux (voir chapitre 7.2). TP sur installation réelle.
Exploiter une connexion réseau.	Paramétrer l'accès à un service ou à des ressources en ligne. Installer et configurer les logiciels de communication (messagerie, messagerie instantanée, navigateur web, logiciels de téléphonie et de vidéocommunication). Établir une communication. Installer une imprimante partagée. Utiliser les moteurs de recherche adaptés aux types de recherche réalisées.	TP sur installation réelle.

5. Maintenance curative des solutions techniques d'accès (3 h cours, 6 h TP)

Contenu	Capacités attendues	Observations
Maintenance curative des solutions techniques d'accès	Installer, configurer et utiliser un logiciel de prise de contrôle à distance. Prendre en charge la déclaration d'un incident ou d'une demande d'assistance à l'aide d'un logiciel ad hoc. Établir un diagnostic et appliquer une méthode de résolution. Remplacer les éléments matériels ou logiciels défectueux ou obsolètes. Installer une solution de sauvegarde et de restauration du système Restaurer un environnement. Valider et documenter la résolution d'un incident.	TP sur installation réelle.

7.2 – Maintenance et administration des réseaux informatiques. (48 h cours; 36 h TP)

Ce module aborde les savoirs et savoir-faire liés à l'administration et à la maintenance des réseaux informatiques, tant dans leurs dimensions matérielles que logicielle. Ce module aborde les savoirs et savoir-faire liés à la supervision des réseaux.

On se préoccupe en priorité ici de la disponibilité des éléments du réseau.

1. Modélisation de l'architecture de communication réseau		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Concepts & définitions	Définir et expliquer les concepts suivants : <ul style="list-style-type: none">• architecture en couches,• protocoles,• interfaces,• processus,• paquets.	On se référera à la norme ISO 7498.
Le modèle OSI	Énoncer les sept couches du modèle OSI (Physique, liaison, réseau, transport, session, présentation, application). Donner les rôles et le fonctionnement de chaque couche. Expliquer la notion de protocole de couche. Expliquer la notion d'unités de données de protocole (PDU) : message, paquet, trame. Expliquer le principe de l'encapsulation. Expliquer le principe de la transmission de données d'un pair de couche supérieure à un autre pair de même couche.	On se référera à la norme ISO 7498. TP didactique sur simulateur de réseau.
Architecture des réseaux	Décrire sommairement les différents types de réseau (LAN, MAN, WAN). Décrire sommairement les différentes topologies de réseau. Identifier les différents appareils composant un réseau et décrire leur rôle : Hub, Switch, serveur, station cliente, modem, etc. Décrire les qualités que l'on attend d'un réseau (disponibilité, sécurité, performance).	
Serveur et service	Définir ce qu'est un serveur informatique et énoncer les services plus courants qu'il rend. Décrire les caractéristiques que l'on attend d'un serveur (débit, disponibilité, scalabilité).	

2. Les couches du modèle OSI		
Contenu	Capacités attendues	Observations
1. La couche physique.	<p>Expliquer les notions de bande passante et de débit numérique maximal de transmission.</p> <p>Décrire les différents types de codage binaire : NRZ, NRZI, Manchester, AMI.</p> <p>Décrire les différents moyens physiques de connexion à un réseau ; donner les caractéristiques et expliquer le fonctionnement de chaque moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> • connections filaires (paire torsadée - UTP, coaxial, CPL, fibre optique) ; • connections non-filaires (Wifi, bluetooth, GSM); • cartes réseaux associées ; • ports d'entrée/sortie (RS 232, RJ45, USB, etc.) . <p>Décrire les différentes architectures de réseaux et les particularités de fonctionnement induites : Anneau, hiérarchique, bus, étoile, linéaire...</p>	
2. La couche de liaison de données	<p>Décrire les rôles et le fonctionnement de la sous-couche « Contrôle de la liaison logique » (LLC).</p> <p>Décrire les rôles et le fonctionnement de la sous-couche de « Contrôle d'accès au support » (MAC). Expliquer ce qu'est une adresse MAC (ou adresse physique) et quelle est sa fonction.</p> <p>Le protocole ethernet : décrire ce qu'est une trame, quel est son format et comment elle est aiguillée.</p> <p>Décrire un commutateur. Expliquer son rôle.</p> <p>Décrire le protocole CAN.</p>	TP didactique sur simulateur de réseau.
3. La couche réseau	<p>Décrire les rôles et le fonctionnement de la couche réseau.</p> <p>Décrire et mettre en œuvre les principaux protocoles de couche 3 ; donner leur rôle et décrire leur fonctionnement : IPv6, ICMP, RARP.</p>	
4. La couche transport	<p>Décrire les rôles et le fonctionnement de la couche transport.</p> <p>Décrire et mettre en œuvre les principaux protocoles de couche 4 ; donner leur rôle et décrire leur fonctionnement : TCP, UDP, etc.</p>	
5. La couche session	Décrire les rôles et le fonctionnement de la couche session.	
6. La couche présentation	Décrire le rôle et le fonctionnement de la couche présentation.	

