

A. Référentiel des activités professionnelles

◆ DOMAINES D'ACTIVITE DU TECHNICIEN SUPERIEUR

L'activité professionnelle du technicien supérieur en électrotechnique est centrée sur l'énergie électrique, sa conversion et ses utilisations. Son domaine de compétences s'étend de la conception, à la réalisation et à la maintenance des équipements électrotechniques. Dans le secteur de la construction électromécanique, il peut être intégré dans un bureau d'études ou une équipe technique chargée de l'amélioration, du développement et de la diversification des matériels.

Le technicien supérieur assure une fonction de dialogue importante avec les responsables de divers domaines : mécanique, climatique, génie civil, etc., mais l'équipement mécanique de l'installation est souvent antérieur à son intervention.

Le technicien supérieur en électrotechnique intervient sur des systèmes pluri-technologiques associant les courants forts des convertisseurs d'énergie (dispositifs d'électronique de puissance) et des récepteurs (moteurs, appareils de chauffage, etc.) aux courants faibles des différents niveaux de commande.

Le champ d'intervention du technicien supérieur et son degré d'initiative et de responsabilité sont essentiellement liés à la taille et à la spécificité de l'entreprise qui l'emploie.

Dans les domaines d'activité où il intervient, le technicien supérieur en électrotechnique peut être amené selon le cas à remplir tout ou partie des fonctions suivantes :

LA FONCTION PRE-ETUDE

Cette fonction peut être déléguée au technicien supérieur en électrotechnique par l'ingénieur. Elle consiste en une participation à la définition des besoins du client en vue du choix de la solution électrique.

LA FONCTION ETUDE ET DEVELOPPEMENT

Elle apparaît distinctement dans les cinq domaines de compétence du technicien supérieur en électrotechnique qui, avec la réalisation éventuelle d'un prototype et la mise en œuvre des matériels et systèmes de test et de développement :

- choisit le récepteur à partir des caractéristiques de sortie imposées,
- définit un convertisseur d'énergie approprié,
- définit la commande de l'installation et l'ensemble des protections,
- définit l'équipement assurant le pilotage de la commande de l'installation,
- définit ou adapte le système de distribution et de gestion d'énergie.

LA FONCTION DOCUMENTATION

Le technicien supérieur en électrotechnique :

- rédige les dossiers de réalisation,
- rédige les documents relatifs à l'exploitation et à la maintenance de l'installation.

LA FONCTION ORGANISATION, REALISATION ET MISE AU POINT

Le technicien supérieur en électrotechnique ordonnance, suit et participe à la réalisation en assurant le contrôle des divers sous-ensembles et leur assemblage.

LA FONCTION INSTALLATION ET MISE EN EXPLOITATION

Le technicien supérieur en électrotechnique participe au montage et assure la mise en service de l'installation sur le site. Il intervient dans la formation des personnels d'exploitation et d'entretien.

LA FONCTION MAINTENANCE

Le technicien supérieur en électrotechnique intervient pour :

- assurer l'entretien des équipements et des installations électriques,
- assurer la remise en service rapide de l'installation.

Cette fonction peut être la fonction principale du technicien supérieur en électrotechnique qui intervient sur des systèmes pluri-technologiques dans des entreprises dont l'activité n'est pas nécessairement du domaine de la construction de matériel électrique ou électrotechnique.

Il est important de signaler que *toutes les compétences requises pour remplir certaines tâches qui constituent l'activité du technicien supérieur en électrotechnique ne sont pas obtenues à la fin de la formation*, mais impliquent une expérience du travail en entreprise. Ceci concerne en particulier les tâches nécessitant des compétences d'organisation et d'encadrement.

L'objectif de la formation sera de donner au technicien supérieur, dans ces domaines, les moyens nécessaires à son évolution dans l'entreprise.

1. FONCTION PRE-ETUDE

Cette fonction peut être déléguée par l'ingénieur au technicien supérieur en électrotechnique selon l'importance de l'affaire à traiter et l'expérience de celui-ci.

◆ TACHE T1

- Participer à l'analyse des choix de tout ou partie de la solution électrique
- Justifier une solution électrique parmi d'autres
- Traduire tout ou partie de ces choix en termes d'actions à entreprendre par la définition d'un avant-projet.

CONDITIONS DE DEBUT

- Les besoins du client
- La faisabilité de la solution électrique

LIEUX

Bureau d'études et sur le site éventuellement

MOYENS

Prise en compte :

- des coûts (matériels et énergie)
 - des délais
 - de la qualité
 - des références normatives nationales et internationales
- Consultation
- de l'ingénieur spécialiste en électrotechnique
 - des spécialistes de mécanique, de génie civil et de génie climatique selon le besoin
 - des fournisseurs de constituants et d'équipements

RESULTATS

Propositions à soumettre au responsable du projet en vue d'une meilleure définition du cahier des charges pour des actions au plan :

- technique
- économique et commercial
- humain (organisation et sécurité)

2. FONCTION ETUDE ET DEVELOPPEMENT

◆ TACHE T2-1

Choisir le récepteur d'énergie électrique à partir des spécifications imposées.

CONDITIONS DE DEBUT

- cahier des charges du procédé
- caractéristiques physiques d'entrée du procédé

LIEU

Bureau d'études

MOYENS

- Recherche de dossiers de réalisations industrielles semblables
- Utilisation de documents techniques et de banques de données
- Consultations de fournisseurs de constituants électrotechniques en collaboration avec le service approvisionnement
- Prise en compte des normes, si besoins internationales, et des réglementations en vigueur.

RESULTATS

Dossier contenant :

- l'étude économique comparative de divers récepteurs,
- les références du récepteur choisi,
- un avant-projet, d'implantation du ou des récepteurs et les contraintes éventuelles qui en résultant.

◆ **TACHE T2-2**

Définir un convertisseur d'énergie approprié.

