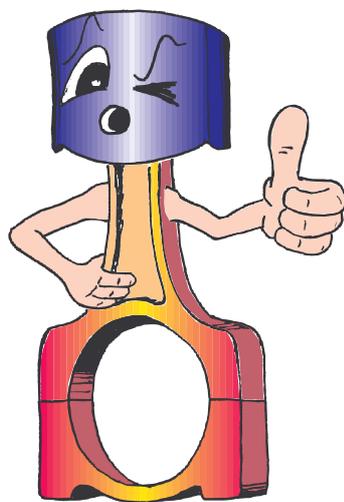


Version du 03/09/97

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

MOTEURS A COMBUSTION INTERNE



Arrêté du 3 septembre 1997 ; JO du 17 septembre 1997 portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Moteurs à combustion interne

NOR : MENL9702438A .
RLR : 544-4b
MEN – DLCB2

Le ministre de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie,

Vu le décret n° 95-665 du 9 mai 1995 modifié portant règlement général du brevet de technicien supérieur ;

Vu l'arrêté du 9 mai 1995 fixant les conditions d'habilitation à mettre en œuvre le contrôle en cours de formation en vue de la délivrance du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel et du brevet de technicien supérieur ;

Vu l'arrêté du 9 mai 1995 relatif au positionnement en vue de la préparation du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel et du brevet de technicien supérieur ;

Vu l'avis de la Commission Professionnelle Consultative Métallurgie, mécanique, électrotechnique, électronique du 26 mars 1997 ;

Vu l'avis du Conseil Supérieur de l'Education du 29 mai 1997

Vu l'avis du Conseil National de l'Enseignement supérieur et de la recherche du 21 mai 1997,

Arrête :

Art. 1^{er}. - La définition et les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Moteurs à combustion interne sont fixées conformément aux dispositions du présent arrêté.

Art. 2. - Les unités constitutives du référentiel de certification du brevet de technicien supérieur Moteurs à combustion interne sont définies en annexe I au présent arrêté.

Art. 3. - La formation sanctionnée par le brevet de technicien supérieur Moteurs à combustion interne comporte des stages en milieu professionnel dont les finalités et la durée exigée pour se présenter à l'examen sont précisées en annexe II au présent arrêté.

Art. 4. - En formation initiale sous statut scolaire, les enseignements permettant d'atteindre les compétences requises du technicien supérieur sont dispensés conformément à l'horaire hebdomadaire figurant en annexe III au présent arrêté.

Art. 5. - Le règlement d'examen est fixé en annexe IV au présent arrêté. La définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation est fixée en annexe V au présent arrêté.

Art. 6. - Pour chaque session d'examen, la date de clôture de registres d'inscription et la date de début des épreuves pratiques ou écrites sont arrêtées par le ministre chargé de l'éducation nationale.

La liste des pièces à fournir lors de l'inscription à l'examen est fixée par chaque recteur.

Art. 7. - Chaque candidat s'inscrit à l'examen dans sa forme globale ou dans sa forme progressive, conformément aux dispositions des articles 16, 23, 24 et 25 du décret du 9 mai 1995 susvisé.

Il précise également les épreuves facultatives, dans la limite de deux, qu'il souhaite subir.

Dans le cas de la forme progressive, le candidat précise les épreuves ou unités qu'il souhaite subir à la session pour laquelle il s'inscrit.

Le brevet de technicien supérieur Moteurs à combustion interne est délivré aux candidats ayant passé avec succès l'examen défini par le présent arrêté, conformément aux dispositions du titre III du décret du 9 mai 1995 susvisé.

Art. 8. - Les correspondances entre les épreuves de l'examen organisées conformément à l'arrêté du 30 juillet 1992 fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Moteurs à combustion interne et les épreuves de l'examen organisées conformément au présent arrêté sont précisées en annexe VI au présent arrêté.

La durée de validité des notes égales ou supérieures à 10 sur 20 obtenues aux épreuves de l'examen subi selon les dispositions de l'arrêté du 30 juillet 1992 précité et dont le candidat demande le bénéfice dans les conditions prévues à l'alinéa précédent est reportée dans le cadre de l'examen organisé selon les dispositions du présent arrêté, conformément à l'article 17 du décret du 9 mai 1995 susvisé et à compter de la date d'obtention de ce résultat.

Art. 9. - La première session du brevet de technicien supérieur Moteurs à combustion interne organisée conformément au présent arrêté aura lieu en 1998

La dernière session du brevet de technicien supérieur Moteurs à combustion interne organisée conformément aux dispositions de l'arrêté du 30 juillet 1992 portant définition du brevet de technicien supérieur Moteurs à combustion interne et modifiant les modalités de la formation sanctionnée par ce diplôme et de l'arrêté du 30 juillet 1992 fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Moteur à combustion interne aura lieu en 1997. A l'issue de cette session, les arrêtés du 30 juillet 1992 précités sont abrogés.

Art. 10. - Le directeur des lycées et collèges et les recteurs sont, chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 3 septembre 1997.