2. Les couches du modèles OSI

7. La couche applications	<p>Décrire le rôle et le fonctionnement de la couche présentation.</p> <p>Décrire et mettre en œuvre les principaux protocoles :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de transfert de fichiers (FTP, NFS) ; • de partage de ressource (SMB) ; • de messagerie (SMTP, POP, IMAP) ; • de télécommunications (Telnet, SIP) ; • d'envoi de pages HTML (HTTP) ; • de gestion et de supervision (DNS, SNMP). 	
---------------------------	--	--

3. Administrer et superviser un réseau

Contenu	Capacités attendues	Observations
<p>Les systèmes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • serveurs, • stations clientes. 	<p>Installer, configurer et utiliser une solution d'administration sécurisée à distance du système d'un serveur et d'une solution technique d'accès.</p> <p>Installer et configurer une solution de disponibilité de serveurs.</p>	
<p>Les éléments d'interconnexion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentrateur (hub), • Pont (bridge), • Commutateur (switch), • Routeur (router), • Passerelle (gateway). 	<p>Installer et configurer une solution de supervision des éléments d'interconnexion.</p> <p>Installer et configurer un protocole d'administration d'un élément d'interconnexion réseau.</p> <p>Installer et configurer une solution de disponibilité des éléments d'interconnexion.</p>	
Le réseau	<p>Installer, configurer et utiliser un logiciel de supervision de réseau.</p> <p>Installer un protocole de configuration dynamique (DHCP).</p> <p>Installer et configurer un accès réseau sécurisé fixe ou nomade, local ou distant.</p>	

4. Applications pratiques

Contenu	Capacités attendues	Observations
Réseau filaire	Concevoir l'architecture d'un réseau local privé. Monter et configurer un tel réseau. Assurer le maintien en condition du réseau.	
Réseau Wifi	Concevoir l'architecture d'un réseau wifi assurant la couverture de zones prédéterminées du navire en tenant compte des limites de propagation des ondes Wifi. Monter et configurer un tel réseau Wifi. Assurer le maintien en condition du réseau.	
Test et diagnostics	Mettre en œuvre les procédures de diagnostic. Exécuter un « ping ». Utiliser les commandes usuelles en mode « console ». Configurer manuellement une interface et ses protocoles de communication. Utiliser un logiciel de diagnostic à distance.	

7.3 – Développement logiciel (support : Java) (17 h cours; 90 h TP)

Les étudiants devront, au cours d'exercices adaptés au développement des capacités décrites ci-dessous, apprendre à réaliser des programmes de difficulté croissante. La taille des programmes à réaliser devra cependant être limitée à ce que l'on est droit d'attendre d'un programmeur-développeur isolé disposant d'un temps limité.

L'accent devra donc être mis sur l'utilisation de bibliothèques logicielles.

1. Développement logiciel		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Principes de base	Organiser des fichiers dans un projet logiciel. Mettre en œuvre une chaîne de développement (préprocesseur, compilateur, éditeur de lien, chargeur, etc.) Gérer la mémoire : adresse/valeur, pointeurs, variables statiques, allocations automatique et dynamique (pile/tas), etc. Organiser des programmes : point d'entrée et arguments de la ligne de commande, prototypes, fonctions, paramètres, valeur de retour. Gérer les flux d'entrée et de sortie de base : terminaux, fichiers, réseau, etc. (spécifications POSIX). Gérer l'accès aux ressources.	Approfondissement du programme de mathématiques-informatique de 1e année
Algorithmique	Décrire et utiliser les structures fondamentales : enchaînements, alternatives, itérations, etc. Utiliser des représentations graphiques (organigrammes). Utiliser des algorithmes de tri/de recherche Utiliser le modèle canonique de gestion d'E/S : ouvrir, lire, écrire, fermer.	Approfondissement du programme de mathématiques-informatique de 1e année
Structure et gestion des données	Décrire les structures de données et les méthodes d'accès directe et/ou indirecte : liste, file, pile, tableau, etc. Décrire les structures dynamiques : listes chaînées. Décrire les différents types de formats de fichier, et les logiciels standards associés : exécutable, texte, tableau, dessins, image, vidéo, son, etc. Décrire les principes des techniques de cryptage et de compression des données. Décrire les différents types de bases de données (relationnelles, objets, ...), leur organisation, les techniques de mise à jour (tables, liens, MCD, requêtes, ...) et les modes d'accès avec une application logicielle.	Approfondissement du programme de mathématiques-informatique de 1e année
Programmation procédurale	Manipuler des données (« quoi ») en pseudo-langage et/ou en java. Transcrire des algorithmes (« comment ») en pseudo-langage et/ou en Java. Développer des programmes « console » avec gestion des arguments de la ligne de commande.	Approfondissement du programme de mathématiques-informatique de 1e année