- Choisir un convertisseur existant
- Adapter un convertisseur aux spécifications de l'application
- Définir un convertisseur par agencement d'éléments préfabriqués
- Participer à la conception d'un convertisseur

LIEU

Bureau d'études, plate-forme et laboratoire

CONDITIONS DE DEBUT

- Caractéristiques d'entrée du récepteur
- Performances statiques et dynamiques du procédé
- Caractéristiques de l'alimentation en énergie existante
- Caractéristiques du convertisseur à adapter
- Avant-projet relatif à la conception d'un convertisseur

MOYENS

- Recherche de dossiers de réalisation industrielles semblables
- Utilisation de documents techniques et de banques de données
- Consultations de fournisseurs de constituants électrotechniques
- Prise en compte des normes, si besoins internationales, et des réglementations en vigueur.
- Utilisation de l'outil informatique (assistance par ordinateur, logiciels de simulation)
- Élaboration d'un projet et expérimentation au laboratoire

RESULTATS

Dossier contenant :

- l'étude économique comparative de diverses solutions technologiques, ceci pour différents fournisseurs,
- les références du convertisseur choisi,
- les références des constituants choisis pour la modification ou la conception du convertisseur,
- les schémas nécessaires à la réalisation,
- les plans d'implantation des constituants,
- les rapports d'essais.

◆ **TACHE T2-3**

Définir la commande de l'installation et l'ensemble des protections :

- choisir les dispositifs de sectionnement et les protections des personnes et des matériels
- Choisir les dispositifs de commande
- Assurer la coordination des parties commande, sectionnement et protection

LIEU

Bureau d'études

CONDITIONS DE DEBUT

- Conditions techniques et économiques d'utilisation et caractéristiques électriques du récepteur
- Caractéristiques électriques de l'alimentation en énergie
- Conditions d'exploitation liées à la sécurité des personnels et à leur qualification

MOYENS

- Documents du spécialiste génie civil et du spécialiste génie climatique pour l'implantation des constituants en tenant compte des structures existantes (tuyauteries de circulation de divers fluides, gaines de ventilation, menuiseries, etc.) et de l'environnement
- Utilisation de l'outil informatique (banques de données, assistance par ordinateur) pour les parties techniques et économiques
- Utilisation des documents des constructeurs pour les constituants (protections, fileries, composants statiques et électromécaniques, connectique, signalisation, éclairage, etc.)
- Prise en compte des normes et réglementations en vigueur pour la protection des personnes, des divers constituants et de l'installation
- Prise en compte des contraintes de maintenance et des exigences de qualité

RESULTATS

Dossier contenant :

- la nomenclature des divers constituants et composants de l'équipement
- les plans d'implantation des constituants et composants
- les plans de mise à la terre
- les schémas nécessaires à la réalisation (unifilaire, multifilaires, architecturaux)
- l'étude économique
- la nomenclature des câbles et canalisations.

◆ **TACHE T2-4**

Définir l'équipement assurant le pilotage de la commande de l'installation et le contrôle de son exploitation.

- Mettre en œuvre le type de pilotage le plus adapté (logique câblée, logique programmée, régulation analogique, numérique ou mixte)
- Choisir les capteurs
- Définir l'interfaçage

LIEU

Bureau d'études

CONDITIONS DE DEBUT

Type de pilotage retenu (logique câblée ou programmée, régulation analogie, numérique ou mixte)

Prise en compte :

- des possibilités d'évolution de l'installation
- des performances de la régulation (rapidité, précision, fidélité)

MOYENS

- Utilisation des documents constructeurs
- Consultation des experts et des fournisseurs
- Utilisation des dossiers de réalisation industrielles similaires
- Utilisation du matériel de simulation pour tout ou partie de la tâche
- Prise en compte des normes et réglementations en vigueur
- Prise en compte des contraintes de la maintenance et des exigences de qualité

RESULTATS

Dossier contenant :

- l'étude économique tenant compte de la technologie retenue
- le choix des capteurs en fonction de la solutions technologique utilisée
- le choix et l'implantation des liaisons d'entrées/ sorties de l'équipement assurant le pilotage de la commande
- l'étude de l'automatisation complète de l'installation (organigrammes et liste des instructions)

◆ **TACHE T2-5**

Définir ou adapter le système de distribution d'énergie moyenne et basse tension

LIEU

Bureau d'études et sur le site éventuellement

CONDITIONS DE DEBUT

- Spécifications opérationnelles du cahier des charges
- Système de distribution d'énergie existant

MOYENS

- Plans du système de distribution d'énergie existant
- A partir de dossiers de réalisations similaires, les différentes solutions envisageables
- Consultation des fournisseurs et du distributeur d'énergie
- Documents constructeur
- Contraintes économiques imposées par le fournisseur d'énergie
- Normes et règlements en vigueur
- Prise en compte des contraintes de maintenance et des exigences de qualité

RESULTATS

Dossier contenant :

- l'étude technique et économique du système de distribution d'énergie
- la justification du choix du type de système de distribution d'énergie retenu
- Les références des matériels à modifier ou à changer
- Les plans complets du système de distribution d'énergie retenu
- Les méthodes et les points de consignes permettant les différents réglages.

3. FONCTION DOCUMENTATION

La fonction documentation apparaît à toutes les étapes du domaine d'activités du technicien supérieur en électrotechnique depuis la pré-étude jusqu'à la maintenance.

◆ TACHE T3

- Communiquer au service Achats les spécifications succinctes des composants et constituants envisagés en vue de la consultation des fournisseurs
- Classer les documents relatifs à l'étude
- Insérer les documents constructeurs nécessaires à la mise en œuvre des divers constituants et composants dans le dossier d'étude
- Vérifier le respect de la normalisation pour la représentation des schémas
- Vérifier que l'étude prend en compte les normes de représentation des schémas
- Définir les documents utiles à la réception et au contrôle des divers constituants
- Rédiger le dossier de réalisation et de mise en service de l'installation.
- Rédiger les documents de relance de fournisseurs, ceux destinés au service après-vente, à l'exploitation, à la maintenance et à la formation des personnels d'exploitation et d'entretien
- Rédiger les rapports d'intervention

MOYENS

- Références normatives, standards d'entreprise ou spécifications constructeur concernant les représentations graphiques, les formats, les plans de classement, les désignations commerciales, etc.
- Matériels classiques et informatisés

RESULTAT

Ensemble de documents exploitables en particulier pour la réalisation et la maintenance de l'installation.