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur des lycées et collèges,
A. Boissinot

Sommaire

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Annexe I | 1 |
| Référentiel des activités professionnelles | 2 |
| Référentiel de certification - Capacités et compétences | 6 |
| Savoirs associés..... | 19 |
| Français | 20 |
| Mathématiques | 21 |
| Langue vivante étrangère | 24 |
| Economie et gestion d'entreprise | 26 |
| Physique appliquée et chimie | 28 |
| Etude des constructions et mécanique appliquée | 29 |
| Technologie moteur..... | 35 |
| Automatique et informatique industrielles | 39 |
| Essais moteur..... | 46 |
| Unités constitutives | 49 |
| Français | 50 |
| Mathématiques | 51 |
| Sciences physiques | 52 |
| Langue vivante étrangère | 53 |
| Etude des constructions et mécanique appliquée | 54 |
| Expérimentation et essais moteur..... | 55 |
| Etude des moteurs | 56 |
| Epreuve professionnelle de synthèse..... | 57 |
| Annexe II | 58 |
| Stage en milieu professionnel | 59 |
| Annexe III | 63 |
| Horaire de formation | 64 |
| Annexe IV | 66 |
| Règlement d'examen..... | 67 |
| Annexe V | 68 |
| Définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation..... | 68 |
| Epreuve E1 : Français | 69 |
| Epreuve E2 : Mathématiques et sciences physiques | 72 |
| Epreuve E3 : Langue vivante étrangère | 76 |
| Epreuve E4 : Etude des constructions | 79 |
| Epreuve E5 : Etude des moteurs | 80 |
| Epreuve E6 : Epreuve professionnelle de synthèse | 83 |
| Langue vivante étrangère II | 87 |
| Economie et gestion | 88 |
| Annexe VI | 89 |
| Tableau de correspondance d'épreuves/unités..... | 90 |

ANNEXE I

**Référentiel des activités
professionnelles**

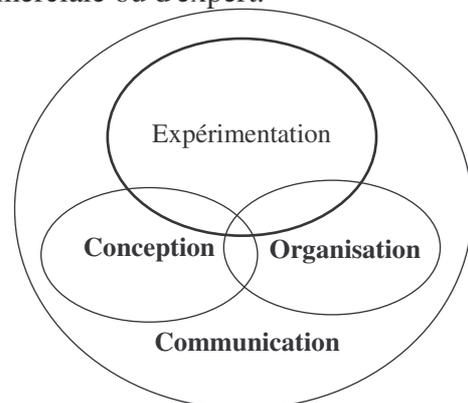
1. Contexte professionnel :

- Le technicien supérieur en moteurs à combustion interne exerce son activité professionnelle dans des entreprises industrielles :
 - de conception,
 - de recherche d'étude,
 - de développement,
 - de construction,
 - d'utilisation,
 - d'utilisation,
 - de maintenance,
 - de mise au point,de moteurs à combustion interne et /ou de ses organes et équipements.
- Ces moteurs transforment une énergie chimique en une énergie mécanique, participent au fonctionnement de systèmes techniques des domaines des transports, de la production d'énergie et des biens d'équipement.
- Leurs équipements assurent les fonctions :
 - d'alimentations,
 - de gestion d'énergie,
 - d'échappement des gaz et de dépollution,
 - d'échanges thermiques.
- Le technicien supérieur est un **expert motoriste** qui maîtrise :
 - la mécanique,
 - la technologie,
 - la thermodynamique,
 - les techniques d'essais et mesures,
 - l'utilisation d'outils informatiques et de conception assistée par ordinateur.des moteurs et équipements.
- Son niveau de formation générale, technique, scientifique, économique en fait un technicien capable d'assurer rapidement la fonction **d'expérimentation**.
- Son expérience renforcée par un complément de formation continue, ses qualités humaines et son degré d'autonomie lui permettent d'évoluer vers des fonctions de **conception et d'organisation**.
- Dans toutes ses activités il facilite la **communication** et optimise la gestion des informations au sein de son équipe, de son entreprise, avec les clients et les fournisseurs.
- **Il peut également** poursuivre des études vers les carrières d'ingénieurs et de l'enseignement, ou exercer une activité technico-commerciale ou d'expert.

2. Fonctions:

Le technicien supérieur MCI, exerce quatre fonctions principales à large domaine de recouvrement :

La fonction dominante est l'**expérimentation**.



2.1. Fonction F1 - Expérimentation

| Tâches | Conditions d'exercice | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Définir les essais, rédiger les procédures, choisir les moyens d'expérimentation et les faire évoluer. | A | Exploiter les connaissances scientifiques et techniques liées au fonctionnement du moteur de ses accessoires et équipements. Comprendre et utiliser les techniques de mesures physiques. Connaître le ou les objectif(s) de l'essai et les résultats attendus. Définir les essais en référence avec les procédures ou méthodes existantes. Prévenir les aléas éventuels. |
| 2. Préparer les moteurs et/ou ses organes et équipements. | A | Adapter l'instrumentation et les équipements aux essais. Vérifier les ordres de grandeur des mesures effectuées. |
| 3. Conduire et réaliser les essais de performances, d'endurance, de comportement et d'environnement. | A | Anticiper sur les incidents, réduire les aléas, Interrompre si nécessaire les essais. Gérer les priorités et respecter les temps impartis. |
| 4. Effectuer le traitement, l'analyse et la synthèse des résultats. | A P | Mettre en forme les acquisitions de données (traitement du signal). Valider le cahier des charges. |
| 5. Exploiter le matériel d'essais et de mesures. | P | Connaître le matériel de mesures et apprécier les écarts enregistrés par rapport aux résultats attendus. Analyser les causes des écarts et les corriger. |
| 6. Rédiger le cahier des charges des moyens d'essais. | P | En relation avec le service métrologie - mesure, diagnostiquer les dysfonctionnements en utilisant les moyens de validation : adapter les moyens de mesures. Connaître les évolutions moteurs. |

2.2. Fonction F2 - Conception

| Tâches | Conditions d'exercice | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Etablir le cahier des charges fonctionnel de l'architecture d'un moteur de ses organes et équipements. 2. Définir et/ou optimiser l'architecture d'un moteur de ses organes et équipements en intégrant les résultats de l'expérimentation. 3. Adapter un moteur, ses organes et équipements à une utilisation spécifique | P | Respecter les normes et la législation en vigueur. Traduire le cahier des charges produit issu des études de marché en cahier de charges conception. Standardiser. Exploiter les connaissances technologiques liées au fonctionnement d'un moteur de ses organes et équipements. Utiliser les moyens de calculs de dessin de conception assistés par ordinateur. |

A = Autonomie. P = Participation.