1. Développement logiciel (suite)		
Contenu	Capacités attendues	Observations
Initiation à la programmation orientée objet	Définir ce qu'est un objet, et une classe d'objet. Définir et utiliser les mécanismes d'héritage, d'agrégation et de composition. Modéliser des objets et des liens entre classes en UML (Unified Modeling Language). Instancier un objet à partir d'une classe. Définir et utiliser les classes <i>abstraites</i> . Définir et utiliser le polymorphisme. Définir et utiliser l'encapsulation. Utiliser des flux d'entrée/sortie. Définir des opérateurs et des surcharges d'opérateurs.	On s'abstiendra de toute théorisation excessive et on privilégiera la mise en œuvre pratique des concepts. Des exercices en UML pourront judicieusement précéder la phase de programmation. On veillera à utiliser des exercices simples permettant d'obtenir des résultats concrets.
Langage de programmation	Utiliser un langage de programmation orienté objet.	Le langage prescrit est Java. Compte-tenu du volume horaire restreint, et afin de ne pas engendrer de confusion chez les étudiants, il n'est pas souhaitable de présenter un autre langage. Tout au plus pourra-t-on citer les principaux langages de programmation orientés objet, et donner leur champ d'utilisation.
Outils de génération de code	Utiliser des outils de développement rapide d'application (RAD), des générateurs d'Interface Homme-Machine (IHM), des boîtes de dialogue standards. Utiliser des bibliothèques statiques et/ou dynamiques.	On pourra utiliser le logiciel Eclipse.
Programmation événementielle	Gérer des événements, signaux et interruptions.	A titre d'information, on pourra éventuellement aborder les problèmes de cohérence événementielle.
Qualité logicielle	Gérer les erreurs/exceptions. Documenter des programmes. Assurer la compatibilité logicielle. Utiliser des outils de déverminage. Créer et réaliser des programmes de tests.	Approfondissement du programme de mathématiques-informatique de 1e année.

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
ELECTRO TECHNICIEN MARINE

ANNEXE II.3

FORMATION EN MILIEU PROFESSIONNEL

1. Objectifs

Une période de stage obligatoire en milieu professionnel est organisée pour le candidat au brevet de technicien supérieur MASEN. Ce stage est un temps d'information et de formation visant à :

- découvrir en profondeur le monde de l'entreprise, en participant pleinement à ses activités, en observant pour les comprendre les modes d'organisation et les relations humaines qui l'animent, ainsi que les atouts et les contraintes ;
- approfondir et mettre en pratique des compétences techniques et professionnelles acquises ou en cours d'acquisition, en étant associé aux Tâches professionnelles techniques, aux projets en cours et en découvrant, les spécificités de l'entreprise ;
- s'informer, informer et rendre compte, par écrit, dans le cadre de la rédaction d'un rapport d'activité en entreprise structuré, dans le but de démontrer ses capacités d'analyse d'une situation professionnelle et de mettre en oeuvre les compétences acquises en communication.

Si le stage en milieu professionnel n'est pas, au sens réglementaire du terme, une période de formation en entreprise validée par la vérification de nouvelles compétences acquises, il est le lieu privilégié pour découvrir, observer et comprendre des situations professionnelles qui ne se rencontrent que très rarement dans le cadre scolaire, comme :

- la mise en œuvre de moyens de conception, de production et de contrôle particuliers ;
- l'utilisation de systèmes de gestion, d'ordonnancement et de suivi de production ;
- la mise en œuvre de plans d'amélioration de la qualité, de gestions des ressources humaines, de formation ;
- le respect de politiques de prévention des risques, d'amélioration de la sécurité ;
- la mise en œuvre de moyens de production relatifs aux ouvrages.

Quel que soit leur niveau de pertinence, les situations professionnelles présentes dans l'entreprise permettent alors d'illustrer concrètement les fonctions ainsi que les activités définies dans le référentiel des activités professionnelles.

2. Organisation

2.1 Voie scolaire

2.1.1. Réglementation relative aux stages en milieu professionnel

Le stage, organisé avec le concours des milieux professionnels, est placé sous le contrôle des autorités académiques dont relève l'étudiant et le cas échéant, des services du conseiller culturel près l'ambassade de France du pays d'accueil pour un stage à l'étranger.