4. FONCTION ORGANISATION, REALISATION ET MISE AU POINT

◆ TACHE T4-1

- Ordonnancer la réalisation des divers sous-ensembles
- Organiser le travail de l'équipe chargée de la réalisation
- Suivre la réalisation
- Assurer la mise au point de chaque sous-ensemble

LIEUX

Plate-forme d'essais, laboratoire et atelier

CONDITIONS DE DEBUT

- Disponibilité et qualification des membres de l'équipe
- Disponibilité et conformité des matériels
- Dossiers contenant :
 - la nomenclature des divers constituants et composants des sous-ensembles
 - les plans d'implantation des constituants et composants
 - Les schémas nécessaires à la réalisation des sous-ensembles (unifilaires et multifilaires)

MOYENS

- Techniques de communication
- Logiciels spécifiques (tableurs, traitement de fiches, programmes P.E.R.T)
- Méthodes de mesurage et de contrôle, d'assemblage et de réglage
- Matériels appropriés (ampèremètre, voltmètre, wattmètre, oscilloscope, analyseur logique, outils d'assistance à la mis en œuvre et à la mise au point par simulation, etc.)
- Outillage et fournitures diverses nécessaires à la réalisation.

RESULTATS

Sous-ensembles en conformité avec les dossiers de réalisation et dans le respect du planning

◆ **TACHE T4-2**

- Ordonnancer la réalisation de l'ensemble
- Informier et organiser le travail de l'équipe de réalisation
- Contrôler les divers sous-ensembles et leur assemblage
- Mettre au point l'ensemble
- Assurer la conformité

LIEUX

Plate-forme d'essais, atelier

CONDITIONS DE DEBUT

- Cahier des charges
- Sous-ensembles et documents d'accompagnement
- Divers constituants à assembler aux sous-ensembles (liaisons électriques, capteurs, matériel de signalisation)
- Plans d'implantations
- Schémas des connexions extérieures

MOYENS

- Techniques de communication
- Méthodes d'assemblages, de réglage et de contrôle
- Techniques de connectique
- Outillage et fournitures diverses nécessaires à la réalisation
- Notice de mise en service

RESULTATS

Réalisation câblée, vérifiée et testée conforme aux dossiers des spécifications

5. FONCTION INSTALLATION ET MISE EN EXPLOTATION

◆ TACHE T5

- Ordonnancer la mise en place de l'installation en liaison avec les autres corps de métier
- Réceptionner les matériels
- Procéder à la mise en place
- Effectuer les réglages nécessaires (optimiser les performances des asservissements, régler le convertisseur ainsi que la sélectivité des différentes protections)
- Mettre en service l'installation
- Participer à la recette
- Former les personnels d'exploitation et d'entretien

LIEU

Sur le site

CONDITIONS DE DEBUT

Matériels à pied d'œuvre

Dossier comprenant :

- les caractéristiques des matériels
- les plans d'implantation des divers matériels à installer
- les plans de mise à la terre
- les schémas de l'installation complète (unifilaires et multifilaires)
- les performances attendues et les contraintes pour la commande du récepteur

MOYENS

- Techniques de communication
- Notices de mise en service et de réglage des convertisseurs, fiches de réglage des protections
- Méthodes de réglages des correcteurs des boucles d'asservissements internes du convertisseur
- Méthodes de réglage des protections sélectives en vue de leur coordination

RESULTATS

Installation en conformité et acceptée par l'utilisateur
Personnels formés pour exploiter et entretenir l'installation

6. FONCTION MAINTENANCE

◆ TACHE T6-1

- Exploiter et renseigner un planning de maintenance d'un équipement ou d'une installation électrique
- Organiser le travail de l'équipe de maintenance
- Assurer la remise en service de l'installation
- Exploiter les constatations d'utilisation et de maintenance à des fins d'amélioration des équipements

LIEU

Sur le site

CONDITIONS DE DEBUT

Connaissance de la politique d'entretien de l'entreprise et de l'ensemble des documents méthode-entretien

MOYENS

- Historique de l'installation
- Documents et méthodes d'entretien
- Techniques d'analyse et de détection de défauts
- Dossiers de réalisation et d'installation
- Procédures spécifiques
- Outils d'assistance à la maintenance (appareils de mesure et de contrôle)
- Liaison avec le service de maintenance général de l'entreprise

RESULTATS

- L'installation est remise en service
- Propositions d'amélioration des installations et équipements transmises au service de maintenance et au service étude

◆ **TACHE T6-2**

- Localiser le défaut
- Diagnostiquer la cause du dysfonctionnement de l'installation
- Organiser le travail de l'équipe d'intervention
- Assurer la remise en service de l'installation

LIEU

Sur le site

CONDITIONS DE DEBUT

Connaissance des circonstances de dérangement

MOYENS

- Historique de l'installation
- Techniques d'analyse et de détection de défauts
- Dossiers de réalisation et d'installation
- Procédures spécifiques
- Outils d'assistance à l'entretien (appareils de mesure et de contrôle)
- Techniques de communication
- Contacts avec le spécialiste compétent si cela s'avère nécessaire
- Prise en compte des règles de sécurité

RESULTATS

L'installation est remise en service

B. Savoirs associés, contenus d'enseignement

I. Partie professionnelle

1. ÉLECTRICITE GENERALE

1.1. Électrocinétique en régime variable

- 1.1.1. Loi d'ohm généralisée en régime variable, puissance instantanée
- 1.1.2. Régimes transitoires, systèmes du premier et du second ordre
- 1.1.3. Dipôles et quadripôles passifs linéaires en régime sinusoïdal, impédances d'entrée et de sortie, diagrammes d'amplitude et de phase
- 1.1.4. Tensions et courants triphasés, montages étoile ou triangle en régime déséquilibré
- 1.1.5. Valeurs moyenne, efficace, développement en série de Fourier d'un signal périodique, application à l'électronique de puissance
- 1.1.6. Puissances en régime périodique
 - Puissances active, réactive, déformante, apparente, facteur de puissance