2.3. Fonction F3 - Organisation

| Tâches | Conditions d'exercice | |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Conduire des projets | P | Après avoir défini un ou plusieurs objectifs de réalisation, réunir les ressources (documentaires, humaines et matérielles) nécessaires et suffisantes, planifier, mettre en œuvre, mesurer, corriger, atteindre le(s) objectifs dans les conditions prescrites (coût, délai). |
| 2. Gérer les ressources humaines | P | Dans son secteur d'activité, définir les fonctions et tâches à remplir, en toute sécurité, par ses collaborateurs, les liens entre elles. Mettre en œuvre, évaluer, corriger en vue d'optimiser le fonctionnement du secteur d'activité. Définir, proposer, conduire, évaluer les actions de formation de ses collaborateurs. |
| 3. Gérer les moyens matériels | A P | Dans son secteur d'activité, définir, choisir, installer, mettre en œuvre (en toute sécurité) et maintenir le matériel utilisé. |
| 4. Mettre en œuvre un manuel qualité | P | Dans son secteur d'activité, définir, mettre en œuvre les actions qui viseront à réaliser les objectifs d'un manuel qualité de l'entreprise. |

2.4. Fonction F4 - Communication

| Tâches | Conditions d'exercice | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Dialoguer avec les membres de l'entreprise et les interlocuteurs extérieurs. | P | Choisir et utiliser les outils de communication les plus adaptés aux informations à transmettre. S'exprimer et rédiger avec concision en français et anglais. |
| 2. Réaliser des dossiers, rédiger des comptes rendus. | A | La maîtrise du français sera bonne, celle de l'anglais convenable. La pratique d'une autre langue européenne pourra être utile. |
| 3. Développer le sens des relations clients – fournisseurs. | A | Se positionner comme client ou fournisseur de son interlocuteur et agir en conséquence. |
| 4. Animer une équipe. | P | Ecouter, informer, convaincre, dynamiser, motiver tous les membres d'un groupe. Multiplier leurs potentiels. |

A = Autonomie. P = Participation.

Référentiel de certification

1. Les capacités

| | Capacités | | Compétences |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Définir Concevoir | C11 | Etablir le cahier des charges fonctionnel de l'architecture d'un moteur, de ses organes et équipements. |
| | | C12 | Définir l'architecture d'un moteur de ses organes et équipements en intégrant les résultats de l'expérimentation. |
| | | C13 | Adapter un moteur, ses organes et équipements à une utilisation spécifique. |
| | | C14 | Définir le cahier des charges des moyens d'essais. |
| C2 | Choisir | C21 | Choisir les moyens d'expérimentation. |
| | | C22 | Choisir les méthodes d'essais. |
| C3 | Mettre en œuvre Expérimenter Optimiser Organiser | C31 | Définir les essais, rédiger les procédures. |
| | | C32 | Préparer les moteurs et/ou ses organes et équipements. |
| | | C33 | Conduire et réaliser les essais de performances d'endurance, de comportement et d'environnement. |
| | | C34 | Conduire des projets. |
| | | C35 | Mettre en œuvre un manuel qualité. |
| C4 | Analyser Interpréter | C41 | Effectuer le traitement, l'analyse et la synthèse des résultats. |
| | | C42 | Faire évoluer les moyens d'expérimentation. |
| C5 | Evaluer Gérer | C51 | Exploiter le matériel d'essais et de mesures. |
| | | C52 | Gérer les ressources humaines. |
| | | C53 | Gérer les moyens matériels. |
| C6 | Communiquer Animer | C61 | Dialoguer avec les membres de l'entreprise et les interlocuteurs extérieurs. |
| | | C62 | Réaliser des dossiers, rédiger des comptes rendus. |
| | | C63 | Développer le sens des relations clients - fournisseurs. |
| | | C64 | Animer une équipe. |

2. Les compétences

| C 1 Concevoir Définir | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| C11 Etablir le cahier des charges fonctionnel de l'architecture d'un moteur de ses organes et équipements | | |
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| <p>Un cahier des charges produit (performance, qualité, coût, réglementation)</p> <p>Les applications concernées (type de véhicules et variantes).</p> <p>Les productions estimées.</p> | <p>De déterminer le dimensionnement global du moteur (encombrement, nombre de cylindres, architecture, masse..).</p> <p>De définir les grandes lignes des périphériques moteurs : alimentation, contrôle moteur (choix des systèmes) circuit d'échappement, circuit de refroidissement....</p> <p>De définir les organes à reconduire et à concevoir.</p> | <p>Les critères fonctionnels et technologiques du cahier des charges sont respectés.</p> |