Chaque période de stage en entreprise fait l'objet d'une convention entre l'établissement fréquenté par l'étudiant et la ou les entreprise(s) d'accueil. La convention est établie conformément aux dispositions du décret n°2006-1093 du 29 août 2006 pris pour l'application de l'article 9 de la loi n°2006-396 du 31 mars 2006 pour l'égalité des chances.

Toutefois, cette convention pourra être adaptée pour tenir compte des contraintes imposées par la législation du pays d'accueil.

Dans le cas d'une période de formation faisant l'objet d'un embarquement à bord d'un navire de mer, la convention pourra être conforme à une convention type définie l'arrêté du 3 septembre 2013 fixant les modèles de convention de stage pour les élèves des lycées professionnels maritimes ou d'organismes de formation.

Pendant le stage en entreprise, l'étudiant a obligatoirement la qualité d'étudiant stagiaire et non de salarié. La convention de stage doit notamment :

- fixer les modalités de couverture en matière d'accident du travail et de responsabilité civile ;
- préciser les objectifs et les modalités de formation (durée, calendrier) ;
- préciser les modalités de suivi du stagiaire par les professeurs de l'équipe pédagogique responsable de la formation et l'étudiant.

2.1.2. Mise en place et suivi du stage

La recherche des entreprises d'accueil est assurée par les étudiants, sous la responsabilité du chef d'établissement. Le stage s'effectue dans des entreprises exerçant des activités dans le domaine maritime, en relation avec les champs technologiques objets du BTS MASEN.

Le stage doit être préparé avec soin par l'équipe des enseignants des disciplines professionnelles en liaison étroite avec tous les enseignements, toute l'équipe pédagogique étant concernée par la période de stage. Il est important que les étudiants ressentent l'intérêt que leurs professeurs portent à l'entreprise et puissent s'entretenir avec ces derniers de leurs impressions et découvertes, des éléments d'analyse à privilégier et des axes forts de leur rapport d'activité en entreprise.

Le temps de stage(s) en milieu professionnel est organisé, en tenant compte :

- des contraintes matérielles des entreprises et des établissements scolaires ;
- des compétences acquises ou en cours d'acquisition des stagiaires ;
- des fonctions professionnelles du référentiel ;
- des compétences à valider lors de l'évaluation.

En fin de stage, un certificat est remis au stagiaire par le responsable de l'entreprise ou son représentant, attestant la présence de l'étudiant. Un candidat qui n'aura pas présenté cette pièce ne pourra être admis à se présenter à la sous-épreuve E81 (Rapport d'activité en entreprise). Un candidat, qui, pour une raison de force majeure dûment constatée, n'effectue qu'une partie du stage obligatoire, peut être autorisé par le président du jury à se présenter à l'examen.

La durée globale du stage est de huit semaines, y compris deux semaines prises sur une période de congés scolaires. La période du stage, identique pour tous les étudiants d'une même promotion, est placée vers le milieu de la 2e année de BTS.

2.1.3. Rapport d'activité en entreprise

À l'issue du stage, les candidats scolaires rédigent un rapport présentant les éléments suivants :

- l'entreprise d'accueil, ses productions, sa structure et ses modes d'organisation (par le biais de quelques pages synthétiques résumant ces données) ;
- la description d'une ou plusieurs activités réalisées durant le stage en lien avec les compétences terminales évaluées (ces activités ayant permis d'aborder la connaissance de l'entreprise sur les plans de la technique industrielle, de l'organisation et de la gestion, de l'analyse d'un système technique existant en vue de proposer des améliorations).

Ces développements doivent être structurés et doivent permettre d'expliciter les objectifs assignés, les résultats obtenus ou observés, les contraintes prises en compte et être accompagnés de commentaires personnels.

Une courte conclusion du stage, fera ressortir les découvertes faites par le candidat et ce qu'il en retiendra en liaison avec son projet professionnel.

L'ensemble doit se limiter à une trentaine de pages, non compris les éventuelles annexes, privilégiant des développements personnels et limitant au maximum les reproductions de documents disponibles dans l'entreprise qui devront être renvoyés en annexe.

2.1.4. Documents pour l'évaluation

Au terme du stage, le(s) professeur(s) concerné(s) et le(s) tuteur(s) de l'entreprise déterminent conjointement l'appréciation qui sera proposée à l'aide de la fiche d'appréciation du travail réalisé. Cette fiche est élaborée et mise à jour par l'Unité des Concours et Examens Maritimes (UCEM), elle est jointe à la circulaire nationale d'organisation des épreuves du BTS MASEN diffusée chaque année

2.2.2 Voie de l'apprentissage

Pour les apprentis, les certificats de stage sont remplacés par la photocopie du contrat de travail ou par une attestation de l'employeur confirmant le statut du candidat comme apprenti dans son entreprise.