1.2. Électromagnétisme

- 1.2.1. Loi de Laplace, théorème d'Ampère, forces magnétomotrices, applications
- 1.2.2. Induction électromagnétique, loi de Lenz, f.e.m., inductance, induction mutuelle, auto-induction
- 1.2.3. Ferromagnétisme
 - Aimantation, circuits magnétiques, réluctance, méthode des caractéristiques partielles, électro-aimant, circuit magnétique en présence d'aimants
- 1.2.4. Bobine à noyau de fer alimentée en régime périodique
- 1.2.5. Champs tournants fondamental et harmoniques, définition, création, f.e.m. induite
 -

1.3. Électronique de base

- 1.3.1. Amplification
 - Amplificateur, sommateur, intégrateur, filtres actifs, conversion tension - fréquence
 - Éléments utilisés : amplificateur opérationnel, amplificateur opérationnel de transconductance, amplificateur opérationnel de courant par un transistor ou deux transistors complémentaires.
- 1.3.2. Comparaison et génération de signaux
 - Comparateur, comparateur à hystérésis, astable, monostable, temporisateur
 - Éléments utilisés : circuits intégrés linéaires et circuits intégrés spécialisés réalisant la fonction
- 1.3.3. Commutation
 - Interrupteurs électroniques non commandés et commandés à l'ouverture et à la fermeture, unidirectionnels et bidirectionnels en courant, commutation naturelle et forcée
 - Éléments utilisés : diodes thyristors, transistors bipolaires et à effet de champ
 - Choix de la commande de l'interrupteur et de son dissipateur thermique
- 1.3.4. Logique
 - Fonctions élémentaires, comparateur, mémoires, multiplexeur, décodeur, transcodeur, compteur, opérateurs arithmétiques
 - Logique combinatoire et séquentielle, analyse et synthèse d'une fonction complexe
 - Éléments utilisés : principales fonctions intégrées des différentes familles usuelles, réseaux logiques programmables
- 1.3.5. Isolation galvanique
 - Magnétique, électromagnétique et optique
 - Éléments utilisés : sonde à effet Hall, transformateur, dispositifs opto-électroniques
- 1.3.6. Conversion analogique / numérique et numérique / analogique

2. DISTRIBUTION, APPAREILLAGE ET PROTECTIONS

2.1. Distribution

- Systèmes et réseaux (MT et BT)
- Lignes et câbles
- Postes de transformation d'abonnés

2.2. Appareillage et protections

2.2.1. Sectionnement

- Circuit principal, circuits auxiliaires
- Pouvoir d'ouverture et de coupure
- Problème de condamnation de manœuvres
- Association avec fusibles

2.2.2. Établissement et interruption du courant

- Arc électrique : effet thermodynamique, soufflage électromagnétique, pneumatique, pneumatique, par fragmentation, coupure dans l'huile, l'air comprimé, le vide, le SF6, coupure statique

2.2.3. Régulation d'énergie

- Optimisation de la fourniture d'énergie

2.2.4. Protection

- Disjoncteur, usage industriel et domestique
- Coupe circuit à fusibles, usage industriel et domestique
- Relais de protection
- Coordination et sélectivité

2.2.5. Matériaux associés à la technique de l'appareillage

2.2.6. Protection des personnes

- Protection différentielle, régimes de neutre

3. ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE : CONVERTISSEURS

3.1. Conversion alternatif – continu

3.1.1. Redresseurs non commandés

- Montages monophasés et polyphasés à commutation simple, double et série, groupement de redresseurs
- Débit sur circuit inductif, dimensionnement de l'ensemble transformateur associé au pont, filtrage par inductance, méthode harmonique, commutation des diodes, empiètement, chutes de tension en charge, perturbations induites dans le réseau
- Filtrage par condensateur : étude qualitative des courants et tensions, dimensionnement des éléments, application à l'alimentation stabilisée avec régulateur de tension

3.1.2. Redresseurs commandés

3.1.21 Montages mixtes

3.1.22 Montages tout thyristors

- Fonctionnement en redresseur
- Réversibilité du montage, conditions nécessaires à ce type de fonctionnement

3.1.23 Groupement de redresseurs à thyristors

- Groupement en série
- Groupement en anti-parallèle, avec et sans courant de circulation

3.1.24 Applications des montages redresseurs

- Comparaison des différents montages : harmoniques de tension et courant, dimensionnement du transformateur, de la bobine de lissage, des redresseurs, chute de tension en charge, puissance réactive en ligne
- Réversibilité des redresseurs : application à la commande des machines à courant continu, fonctionnement dans un, deux ou quatre quadrants.

3.2. Conversion continu – continu

3.2.1. Structures des hacheurs

- Hacheurs série, parallèle, à accumulation, réversibles deux et quatre quadrants en demi- pont et en pont

3.2.2. Utilisation des hacheurs

- Application à la traction électrique, freinage en récupération
- Variation de vitesse des moteurs à courant continu, structure d'un variateur de vitesse redresseur non commandé – hacheur, comparaison avec les montages redresseurs commandés
- Constitution d'une alimentation à découpage

3.2.3. Constitution des hacheurs

- Hacheurs à transistors : commande de base, commutation, transistors bipolaires, M.O.S.
- Hacheurs à thyristors, montages d'extinction ; exemples

3.3. Conversion continu – alternatif

3.3.1. Structures des onduleurs

- Onduleurs de tension en demi- pont, en pont, triphasés
- Différentes commandes : décalée, à modulation de largeur d'impulsion
- Commutateurs de courant

3.3.2. Applications des onduleurs

- Variateurs de vitesse pour moteur asynchrone : structure des variateurs, fonctionnement à $U/f = \text{constant}$, réversibilité de l'ensemble, dimensionnement des éléments, harmonique de tension, de courant et de couple
- Chauffage par induction : onduleurs à circuit oscillant, exemple de montage à thyristors
- Onduleurs à thyristors à commutation forcée : exemples de montages, application au démarrage des machines synchrones auto-pilotées, des machines asynchrones et des onduleurs de sécurité