| C12 Définir l'architecture d'un moteur, de ses organes et équipements en intégrant les résultats de l'expérimentation | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| <p>Un cahier des charges fonctionnel.</p> <p>Des contraintes de fabrication de maintenance de réparabilité.</p> <p>Les attentes clients.</p> <p>Des résultats d'essais.</p> | <p>De déterminer et d'analyser les conséquences du cahier des charges.</p> <p>De comparer à d'autres réalisations.</p> <p>De consulter des fournisseurs en définissant le cahier des charges qu'ils devront respecter.</p> <p>De réaliser des plans d'ensemble, des plans de détails et de définition, des nomenclatures des schémas.</p> <p>D'intégrer les contraintes de fabrication et les attentes clients pour définir les éléments industrialisables.</p> <p>D'orienter les essais en fonction des choix de conception.</p> | <p>Les critères fonctionnels et technologiques du cahier des charges sont respectés.</p> |

| C1 | | Concevoir Définir | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| C13 | | Adapter un moteur, ses organes et équipements à une utilisation spécifique. | |
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation | |
| <p>Un cahier des charges</p> <p>Un nouvel ensemble à réaliser, à équiper ou à compléter (objectif à court terme)</p> <p>Un objectif de performances et de fiabilité.</p> <p>Des délais.</p> <p>Un programme d'étude de lancement d'un produit (objectif à long terme).</p> <p>Un problème de dysfonctionnement et /ou d'évolution des caractéristiques mécaniques rencontré sur un matériel :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de série - de pré - série (tranche pilote) - au stade prototype. <p>Des réglementations</p> | <p>D'assurer la mise en place et la coordination des essais.</p> <p>De modifier et d'adapter le matériel aux nouvelles exigences du cahier des charges</p> <p>D'assister le client pendant les essais de recette et de performances.</p> <p>De suivre la fabrication, le montage et les essais des prototypes et le lancement des prés - séries.</p> <p>De recueillir le maximum d'informations sur les défauts survenant en utilisation.</p> <p>De vérifier et exploiter les renseignements rapportés par les utilisateurs. D'expertiser les produits et matériels défectueux.</p> <p>De hiérarchiser les paramètres pour mieux comprendre le(s) phénomènes(s) en présence.</p> <p>De fournir les recommandations pour l'utilisation et l'entretien du matériel (rechanges - échéanciers de visites - conseils techniques..)</p> <p>De procéder aux retouches ou de proposer des modifications visant à améliorer le comportement en service.</p> <p>De respecter les réglementations.</p> | <p>Les critères fonctionnels et technologiques du cahier des charges sont respectés.</p> <p>Le suivi en service est assuré.</p> <p>le souci de l'industrialisation est permanent</p> <p>Les contraintes économiques sont respectées.</p> <p>Les délais sont respectés.</p> <p>Les règlements sont respectés.</p> | |
| C14 | | Définir le cahier de charges des moyens d'essais. | |
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation | |

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Un projet d'expérimentation d'un moteur et /ou d'un organe avec les objectifs de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - résultats - délais - coût | <p>D'identifier les moyens d'essais ou de mesures n'existant pas, et qu'il sera nécessaire de créer ou d'améliorer.</p> <p>D'établir et définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la fonction à réaliser (supporter, mesurer etc.), - l'environnement et les contraintes à prendre en compte, - la précision et la fiabilité recherchée, - la date de réalisation, le plan de marche et une estimation du coût, - un dossier comportant tous les documents, schémas, descriptifs, dessins, permettant de concevoir et de faire réaliser cet appareil ou ce moyen. | <p>Les critères fonctionnels et technologiques du cahier de charges sont respectés.</p> <p>Les contraintes économiques sont respectées.</p> <p>Les délais sont respectés.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| C2 | | Choisir | |
| C21 | | Choisir les moyens d'expérimentation. | |
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation | |
| <p>Un cahier des charges précisant les paramètres à relever (ou à définir)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puissance - Consommation - Pression, températures, position, débit - Analyse des gaz - Bruits | <p>D'analyser et de définir la chaîne de mesure permettant ces relevés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mesure de force - mesure de vitesse - mesure de pression, de température de débit - des polluants rejetés - des vibrations (mécaniques, acoustiques). <p>De choisir le moyen d'essai, éventuellement de prévoir son adaptation.</p> <p>De choisir la chaîne de mesure en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des qualités demandées à cette mesure (précision, fidélité...) - de la visualisation demandée (oscilloscope, table traçante...) <p>D'organiser la mesure à partir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - du choix du capteur - des problèmes d'interface (connectique, mise en forme) - des problèmes de conversion, de transmission du signal. - des conditions d'entrée, de sortie des processeurs, des calculateurs. - de la puissance des actionneurs. <p>D'utiliser les procédures existantes ou d'en proposer de nouvelles.</p> | <p>Les critères choisis sont strictement suffisants pour vérifier la conformité de l'expérimentation.</p> <p>L'approche globale rapide et performante est assurée.</p> | |

| C22 | | Choisir les méthodes d'essais. | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation | |
| Un cahier des charges d'essais. Un support matériel (moteur et/ou organe). Des moyens d'expérimentation. | De sélectionner une procédure d'essais. | Les critères fonctionnels et de qualité du cahier des charges de la mesure et d'essais sont validés. | |

| C3 Mettre en œuvre Expérimenter Optimiser | | |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C31 Définir les essais, rédiger les procédures. | | |
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| <p>L'objectif de l'essai</p> <p>Un délai</p> | <p>De définir la méthodologie d'essai en harmonie avec les essais existants et comparables.</p> <p>De définir dans le détail les procédures afin qu'elles soient exécutables par un tiers.</p> <p>De rédiger le cahier des charges d'utilisation des moyens d'essais.</p> <p>De choisir les essais compatibles avec le délai et de les planifier.</p> | <p>L'enchaînement des actions et des tâches établies est cohérent, compréhensible et exploitable.</p> <p>Les délais sont respectés.</p> |