Les objectifs pédagogiques ainsi que les supports de la sous-épreuve E81 (Rapport d'activité en entreprise) sont les mêmes que ceux des candidats de la voie scolaire.

3. Aménagement de la durée du stage

La durée normale du stage est de huit semaines. Pour une raison de force majeure dûment constatée ou dans le cadre d'une formation aménagée ou d'une décision de positionnement, la durée de stage peut être réduite mais ne peut être inférieure à quatre semaines.

Toutefois, les candidats qui produisent une dispense (notamment au titre de la validation des acquis de l'expérience) ne sont pas tenus d'effectuer ce stage.

Aucune incapacité physique ou mentale, médicalement constatée, ne peut justifier une dispense du stage. Si nécessaire, le candidat concerné se voit attribuer un délai supplémentaire afin de pouvoir réaliser son stage. Le jury sursoit à statuer sur le cas du candidat durant ce délai.

Le président du jury est seul autorisé à valider les aménagements de la durée de stage ou les dispenses.

4. Candidats scolaires ayant échoué à une session antérieure de l'examen

Les candidats ayant échoué à une session antérieure de l'examen ont le choix entre deux solutions :

- présenter le précédent rapport d'activité en entreprise éventuellement modifié,
- élaborer un nouveau rapport après avoir effectué un autre stage.

Les candidats apprentis redoublants peuvent :

- proroger leur contrat d'apprentissage initial d'un an,

- ou conclure un nouveau contrat avec un autre employeur (en application des dispositions de l'article L117-9 du code du travail).

BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
SPÉCIALITÉ
ELECTRO TECHNICIEN MARINE

ANNEXE II.4

PROJET TECHNIQUE

1. Objectifs

Le projet technique a pour but de permettre aux étudiants de faire la preuve de l'acquisition des compétences prévues au présent référentiel, dans le cadre d'une situation se rapprochant des situations professionnelles auxquelles ils pourront être confrontés dans le déroulement de leur carrière.

Ce projet sera donc également l'occasion de démontrer leurs capacités :

- à travailler en autonomie ;
- à travailler en équipe.

2. Modalités

Le travail demandé consiste à la conception voire à une évolution d'une partie d'un produit ou d'un service en liaison avec une problématique authentique liée à un cahier des charges. Les équipements, systèmes auxquels est confronté le candidat sont représentatifs des domaines d'activités :

- · télécommunications, téléphonie et réseaux téléphoniques ;
- · informatique, réseaux et infrastructures ;
- · multimédia, son et image, radio et télédiffusion ;
- · mobilité et systèmes embarqués ;
- · électronique et informatique ;
- · mesure, instrumentation et microsystèmes ;
- · automatique et robotique.

L'ambition du projet est contrainte par la nature du problème posé et le temps imparti. Le temps de travail demandé aux étudiants doit être compatible avec les exigences d'une maquette ou d'un prototype. Il n'est pas question de donner à quelques étudiants en formation la conception d'un produit qui nécessiterait l'intervention d'un bureau d'étude expérimenté associant de nombreux ingénieurs et techniciens pendant plusieurs mois !

La réalisation proposée permet une validation fonctionnelle du cahier des charges (fonctions de service et fonctions de contrainte). Dans tous les cas, mais encore de façon plus affirmée lors d'un partenariat industriel, et compte tenu des compétences à évaluer, tant en terme logiciel que matériel, la réalisation, le déploiement et la documentation doivent être menés dans le respect des standards et normes en vigueur (standards imposés par le client, etc.).

En cas de collaboration entre une entité extérieure (entreprise, laboratoire, etc.) et un établissement de formation, il sera utile d'établir des conventions afin de formaliser les termes du partenariat : confidentialité, propriété, interlocuteurs spécifiques, financement, déplacements des étudiants. En fonction des ressources et des disponibilités du partenaire industriel, une partie du projet peut se dérouler à l'extérieur. Les conditions d'accueil et de déplacement des étudiants sont à préciser le plus clairement possible dans la convention.

3. Organisation

Projet en formation par la voie scolaire

Les projets doivent s'appuyer sur un cahier des charges authentique. Les donneurs d'ordre issus de l'entreprise sont à privilégier. A défaut, l'établissement de formation peut jouer le rôle de donneur d'ordre.