3.4. Conversion alternatif – alternatif

3.4.1. Gradateurs monophasé et triphasé

- Utilisation sur charge résistive ou inductive, application à la variation de vitesse des moteurs universels, démarrage des moteurs asynchrones, contacteur statique

3.4.2. Cycloconvertisseurs

- Structure, utilisation, réversibilité, fonctionnement à $U/f = \text{constant}$, harmoniques

4. RECEPTEURS ET GENERATEURS

4.1. Machines à courant continu

4.1.1. Bilan énergétique

- Méthodes directes et indirectes de mesurage

4.1.2. Exploitation des caractéristiques des machines associées à leur commande et à leur charge

- (convertisseurs continu- continu et alternatif- continu)
- Possibilité de fonctionnement dans un, deux, ou quatre quadrants, fonctionnement à couple constant, à puissance constante, à vitesse constante

4.1.3. Étude mécanique du régime transitoire de l'ensemble du dispositif

- Réponse à une variation de la commande ou à une modification de la charge
- Mise en vitesse et freinage de la machine à courant continu

4.2. Machine synchrone

4.2.1. Alternateur

- Caractéristiques électriques, détermination par méthodes directes et indirectes
- Alternateur couplé sur un réseau, transfert d'énergies active et réactive

4.2.2. Moteur synchrone

- Étude électrique et mécanique
 - à tension et fréquence constante
 - à fréquence variable, fonctionnement à $U/f = \text{constant}$

4.2.3. Machine synchrone autopilotée

- Structure du dispositif, étude du fonctionnement et de la réversibilité

4.2.4. Moteurs pas à pas

- Moteurs à aimants permanents, à réluctance variable, hybrides
- Caractéristiques statiques et dynamiques, performances
- Commande, alimentation et utilisation des moteurs pas à pas

4.3. Machines asynchrones

4.3.1. Constitution, principe de fonctionnement

4.3.2. Caractéristiques électromagnétiques à fréquence constante, diagramme du cercle simplifié, démarrage, réversibilité, réglage de vitesse par action sur le rotor

4.3.3. Caractéristique de l'ensemble onduleur- machine asynchrone

- Fonctionnement à $U/f = \text{constant}$, réversibilité, performances selon le type de convertisseur utilisé

4.4. Transformateurs

4.4.1. Transformateur monophasé

- Rendement, marche en parallèle

4.4.2. Transformateur triphasé

- Constitution et différents couplages, indice horaire
- Étude en régime déséquilibré, composantes symétriques

4.4.3. Fonctionnements particuliers

- Autotransformateur, transformateurs de mesure
- Transformateur en régime non sinusoïdal de courant ou de tension, transformateur d'impulsions

5. AUTOMATIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

5.1. Conversion d'une grandeur physique en une information électrique

- Principes physiques des capteurs les plus utilisés
- Principaux types de capteurs, exemples caractéristiques dans les domaines analogique et numérique
- Interfaçage
- Échantillonnage et numérisation d'un signal
- Traitement numérique du signal

5.2. Algorithmique et programmation structurée

- Architecture d'un micro-ordinateur, système d'exploitation
- Programmation structurée et algorithmique dans un langage de haut niveau (analyse, organigramme)
- Langage booléen, diagramme fonctionnel

5.3. Logique programmée

- Structure d'un microprocesseur
- Fonctionnement d'un microprocesseur
- Les entrées / sorties, principaux types, modes programmés ou par interruption
- Système de développement : programme éditeur, assembleur et macro-assembleur, code relogeable, programme de mise au point, émulation
- Applications : description et réalisation de systèmes automatiques séquentiels et de systèmes automatiques intégrant des contraintes temporelles

5.4. Systèmes programmables industriels

- Structure, entrées / sorties, langages de programmation : booléen et diagramme fonctionnel
- Systèmes personnalisés
- Automate Programmable Industriel
- Micro-ordinateur industriel
- Protocoles d'échange, réseaux locaux

5.5. Asservissements

- Principes : chaîne d'action, de réaction, capteur, comparateur, propriétés en boucle fermée, précision, exemples dans les domaines analogique et numérique
- Stabilité, marge de phase, correction proportionnelle, intégrale et dérivée
- Étude et applications de régulation de tension, courant, couple, vitesse et position
- Constitution et conditions d'utilisation des micromoteurs synchrones et asynchrones, moteurs pas à pas et des machines tachymétriques
- Application à l'étude d'un variateur de vitesse réversible avec boucles de courant et de vitesse imbriquées, étude d'un cycle de démarrage, freinage et inversion du sens de marche

6. PHYSIQUE GENERALE

- Propagation d'un signal, onde progressive
- Propagation dans un milieu limité, longueur d'onde, transmission, réflexion, ondes stationnaires
- Application aux ondes acoustiques, mécaniques et électromagnétiques

7. GESTION DE PRODUCTION, QUALITE, FIABILITE ET MAINTENANCE

7.1. Gestion de production

- Notions de gestion intégrée, étude des produits, nomenclature
- Notions d'analyse de la valeur
- Expression des besoins
- Gestion des quantités, stocks et encours de fabrication
- Gestion des délais, méthode du chemin critique
- Méthodes de lancement

7.2. Qualité et fiabilité

- Caractéristiques des défaillances
- Domaine d'action de la fiabilité
- Lois de probabilité

7.3. Gestion de la maintenance

- Concepts de maintenance, différents niveaux
- Documents de maintenance

8. SYSTEMES MECANIQUES D'APPLICATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

8.1. Mécanique

8.1.1. Statique du solide

- Système matériel, isolement
- Actions mécaniques dans les différents types de liaison, modélisation
- Conditions d'équilibre d'un solide ou d'un ensemble de solides : traduction graphique
- Applications : études de cas sur des ensembles utilisés en électromécanique