| C32 Préparer les moteurs et/ou ses organes et équipements. | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| <p>Des moteurs et/ou des organes et équipements</p> <p>Une procédure d'essais.</p> <p>Une nomenclature.</p> <p>Un problème d'installation de moteur et/ou de ses organes sur un banc d'essais.</p> <p>Un problème de pilotage du moteur et/ou de ses organes en tenant compte des sécurités.</p> | <p>De valider l'installation.</p> <p>D'adapter un moteur et/ou ses organes au récepteur.</p> <p>De s'assurer de la conformité des moteurs et/ou de ses organes et équipement.</p> <p>De respecter les conditions de sécurité des personnes et du matériel.</p> | <p>La conformité fonctionnelle et technologique au cahier des charges est assurée.</p> <p>Les contraintes économiques sont respectées.</p> <p>Les délais sont respectés.</p> |

| C3 Mettre en œuvre Expérimenter Optimiser | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C33 Conduire et réaliser les essais de performances, d'endurance, de comportement et d'environnement. | | |
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| Une demande d'essais. Des procédures. Des moyens matériels. Des documentations. La responsabilité d'une équipe. Des objectifs. Des délais. | De connaître les moyens d'essais. D' étudier et d'analyser le système à expérimenter. De traduire la demande d'essais en tâches précises. De respecter les normes de sécurité. De vérifier la bonne marche de l'ensemble des moyens et du système expérimenté. De suivre et surveiller l'expérimentation. De détecter les anomalies et de réagir. De valider les mesures, d' arrêter ou de modifier la conduite de l'essai si nécessaire. De réaliser lui même des essais spécifiques | Les dispositions prises assurent la conformité avec les objectifs visés. Les critères économiques et de sécurité sont respectés. Les délais sont respectés. |

| C34 Conduire des projets. | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| Des objectifs de réalisation. Des délais. Des budgets. Une responsabilité d'une équipe. | D' atteindre l'objectif dans les conditions prescrites. De planifier les étapes de réalisation, d'en suivre leurs validation et de les corriger si nécessaire. De mobiliser l'équipe du projet autour des objectifs | Les dispositions prises assurent la conformité avec les objectifs visés. Les critères économiques et de sécurité sont respectés. Le dynamisme de l'équipe est maintenu voire amélioré. |

| C35 Mettre en œuvre un manuel qualité | | |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| Un manuel qualité du service ou de l'équipe. | De définir et de mettre en œuvre les moyens et les actions qui visent à atteindre le manuel qualité. Mettre en place des indicateurs d'évaluation. | La conformité des résultats avec les prévisions est assurée. |

| C4 | | Analyser Interpréter |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C41 | | Effectuer le traitement, l'analyse et la synthèse des résultats. |
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| <p><i>Pour le traitement :</i> Des résultats d'essais et des éléments de comparaison.</p> <p><i>Pour l'analyse :</i> Les moyens de calculs et graphiques. Les procédures Des éléments de comparaison.</p> <p><i>Pour la synthèse :</i> de se situer par rapport aux objectifs.</p> | <p>De valider ces résultats (par l'expérience, les connaissances, les comparaisons, l'éta-lonnage).</p> <p>De prendre une décision de traitement (ou non) de l'essai.</p> <p>Si l'essai n'est pas validé (erreurs dans les choix (oubli de paramètres), moyens de mesures inadaptés, dysfonctionnement des moyens de mesure..) il faut :</p> <ul style="list-style-type: none"> - repérer les dysfonctionnements et déclencher des processus de remise à niveau des moyens d'essais, des paramètres choisis. <p>De valider l'essai.</p> <p>De passer à la phase suivante.</p> <p>De traiter les résultats.</p> <p>De choisir et d'utiliser le paramètre et son outil de traitement.</p> <p>De comparer les résultats obtenus à ceux demandés dans l'objectif.</p> <p>De présenter les résultats sous forme de compte rendu.</p> <p>De participer à la prise de décision des suites à donner aux essais.</p> <p>De proposer des orientations.</p> | <p>Les objectifs défini par le cahier des charges sont respectés.</p> <p>La cohérence de l'interprétation avec les données est assurée.</p> <p>Les ordres de grandeurs connus sont respectés.</p> |

| C42 | | Faire évoluer les moyens d'expérimentation. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| <p>Un cahier des charges d'expérimentation</p> <p>Les moyens retenus.</p> <p>Les résultats.</p> <p>Les prévisions.</p> | <p>D'analyser les résultats et les informations fournies par les essais.</p> <p>De proposer des moyens et/ou des procédures différentes afin d'améliorer les qualités des mesures et essais.</p> <p>De proposer et de mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées.</p> <p>De mettre en évidence les insuffisances du matériel existant.</p> | <p>Une diminution des dysfonctionnements ou des incidents est constatée.</p> <p>La facilité d'exploitation des résultats est mise en évidence.</p> |

| C5 Evaluer Gérer | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C51 Exploiter le matériel d'essais et de mesures | | |
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| <p>Un ou des programmes d'essais de moteur et/ou d'organe</p> <p>Un parc de matériel d'essais et de mesures appartenant au secteur d'activité ou directement affecté à sa section.</p> | <p>D'identifier les matériels d'essais et de mesures qui seront nécessaires.</p> <p>De choisir en fonction des gammes de mesures des conditions d'essais.</p> <p>De s'assurer de leur bon fonctionnement et de leur étalonnage.</p> <p>De définir le principe de fonctionnement et de manipulation.</p> <p>De faire assurer la maintenance en relation avec les services qualifiés.</p> <p>De déterminer la liste de matériel à affecter à l'équipe.</p> | <p>Les dispositions prises assurent la conformité des essais et mesures</p> <p>Les résultats obtenus sont de qualité.</p> |