Il est de la responsabilité des équipes pédagogiques de rechercher auprès des industriels les éléments qui permettront de constituer les sujets de projets techniques. Le projet peut être réalisé en partie dans le centre de formation (développement, essais), en partie dans l'entreprise (intégration, recette, formation des utilisateurs, etc.) ou en totalité dans le centre de formation, si l'environnement matériel est disponible (mise à disposition de tout ou partie du système support du projet).

Les étudiants travaillent par groupes de 3 à 4. Ils devront réaliser le projet en se répartissant les problématiques décomposées au préalable par l'équipe pédagogique. Ils ont la possibilité de proposer une organisation modifiée par rapport à celle proposée initialement.

Le nombre de projets proposés pour une division ne peut être inférieur à 2.

Un projet important dont l'équipe pédagogique mesure la complexité relative mais qui reste compatible avec la réussite des étudiants, peut être décomposé en plusieurs « projets » qui pourront être confiés à différentes équipes. La répartition est du ressort de l'équipe pédagogique qui précisera les limites de chaque étude. L'équipe d'étudiants sera évaluée sur le projet qui lui a été confié par un contrat s'appuyant sur un cahier des charges spécifiques. Dans ce cas, l'étude de l'environnement du projet intègre la compréhension globale du problème posé ;

Des équipes peuvent travailler sur le même projet avec le souci de mise en œuvre de solutions technologiques différentes. Le concept de maquette ou de prototype prend ici tout son sens avec le développement de solutions concurrentes, le choix étant laissé au donneur d'ordre d'évaluer la solution la plus pertinente au regard des éléments apportés par chaque équipe d'étudiants.

On demandera aux étudiants d'assembler les différentes structures matérielles et logicielles qu'ils auront réalisées et d'effectuer les essais de la maquette ou du prototype assemblé, dans une situation permettant de tester, à minima, toutes les fonctionnalités demandées dans le cahier des charges.

Chaque sujet proposé s'appuiera sur un cahier des charges fonctionnel. Il précisera le contexte du projet avec les contraintes associées, la nature des Tâches professionnelles à réaliser, leur chronologie et leur enchaînement, les ressources et les moyens à disposition.

Projet en formation par la voie de l'apprentissage

De par la nature de ce type de formation, l'apprenti bénéficie généralement d'un cadre industriel favorable à la réalisation du projet au sein de l'entreprise. Il faut donc privilégier dans ce cas le projet réalisé en entreprise. Le sujet est proposé par le centre de formation après négociation avec le tuteur et l'entreprise. Il sera nécessaire dans la présentation du projet de faire ressortir les phases qui participent réellement de l'épreuve professionnelle de synthèse et qui devront être réalisées en autonomie par l'étudiant, même si la collaboration avec les différents membres de l'entreprise est incontournable. C'est au responsable du centre de formation, en collaboration avec le tuteur en entreprise, de spécifier le projet support de l'évaluation dans les mêmes conditions que pour les candidats de la voie scolaire.

L'apprenti est intégré au sein d'une équipe qui doit être explicitée (noms et fonctions, Tâches professionnelles au sein du projet). Les professionnels repérés :

- participent au développement du projet lui-même ;
- ont une connaissance avancée du projet, dans le cas où l'apprenti travaille en grande autonomie. Il faut éviter que l'apprenti se retrouve isolé, privé de ressources, de la communication et du soutien dont il doit contractuellement bénéficier.

4. Préparation des projets

Choix du support du projet

Le projet doit comporter un environnement caractéristique d'une application appartenant aux champs technologiques du BTS MASEN. Les contraintes de réalisation peuvent être prises en compte par l'équipe :

- contraintes financières (budget alloué) ;
- contraintes de développement (matériel et/ou logiciel imposé) ;
- contraintes qualité (conformité, délais,...) ;
- contraintes de fiabilité, sécurité.

La reconduction d'année en année d'un projet qui intègre le même cahier des charges et les mêmes solutions technologiques est à proscrire.

La répartition des Tâches professionnelles au sein de chaque groupe projet sera faite de telle façon que chacun de ses membres puisse être évalué sur l'ensemble des compétences.

Chaque étudiant ne réalise pas obligatoirement toutes les Tâches professionnelles susceptibles de valider l'intégralité de la compétence, mais participe à des Tâches professionnelles caractéristiques permettant d'évaluer le niveau d'acquisition de la compétence visée.

Dossier contrat remis à l'équipe de projet (réalisation professeurs)

Lors du démarrage du projet, vers le milieu de la première année de BTS, le dossier de projet est remis à l'équipe d'étudiants :

- La première partie fixe les contraintes générales du projet pour l'ensemble de l'équipe ;
- les parties suivantes s'adressent plus spécifiquement aux différents membres composant l'équipe et précisent les Tâches professionnelles à réaliser de façon individuelle contribuant à la réussite du projet.