8.1.2. Cinématique

- Cinématique du point
- Cinématique du solide, translation, rotation autour d'un axe, mouvement plan traité de manière graphique
- Champ de vecteurs vitesse, centre instantané de rotation
- Champ de vecteurs accélération
- Composition de mouvements (vitesse et accélération)
- Applications : étude de mécanismes de transformation de mouvement utilisés dans le matériel électromécanique

8.1.3. Dynamique

- Principe fondamental appliqué au solide en mouvement de translation et en mouvement de rotation autour d'un axe fixe
- Quantité de mouvement, moment cinétique
- Quantité d'accélération, moment dynamique
- Travail, puissance, rendement
- Énergie cinétique, énergie potentielle
- Caractéristiques couple/vitesse
- Couple moteur, couple résistant, point de fonctionnement, phases d'accélération et de décélération
- Temps d'accélération et de décélération
- Applications : études de cas portant sur des ensembles comprenant moteurs et masses à mettre en mouvement suivant des paramètres (efforts- couples, masse- inertie, vitesse- temps)

8.2. Technologie de construction

8.2.1. Caractéristiques fonctionnelles des matériaux, propriétés fondamentales, limites d'emploi

8.2.2. Fonctions essentielles des mécanismes électrotechniques : liaisons, guidages, blocage, étanchéité, isolement, blindage, jeux, lubrification, etc.

8.3. Dessin de construction

8.3.1. Lectures de plans ou de dessins appartenant à des dossiers industriels réels représentant des ensembles mécaniques ou électromécaniques couramment utilisés dans la profession électrotechnique

8.3.2. Activités graphiques

- Réalisations de croquis cotés représentant des pièces simples entrant dans la composition d'ensembles électromécaniques (accouplement, accessoires de fixation, etc.)
- Réalisation de schémas cinématiques représentant des mécanismes couramment utilisés en électromécanique
- Représentation d'agencement dans les trois dimensions de composants constitutifs d'un équipement (choix, dimensionnement, agencement d'armoire, boîtier, etc.)

II. Économie et gestion d'entreprise

1. CAPACITES GLOBALES

Le technicien supérieur doit être capable :

- de s'informer sur le tissu industriel national et/ou international dans lequel pourra se situer son activité et d'en dégager les caractéristiques,
- dans une situation professionnelle donnée, de caractériser une entreprise sur divers plans (forme juridique, taille, structure, ...) et de la situer dans son environnement (marchés amont et aval),
- de situer son champ d'intervention dans le Système Entreprise (se situer dans l'organigramme, identifier les liaisons formelles et informelles entre les services de production et les autres services de l'entreprise, etc ...),
- face à un problème donné de dialoguer avec les spécialistes des autres fonctions d'entreprise (dans le cadre d'un groupe d'analyse de la valeur, d'un cercle de qualité par ex.),
- dans toutes les opérations auxquelles il participe, de prendre en compte les dimensions économiques et juridiques, c'est à dire :
 - identifier les données commerciales, financières, législatives et réglementaires, sociales ...
 - appréhender les conséquences (économiques, juridiques, sociales, ...) de choix techniques,
- de se situer dans le cadre juridique applicable à la condition de salarié (droit social).

2. CAPACITES OPERATIONNELLES

2.1. Savoirs et savoir-faire relevant des techniques quantitatives de gestion

- dans une situation de production, identifier et classer les charges (charges directes et indirectes, charges fixes et variables, ...), en tirer des conséquences.
- valoriser les stocks (CM P)
- identifier et classer les coûts partiels : coût d'achat, coût de production, coût de distribution,
- fournir les informations nécessaires à la détermination des coûts liés à son activité (évaluer les temps de travail, déterminer un coût horaire, valoriser les temps de production)
- déterminer le coût d'une opération, d'une production, d'un projet
- établir le coût prévisionnel d'une opération, d'une production d'un projet
- Lire un budget de production et en tirer les informations nécessaires à son activité, participer à l'élaboration d'un budget de production
- analyser les écarts entre prévisions et réalisations, en tirer des conséquences dans son champ d'activités (choix de composants, de processus ... repérage de coûts anormaux)
- apprécier l'influence sur la rentabilité d'une opération, d'une production, d'un projet
- établir un devis
- dégager l'apport de certains outils d'aide à la décision pour guider les choix techniques, utiliser ces outils dans des cas simples (recours à la programmation linéaire, à la méthode PERT ...)
- participer à une réunion technique relative à un projet d'investissement
- appréhender globalement la situation d'une entreprise à partir d'un bilan simplifié et son activité à travers du compte de résultat.

2.2. Savoirs et savoir-faire relevant des techniques administratives

- participer à la circulation de l'information technique :
 - choisir le canal, le média, le support le plus adapté au message à transmettre, au degré d'autonomie de l'émetteur, au destinataire, à l'objectif de communication,
 - participer à la mise en forme et valoriser un message technique
- rechercher des informations sur des documents commerciaux courants (bon de commande, facture, fiche de stock, ...)
- exploiter ces documents dans le cadre de leur activité
- consulter, mettre à jour des fichiers (fournisseurs, produits, ...) consulter ou préparer la consultation d'une banque de données
- participer à une opération d'appel d'offre, à l'exploitation des offres et à la sélection des fournisseurs
- utiliser divers logiciels (tableur, gestionnaire de base de données, traitement de texte) pour traiter les informations nécessaires à l'exercice de leur activité
- mettre en œuvre méthodes et outils de la planification

2.3. Savoirs et savoir-faire relevant des techniques commerciales

- dans un cas précis, retrouver dans la réalisation technique le respect des contraintes du marché (satisfaction des besoins, qualité)

2.4. Savoirs et savoir-faire relevant du droit

- dans toute situation de création et conception :
 - repérer l'opportunité de solliciter une recherche auprès des services ou organismes de protection de la propriété industrielle (information sur les brevets, organismes, procédure)
 - utiliser la terminologie de base permettant le dialogue avec les spécialistes
 - exploiter les informations en retour
- identifier les conséquences du non-respect de clauses d'un cahier des charges fondées sur des dispositions réglementaires relatives au produit ou au processus de production
- lire des contrats relatifs à son activité pour dégager les droits et obligations des parties (contrat de maintenance, de sous-traitance, de travail, conventions collectives par ex.)
- identifier les sources d'information, les personnes et institutions compétentes face à un problème juridique posé dans le cadre de l'activité.