| C52 Gérer les ressources humaines | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| <p>Un thème (recherches, mesures, essais..) sur un produit (moteur, organe, accessoires..)</p> <p>Des objectifs.</p> <p>Une équipe.</p> <p>Les règles d'hygiène, de sécurité et d'ergonomie.</p> <p>Les normes légales et les conventions en vigueur.</p> | <p>D'organiser et d'animer le groupe de travail en tenant compte :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de la spécificité des tâches à réaliser - de la répartition des personnels en fonction de leur compétences - des normes et des conventions. <p>De participer aux plans de formation.</p> | <p>L'objectif est atteint sur la période définie.</p> <p>L'efficacité et le rayonnement de l'équipe sont en progrès et reconnus.</p> |

| C53 Gérer les moyens matériels | | |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| | | |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Des moyens matériels. Des objectifs d'exploitation Des historiques (culture de l'entreprise). Les règles d'hygiène, de sécurité et d'ergonomie.</p> | <p>D'ajuster les essais au plan de charge des équipements et matériels. De prévoir l'intégration du plan de maintenance. De proposer des modifications, évolutions ou changements en les justifiant. D'améliorer les résultats du service (qualité, coût, sécurité, productivité ..) De mettre en place des outils d'exploitation.</p> | <p>Les dispositions prises assurent la conformité avec les objectifs visés. La prise en compte de la disponibilité des moyens existants est optimale.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| C6 Communiquer Animer | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C61 Dialoguer avec les membres de l'entreprise et les interlocuteurs extérieurs | | |
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| <p>Un cahier des charges du produit.</p> <p>Un cahier des charges du processus.</p> <p>Un étude qui nécessite un travail d'équipe.</p> <p>Une équipe.</p> <p>Des annuaires professionnels</p> <p>Des banques de données.</p> <p>Des interlocuteurs extérieur à l'entreprise.</p> <p>Des interlocuteurs étrangers.</p> | <p>De rechercher l'avis le conseil.</p> <p>D'écouter, d'analyser les arguments et propositions.</p> <p>D'exposer les éléments du problème à étudier.</p> <p>D'exposer son point de vue.</p> <p>De participer à la synthèse.</p> <p>De tenir compte des suggestions.</p> <p>De rendre compte des entretiens.</p> <p>De prendre contact avec des interlocuteurs extérieurs (français ou étranger), fournisseurs ou clients.</p> <p>De dialoguer en français et anglais ou dans une autre langue européenne.</p> | <p>L'expression orale et écrite est correcte.</p> <p>Le problème étudié est clairement exposé en français et anglais ou dans une autre langue européenne.</p> <p>Le processus de communication est adapté.</p> |

| C62 Réaliser des dossiers, rédiger des comptes rendus. | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation |
| <p>Un ensemble de notes ou de propositions.</p> <p>Des normes, règlements et des documents types nécessaires.</p> <p>Des schémas.</p> <p>Des moyens d'assistance et de présentation informatisée.</p> | <p>De rédiger le cahier des charge des moyens d'essais.</p> <p>De rédiger un document :</p> <ul style="list-style-type: none"> - qui dégage et présente logiquement les points essentiels. - de présentation claire et soignée. <p>De représenter les dessins, les schémas sous forme normalisée, claire et concise.</p> <p>De sélectionner et d'utiliser les langages adaptés à la situation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - expression écrite en français - expression écrite en anglais. - expression dans un langage scientifique et technique respectant les normes en vigueur. - expression écrite dans une autre langue. | <p>L'expression écrite en français et anglais est correcte.</p> <p>Les informations sont présentées méthodiquement.</p> <p>Les conventions et normes sont respectées.</p> <p>La présentation est soignée.</p> |

| C6 | | Communiquer Animer | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| C63 | | Développer le sens des relations clients - fournisseurs. | |
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation | |
| Un problème d'équipement ou un problème de dysfonctionnement qui nécessite un dialogue avec un partenaire (client ou fournisseur). | <p>D'établir le contact avec le partenaire (français ou étranger)</p> <p>D'écouter le partenaire et d'analyser le besoin ou le problème.</p> <p>De mettre en place par des questions judicieuses les conditions nécessaires pour recueillir le maximum d'informations en vue de formuler un diagnostic ou une adaptation.</p> <p>De participer au débat pour aboutir à une synthèse.</p> <p>De tenir compte des souhaits des partenaires.</p> <p>De prendre des notes.</p> <p>De s'exprimer avec aisance et rigueur.</p> | <p>Les éléments (informations, références, point de vue...) permettent de vérifier que les relations sont bénéfiques.</p> <p>La poursuite des échanges techniques et commerciaux est assurée.</p> | |

| C64 | | Animer une équipe | |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| On donne | On demande | Indicateurs d'évaluation | |
| Un thème de travail. Des objectifs. | <p>D'organiser, préparer et animer une réunion.</p> <p>D'organiser d 'animer le groupe de travail</p> <p>De suivre et de noter les arguments avancés.</p> <p>De faciliter les échanges.</p> <p>De dialoguer avec l'équipe pour définir les mesures à prendre.</p> <p>D'établir un bilan.</p> | <p>Le groupe est organisé en fonction des individus concernés et des problèmes posés.</p> <p>L'animation est organisée et structurée.</p> <p>Les mesures à prendre sont judicieuses et conformes aux objectifs fixés.</p> | |