Ce dossier projet est un élément contractualisant les Tâches professionnelles et conditions de réalisation en vue de l'épreuve E8.2. Au terme du projet, les examinateurs se baseront sur ces éléments pour évaluer les travaux des étudiants.

Des problèmes de natures diverses peuvent survenir durant la phase de projet, nécessitant la redéfinition ou la redistribution partielle des Tâches professionnelles à effectuer. Une telle situation doit faire l'objet d'un avenant qui sera joint au dossier.

Partie commune du dossier

Cette partie du dossier :

- s'appuie sur un document synthétique qui permet :
 - d'établir un contrat entre le donneur d'ordre et l'équipe pédagogique ;
 - de donner aux étudiants une vision claire du travail qu'ils auront à réaliser et des contraintes associées ;
- comporte :
 - la situation du projet dans son contexte ;
 - le cahier des charges : pour réaliser une formulation suffisante et précise des besoins des utilisateurs, il est indispensable d'utiliser la norme NF X50-151, qui permet l'expression fonctionnelle des besoins. On pourra éventuellement s'appuyer sur une description SysML ou UML ;
- à cette approche, il est nécessaire d'adjoindre :

- les contraintes techniques et économiques qui précisent la nature de la solution attendue (exemple : liste ou nature des principaux composants à mettre en œuvre, partie du programme à modifier, outils à utiliser, etc.) ;
- les ressources mises à disposition (établissement et entreprise) ;
- la composition de l'équipe ;
- l'inventaire des Tâches professionnelles générales et planning prévisionnel intégrant les dates des revues.

Ces points impliquent que les professeurs aient préalablement étudié la faisabilité de la solution proposée. Les étudiants interviennent pour définir la solution en s'appuyant sur la documentation, des essais réels ou des simulations.

Parties personnelles du dossier

Ces parties comprennent l'inventaire des Tâches professionnelles confiées en propre à chaque membre de l'équipe. Pour chacune des Tâches professionnelles, l'objectif à atteindre ainsi que le critère de réussite associé, sont précisés.

Ce document constitue un contrat entre l'équipe pédagogique et l'étudiant.

5. Validation des projets

La validation des projets destinés aux étudiants est réalisée dans le cadre de la commission (inter)académique qui répond à deux objectifs :

- analyser la cohérence technique du projet, qui se rapporte plus particulièrement à la partie commune du dossier « contrat », accompagnée des éléments de description ou ressources techniques « produit » ;
- étudier la cohérence pédagogique du projet, qui se rapporte à la décomposition en parties collectives et individuelles, avec appréciation des difficultés proposées, du temps imparti, de l'adéquation aux compétences visées.

6. Suivi et compte rendu de projets :

Dossier de suivi de projet (réalisation étudiants) :

Au fur et à mesure du déroulement du projet, il est indispensable que les étudiants consignent les éléments des Tâches professionnelles qu'ils réalisent au sein d'un dossier de suivi de projet. Ce dossier personnel a plusieurs utilités :

- formaliser l'avancement du travail de l'étudiant (notes, organigrammes, notes de calcul, résultats d'essais, mesure, simulation, modes opératoires, éléments de procédure ;
- compiler les ressources utilisées (notices techniques, document constructeur,)
- préparer les revues de projets qui seront au nombre de trois sur la durée du projet ;
- consigner les éléments qui serviront à préparer le dossier technique de projet.

Revue de projet

Après le lancement du projet, à mi-projet, et durant la phase finale du projet, un bilan doit mettre en évidence :

- ce qui a été réalisé ;
- ce qui reste à réaliser ;
- les ajustements éventuels, techniques ou relatifs au planning.

Outre l'intérêt des revues de projet pour accompagner l'étudiant dans une partie importante de sa formation, elles permettent de constater avec lui son niveau d'implication et l'avancement du projet. Elles permettent à l'équipe pédagogique de définir des étapes privilégiées pour construire l'appréciation globale, objective et partagée, qui accompagnera le dossier réalisé par l'étudiant.

C'est aussi un moyen qui permet à l'équipe pédagogique de constater les besoins des étudiants, et donc de proposer des éléments de formation complémentaires ou de remédiation.