3. CHAMP NOTIONNEL

3.1. L'entreprise

3.1.1. Définition et modes d'analyse

Typologie

Insertion dans le tissu économique (branche, secteur, filière)

3.1.2. Les problèmes fondamentaux de la création et du fonctionnement

- positionnement de l'entreprise sur les marchés et choix du produit
- détermination des ressources nécessaires à la création et au fonctionnement
- la mise en place d'une organisation et la prise en compte des interdépendances des différentes fonctions
- les relations avec l'environnement : rapports avec les administrations et les organismes professionnels

3.1.3. L'Entreprise en tant que système

- le sous-système production, ses relations avec les autres sous-systèmes

3.2. Stratégie d'entreprise et politique de production

3.2.1.

- la structure des décisions dans l'entreprise
- la fixation des objectifs

3.2.2. Le processus d'élaboration de la politique de production

3.2.3. Prévision et planification industrielles

3.3. Le système d'information de la production

3.3.1. Les coûts : composantes, analyse, prévision

- charges directes et indirectes
- charges fixes et charges variables
- marges sur coûts variables
- établissements de devis (notion d'imputation rationnelle des charges fixes)
- introduction à l'analyse des écarts

3.3.2. Budget de production

- notion de gestion budgétaire
- valorisation du programme de production, prise en compte des contraintes

3.3.3. Notions relatives au choix et au financement de l'investissement

3.3.4. La synthèse des informations au niveau de l'entreprise : notion de bilan et de compte de résultat

3.4. Les hommes et la production

3.4.1. Les relations sociales

3.4.2. La politique du personnel

3.4.3. La valorisation des ressources humaines

3.5. Le cadre juridique

3.5.1. Notions de droit civil, commercial et fiscal

- notion de contrat (contrat de maintenance, de sous-traitance, ...)
- notion de responsabilité
- protection de la propriété industrielle
- formes juridiques d'entreprise
- principe de la TVA et de l'imposition des bénéfices

3.5.2. Droit social

- organisation des relations collectives (syndicats, conventions collectives)
- organisation des relations individuelles (le contrat de travail)
- la réglementation du travail et le contrôle de son application (salaire, durée du travail, congés, conditions de travail, CHSCT ; l'inspection du travail)
- la représentation du personnel
- les conflits du travail, les conseils de prud'hommes, les conflits collectifs
- les problèmes relatifs à l'emploi et à la formation
- la protection sociale

3.6. Traitement de l'information dans le cadre des activités productives

3.6.1. Notions relatives aux outils d'aide à la décision

3.6.2. Opération sur fichiers (manuels ou informatiques)

3.6.3. Saisie, diffusion, stockage d'informations en utilisant des supports divers et en recourant à des logiciels

3.6.4. La communication professionnelle

3.6.5. Logiciels de traitement de texte, gestionnaire de base de données, tableurs

3.6.6. Méthodes et outils de la planification

C. Référentiel de certification : Capacités professionnelles

L'activité professionnelle du technicien supérieur en électrotechnique est centrée sur l'énergie électrique, sa conversion et ses utilisations. Son domaine de compétences s'étend de la conception, à la réalisation et à la maintenance des équipements électrotechniques. Dans le secteur de la construction électromécanique, il peut être intégré dans un bureau d'études ou une équipe technique chargée de l'amélioration, du développement et de la diversification des matériels.

Le technicien supérieur assure une fonction de dialogue importante avec les responsables de divers domaines : mécanique, climatique, génie civil, etc., mais l'équipement mécanique de l'installation est souvent antérieur à son intervention.

Le technicien supérieur en électrotechnique intervient sur des systèmes pluritechnologiques associant les courants forts des convertisseurs d'énergie (dispositifs d'électronique de puissance) et des récepteurs (moteurs, appareils de chauffage, etc.) aux courants faibles des différents niveaux de commande.

Le référentiel du diplôme décrit ci-après inventorie l'ensemble des capacités requises du technicien supérieur en électrotechnique.

Il a été élaboré à partir du référentiel de l'emploi qui recense, par fonctions, les activités que le technicien supérieur peut être conduit à assurer dans l'entreprise.

Le tableau qui suit donne la correspondance entre les capacités et les tâches identifiées dans le référentiel de l'emploi comme étant celles du technicien supérieur.

Ensuite pour chacune des capacités, il est précisé :

- sa définition en relation avec les tâches concernées
- les éléments qui sont donnés à l'étudiant (« on donne »)
- les indications d'évaluation par l'obtention du diplôme (« on exige »)
- les contenus d'enseignement professionnel liés aux tâches.

1. NUMEROTATION DES SAVOIRS

S1	Électricité générale
S2	Distribution, appareillages et protections
S3	Électronique de puissance : convertisseurs
S4	Récepteurs et générateurs
S5	Automatique et informatique industrielle
S6	Physique générale
S7	Gestion de production, qualité, fiabilité et maintenance
S8	Systèmes mécaniques d'application de l'énergie électrique