ÉCONOMIE ET GESTION D'ENTREPRISE

Relevé de Capacités

1. Capacités 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 par exemple).
- Dans toutes les opérations auxquelles il participe, de prendre en compte les dimensions économiques et judiciaires, 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. Capacités opérationnelles

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 des devis

- dégager l'apport de certains outils d'aide à la décision pour guider des 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. Savoir et savoir-faire relevant des techniques administratives

- participer à la circulation de l'information technique :
- choisir le canal, le media, le support le plus adapté au message à transmettre, au degré d'autonomie de l'émetteur, au destinataire de l'objectif de communication,
- participer à la mise en forme et valoriser un 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 l'exercice de leur activité.
- mettre en œuvre méthodes et outils de la planification.

2.3. Savoir 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. Savoir 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
- cahier des au produit
- identifier les conséquences du non-respect de clauses d'un charges fondées sur des dispositions réglementaires relatives 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.

**SAVOIRS
ASSOCIÉS**

FRANCAIS

L'enseignement du français dans les sections de techniciens supérieurs se réfère aux dispositions de l'arrêté du 30 mars 1989 (B.O. n° 21 du 25 mai 1989) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine de l'expression française pour le brevet de technicien supérieur.

MATHÉMATIQUES

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs Moteurs à Combustion Interne se réfère aux dispositions de l'arrêté du 30 mars 1989 (B.O. n° 21 du 25 mai 1989) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur.

Les dispositions de cet arrêté sont précisées pour ce BTS de la façon suivante :

1. Lignes directrices

1.1. Objectifs spécifiques à la section

L'étude de phénomènes continus issus des sciences physiques et de la technologie constitue un des objectifs essentiels de la formation des techniciens supérieurs en Moteurs à Combustion Interne. Ils sont décrits mathématiquement par des fonctions obtenues, le plus souvent, comme solutions d'équations différentielles.

Une *vision géométrique* des problèmes doit imprégner l'ensemble de l'enseignement, car les méthodes de la géométrie jouent un rôle capital en analyse et dans leurs domaines d'intervention : apports du langage géométrique et des modes de représentation.

Enfin, la *connaissance de quelques méthodes statistiques* pour contrôler la qualité d'une fabrication et sa conformité au modèle initial prévu et pour étudier la fiabilité des moyens de contrôle est essentielle dans ce brevet de technicien supérieur.

1.2. Organisation des contenus

C'est en fonction de ces objectifs que l'enseignement des mathématiques est conçu : il peut s'organiser autour de quatre pôles :

- Une étude des fonctions usuelles, c'est à dire exponentielles, puissances et logarithmiques dont la maîtrise est nécessaire à ce niveau;
- la résolution d'équations différentielles dont on a voulu marquer l'importance, en relation avec les problèmes d'évolution et de commande;
- une initiation au calcul des probabilités suivi de notions de statistique inférentielle débouchant sur la construction des tests statistiques les plus simples utilisés en contrôle de qualité;
- une valorisation des aspects numériques et graphiques pour l'ensemble du programme, une initiation à quelques méthodes élémentaires de l'analyse numérique et l'utilisation à cet effet des ressources des calculatrices de poche et des moyens informatiques.

1.3. Organisation des études

L'horaire est de 2 heures + 1 heures en première année et de 2 heures + 1 heure en seconde année.

2. Programme

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

Nombres complexes 1.

Suites numériques 1, à l'exception du TP2.

Fonction d'une variable réelle 1.

Calcul différentiel et intégral 2.

Analyse spectrale : Séries de Fourier

Pour maintenir un équilibre convenable entre les contenus d'enseignement et l'horaire de mathématiques, tous les résultats sur les séries numériques utiles pour l'étude des séries de Fourier seront admis et ne feront l'objet d'aucun développement.

Equations différentielles 1, à l'exception du TP3.

Pour la résolution des équations linéaires du second ordre, on se limitera à celles des coefficients réels constant dont le second membre est une fonction exponentielle e^{at} où $a \in \mathbb{R}$, un polynôme ou une fonction $\cos(\omega t + \varphi)$.

Fonctions de deux ou trois variables, à l'exception des paragraphes b) et c).

Statistiques descriptives.

Calcul des probabilités 2.

Statistique inférentielle 2.

Calcul vectoriel.

3. Les capacités et compétences

La grille d'évaluation des capacités et compétences figurant en annexe II de l'arrêté est précisée pour ce BTS de la façon suivante :

Brevet de Technicien Supérieur : Moteurs à Combustion Interne

Grille d'évaluation - Mathématiques - BTS Moteurs à Combustion Interne

(A titre indicatif)

| | | | | | |
|------------------|------------------------|--|--|--|-------|
| Nom : | | | | | Bilan |
| Etablissement : | Type d'activité - Date | | | | |
| Année scolaire : | | | | | |

Evaluation générale des capacités et compétences

| | | | | | |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|--|--|--|--|
| Posséder les connaissances figurant au programme | | | | | |
| Utiliser des sources d'information | | | | | |
| Trouver une stratégie adaptée à un problème | | | | | |
| Mettre en œuvre une stratégie | Mettre en œuvre des savoir-faire mathématiques | | | | |
| | Argumenter | | | | |
| | Analyser la pertinence d'un résultat | | | | |
| Communiquer | Par écrit | | | | |
| | Par oral | | | | |

Evaluation par module des capacités et compétences

| Module | TP n° | | | | |
|---------------------------------|-------|--|--|--|--|
| Nombres complexes | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| Calcul différentiel et intégral | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |
| | 4 | | | | |
| | 5 | | | | |
| | 6 | | | | |
| | 7 | | | | |
| | 8 | | | | |
| Séries de Fourier | | | | | |
| Equations différentielles | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| Statistique descriptive | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| Calcul des probabilités | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| Statistiques inférentielles | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |

LANGUE VIVANTE ETRANGÈRE

1. Objectifs

Etudier une langue vivante étrangère contribue à la formation intellectuelle et à l'enrichissement culturel de l'individu.