- La première revue de projet a pour objectif de vérifier la compréhension du travail demandé et la mise en œuvre du travail par les différents membres de l'équipe. Elle permet d'envisager quelques pistes de solutions. Elle se déroule de manière informelle avec le professeur référent.
- La deuxième revue de projet permet de vérifier les solutions retenues ainsi que les essais qui permettent d'atteindre progressivement le fonctionnement désiré de la réalisation. Cette revue fait l'objet d'une présentation orale individuelle (avec support multimédia) et se déroule en présence d'au moins deux professeurs, dont au moins un professeur de spécialité.
- La troisième revue de projet permet d'évaluer le niveau d'avancement du projet, d'élaborer une procédure de recette globale de la réalisation et l'intégration de sa partie dans ce qui sera présenté, lors de l'épreuve, devant la commission d'interrogation. Cette revue fait l'objet d'une présentation orale individuelle (avec support multimédia) et se déroule en présence d'au moins deux professeurs, dont au moins un professeur de spécialité. Un professionnel peut être adjoint aux professeurs en fonction de la spécificité du projet.

Spécificité de la formation par la voie scolaire

Chaque membre de l'équipe de projet consigne, dans le dossier de suivi, les Tâches professionnelles qu'il réalise pour une période donnée. Les documents relatifs à la vie du projet (devis, bons de commandes, etc.) sont joints au dossier. L'équipe pédagogique doit pouvoir mettre en correspondance les Tâches professionnelles effectuées et les compétences développées pendant cette période. L'utilisation d'un logiciel de gestion de projet pourra aider les étudiants dans cette démarche.

Spécificités de la formation par la voie de l'apprentissage

Dans le cas où le projet est développé dans l'entreprise, l'apprenti est soumis aux règles de gestion et de suivi de projet de l'entreprise. Il utilise les documents de l'entreprise. Le suivi est assuré par une personne de l'entreprise. L'enseignant ou l'équipe pédagogique ayant en charge l'apprenti doit mettre en correspondance les Tâches professionnelles effectuées et les compétences développées pendant la période de projet.

Dossier technique de projet

À l'issue du projet, l'équipe d'étudiants remet au centre d'examen un dossier technique unique représentatif de l'ensemble du projet. Ce dossier comprend une partie commune à tous les membres de l'équipe et la partie personnelle traitée par chacun d'entre eux.

Le sujet du projet a précisé la répartition des Tâches professionnelles entre celles qui devaient être réalisées de façon commune et celles qui devaient être réservées à une action individuelle.

Dans les 30 pages au maximum qui sont allouées à chaque étudiant, et dans le cadre de son autonomie de réflexion et d'action au sein du projet, il est souhaitable qu'une partie de ce qu'il rédige puisse montrer sa participation à une réflexion commune. L'autre partie contiendra les éléments qui permettront d'évaluer son action individuelle.

Le dossier technique du projet réalisé par un groupe d'étudiants peut donc être constitué comme suit :

- Partie commune : (de 20 à 30 pages)
 - introduction, situation du projet dans son contexte industriel ;
 - dossier de spécifications ;
 - dossier d'étude préliminaire et plan de tests des performances au regard du cahier des charges. Suivant la nature du projet et ses points d'entrée, certains éléments de ce dossier peuvent être présents dans les parties personnelles.
 - éléments nécessaires à la recette de la maquette ou du prototype final ;
 - résultats des essais de la maquette ou du prototype final ;
 - conclusion par rapport au cahier des charges fourni par le donneur d'ordre : test intégration, procédure et résultats de la recette.
- Partie personnelle : (de 20 à 30 pages)
 - situation de la partie personnelle dans l'ensemble du projet ;
 - dossier d'étude et de réalisation détaillée, essais unitaires.

En fonction des spécificités du projet et des contraintes de documentation imposées par le cahier des charges, des documents annexes peuvent être joints sous forme électronique (annexes techniques, programmes complets, manuel d'utilisation, notice de maintenance, sources complets,...).

7. Procédure de validation des projets

Pour chaque établissement préparant à l'examen, les professeurs de spécialité et les professeurs de SPC définissent les projets et constituent les dossiers contrats.

Au plus tard, dans le courant du mois d'octobre de la seconde année de STS, et au plus tard fin novembre, les dossiers contrats de projet sont proposés à la commission d'harmonisation qu'il est souhaitable de constituer de manière inter-académique, mise en place par l'IGEM, qui a pour rôle :

- d'examiner et de valider les propositions des équipes enseignantes pour les candidats en formation (scolaires, apprentis, etc.) ;
- de valider les réalisations confiées aux candidats relevant de la formation professionnelle continue ;
- de valider les critères d'évaluation et les éléments de recette de chacun des projets retenus, après modifications ou ajouts éventuels. Il ne sera pas du ressort de l'équipe pédagogique de modifier ces critères, sauf avenants.

Les documents validés lors de cette commission seront communiqués aux candidats et définiront de façon contractuelle le travail à réaliser pour l'examen. Ces documents sont à joindre au dossier de

l'étudiant afin qu'ils puissent être consultés par la commission d'interrogation qui sera ainsi renseignée des limites et des conditions du travail qu'il avait à réaliser.