2. NUMEROTATION DES CAPACITES

C1.1	Justifier les éléments techniques d'un avant projet après : <ul style="list-style-type: none">– le décodage d'un avant projet existant– l'élaboration partielle ou totale d'un avant projet
C1.2	Justifier les éléments techniques relatifs : <ul style="list-style-type: none">– à l'équipement de pilotage d'un automatisme– aux procédures d'acquisition des données d'interruption, de commande et de contrôle des liaisons
C2	Évaluer : <ul style="list-style-type: none">– les contraintes de sécurité pour les personnes ;– les incidences de l'avant-projet existant au niveau de l'ordonnancement des travaux et de l'exploitation de l'installation.
C3.1	Valoriser la solution retenue au niveau d'un avant projet par rapport : <ul style="list-style-type: none">– aux contraintes d'exploitation ;– à la consommation énergétique ;– aux possibilités d'extension éventuelles.
C3.2	Valoriser les solutions retenues au niveau d'une procédure de réception d'un produit par le client par rapport : <ul style="list-style-type: none">– à sa conformité avec le cahier des charges ;– à la qualité et la fiabilité des travaux réalisés.
C4.1	Définir les critères de choix au niveau : <ul style="list-style-type: none">– de la puissance nécessaire au procédé ;– des grandeurs caractéristiques d'exploitation ;– des conditions d'alimentation en énergie ;– de la protection des personnes et des matériels ; des perturbations tolérables sur le réseau concernant les récepteurs, les convertisseurs, les dispositifs de sectionnement, protection et commande, les capteurs, les sous-ensembles constitutifs d'une unité centrale.
C4.2	Définir les éléments nécessaires à la mise au point : grandeurs caractéristiques, méthodes de mesurage, procédures.
C4.3	Définir les plannings concernant la réalisation des sous-ensembles, de l'ensemble.
C4.4	Définir les procédures d'intervention pour la maintenance d'une installation.
C5	Choisir au point de vue technique et économique dans la gamme optimale d'utilisation : les récepteurs, les convertisseurs, les dispositifs de sectionnement, de protection et de commande, le système de distribution d'énergie, les capteurs, les sous-ensembles constitutifs d'une unité centrale les mieux adaptés compte-tenu de leurs caractéristiques fonctionnelles.
C6	Adapter : <ul style="list-style-type: none">– aux contraintes et conditions spécifiques d'exploitation un convertisseur standard, un système de distribution existant ;– aux contraintes et conditions spécifiques de compatibilité des signaux, un système standard d'interfaçage.
C7	Concevoir : <ul style="list-style-type: none">– les parties puissance et protection d'un convertisseur commandé par un sous-ensemble préfabriqué ;– l'organisation générale de la coordination des protections ;– le diagramme fonctionnel et la structure algorithmique d'un automatisme ;– la structure fonctionnelle du système de distribution d'énergie.
C8.1	Rédiger les dessins et schémas.
C8.2	Rédiger les dossiers : méthode de réalisation, mise en service et exploitation, service après-vente.
C8.3	Rédiger le programme à partir d'un algorithme.
C8.4	Rédiger : les comptes-rendus d'essais, les rapports d'intervention et de maintenance.
C9	Décoder : les notices techniques et les documents constructeurs (éventuellement rédigés en langue anglaise), les normes et règlements, les documents du dossier technique, les éditions des systèmes informatisés de gestion, les relevés des différents mesureurs.
C10.1	Coordonner la réalisation d'un sous-ensemble, l'assemblage des sous-ensembles.
C10.2	Coordonner l'installation des matériels en liaison avec les autres corps de métiers.
C10.3	Coordonner les procédures d'intervention sur l'installation.
C11	Contrôler la conformité fonctionnelle : d'un sous-ensemble, d'un ensemble, d'une installation.
C12	Animer : les réunions de travail de l'équipe chargée de la réalisation, les séquences d'information pour le personnel exploitant.
C13	Informers les différents services concernés par la réalisation, la mise en service, l'exploitation d'un équipement ou d'une installation de tous les éléments contribuant à une meilleure connaissance : <ul style="list-style-type: none">– des données techniques ;– des produits de la concurrence ;– des spécifications d'achats ;– des conditions d'exploitation et de maintenance.
C14	Diagnostiquer la cause probable d'une défaillance affectant le bon fonctionnement d'une installation à l'aide d'un raisonnement logique et après avoir localisé le sous-ensemble défaillant et les éléments défectueux.
C15	Classer l'ensemble des documents d'études, de réalisation, d'exploitation et de maintenance relatifs à une affaire.

3. CORRESPONDANCE ENTRE CAPACITES ET TACHES IDENTIFIEES DANS L'EMPLOI

Tâches	Pré-étude	Étude - Développement					Documentation	Organisation Réalisation Mise au point		Installation Mise en exploitation	Maintenance	
		Récepteurs	Convertisseurs	Commande	Pilotage	Distribution		Sous-ensemble	Ensemble		Organisation	Intervention
Justifier	2, 4, 7.1, 8				1.3, 5							
Évaluer	2.2, 7.1, 7.3											
Valoriser	2.23, 2.24, 2.26, 5.4, 7.2								2, 3, 4, 5, 7, 8			
Définir		2, 3, 4, 5						1, 2, 3, 5, 6, 7			2, 3, 4, 5, 7, 8	
Choisir		2, 3, 4, 5										
Adapter			2, 3, 5		2, 3, 5							
Concevoir			2, 3, 5									
Rédiger		1.3, 2, 3, 4, 5, 7, 8						2, 3, 4, 5				
Décoder		2, 3, 5, 7									2, 3, 5, 7	
Coordonner							7.1, 7.2		7.1	7		
Contrôler							1, 2, 3, 4, 5					
Animer							2, 5				2, 5	
Informier									Eco/Gestion d'entreprise			
Diagnostiquer										2, 3, 5, 7, 8		
Classer							Eco/Gest					
	T1	T21	T22	T23	T24	T25	T3	T41	T42	T5	T61	T62

Contenus d'enseignement liés aux tâches

1. *Électricité générale*
 - 1.1. Électrocinétique en régime variable
 - 1.2. Électromagnétisme
 - 1.3. Électronique de base
2. *Distribution, appareillage et protections*
 - 2.1. Distribution
 - 2.2. Appareillage et protections
3. *Électronique de puissance : convertisseurs*
4. *Récepteurs et générateurs*
5. *Automatique et informatique industrielle*
 - 5.1. Conversion d'une grandeur physique en une information électrique
 - 5.2. Algorithmique et programmation structurée
 - 5.3. Logique programmée
 - 5.4. Systèmes programmables industriels
 - 5.5. Asservissements
6. *Physique générale*
7. *Gestion de production, qualité, fiabilité et maintenance*
 - 7.1. Gestion de production
 - 7.2. Qualité et fiabilité
 - 7.3. Gestion de la maintenance
8. *Systèmes mécaniques d'application de l'énergie électrique*