Pour l'étudiant de brevet de technicien supérieur, cette étude est une Composante de la formation professionnelle et la maîtrise d'une langue vivante étrangère est une Compétence indispensable à l'exercice de la profession.

Sans négliger aucun des quatre savoir-faire linguistiques fondamentaux (comprendre, parler, lire et écrire la langue vivante étrangère) l'on s'attachera à satisfaire les besoins spécifiques à l'activité professionnelle courante et à l'utilisation de la langue vivante étrangère dans l'exercice du métier.

Il sera bon de privilégier l'anglais Comme langue vivante étrangère pour ses applications professionnelles. Si celle-ci n'est pas retenue Comme langue obligatoire, il est vivement conseillé de la choisir Comme langue facultative.

2. Compétences fondamentales

Elles seront développées dans les domaines suivants :

- exploitation de la documentation, en langue vivante étrangère, afférente aux domaines techniques et Commerciaux (notices techniques, documentation professionnelle, articles de presse, Courrier, fichier informatisé ou non...),
- utilisation efficace des dictionnaires et ouvrages de référence, appropriés ;
- compréhension orale d'informations ou instructions à Caractère professionnel et maîtrise de la langue orale de communication au niveau de l'échange de type professionnel ou non, y compris au téléphone ;
- expression écrite, prise de notes, rédaction de comptes rendus, de lettres, de messages, de brefs rapports.

Une liaison étroite avec les professeurs d'enseignement technologique et professionnel est recommandée au profit mutuel de la langue et de la technologie enseignées, dans l'intérêt des étudiants.

3. Contenus

3.1. Grammaire

La maîtrise opératoire des éléments morphologiques et syntaxique figurant au programme des classes de première et terminale constitue un objectif raisonnable. Il conviendra d'en assurer la consolidation et l'**approfondissement**.

3.2. Lexique

On considérera comme acquis le vocabulaire élémentaire de la langue de communication et le programme de second cycle des lycées.

C'est à partir de cette base nécessaire que l'on devra renforcer, étendre et diversifier les connaissances en fonction des besoins spécifiques de la profession.

3.3. Eléments culturels des pays utilisateurs d'une langue vivante étrangère.

La langue vivante étrangère s'entend ici au sens de la langue utilisée par les techniciens et doit être pratiquée dans sa diversité : écriture des dates, unités monétaires, abréviations, heure... En anglais, on veillera familiariser les étudiants aux formes britanniques, américaines, canadiennes, australiennes... représentatives de la langue anglophone.

Une attention particulière sera apportée à ces problèmes, tant à l'écrit qu'à l'oral.

ÉCONOMIE ET GESTION D'ENTREPRISE

Champ notionnel

1. L'entreprise

1.1. Définition et modes d'analyse

Typologies

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

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.

1.3. L'entreprise en tant que système

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

2. Stratégie d'entreprise et politique de production

2.1. La structure des décisions dans l'entreprise, la fixation des objectifs

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

2.3. Prévision et planification industrielle

3. Le système d'information de la production

3.1. Les coûts: composantes, analyse, prévision

Charges directes et indirectes.

Charges fixes et charges variables.

Marges sur coûts variables.

Etablissement de devis (notion d'imputation rationnelle des charges fixes).

Introduction à l'analyse des écarts.

3.2. Budget de production

Notion de gestion budgétaire.

Valorisation du programme de production, prise en compte des contraintes.

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

3.4. La synthèse des informations au niveau de l'entreprise

4. Les hommes et la production

4.1. Les relations sociales

4.2. La politique du personnel

5. Le cadre juridique

5.1. Notion 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 bénéficiaires.

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.

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

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

6.2. Opérations sur les fichiers (manuel ou informatique)

6.3. Saisie, diffusion, stockage d'informations

Utilisation de supports divers et recours à des logiciels.

6.4. La communication professionnelle

6.5. Les outils informatiques

Traitement de texte, gestionnaire de base de données, tableur.

6.6. Méthodes et outils de la planification

PHYSIQUE APPLIQUÉE - CHIMIE

La succession des lignes du programme ne constitue pas un ordre suivant lequel les différentes rubriques doivent être abordées; le professeur adopte la progression la mieux adaptée au renforcement mutuel des disciplines générales et professionnelles.

Il est utile de s'assurer que les prérequis sont maîtrisés; mais il ne s'agit en aucun cas d'en faire une révision systématique.

La quasi totalité de l'oxydo réduction en phase aqueuse et de l'électricité peut être traitée au laboratoire. L'étude des fonctions de l'électronique et de l'électronique de puissance ne saurait être exhaustive; elle gagnerait à être conduite à partir de montages simples ou de dispositifs rencontrés dans la pratique professionnelle.

1. La thermodynamique

Le premier principe, travail et chaleur.

Le second principe, entropie.

Gaz parfaits : modèle de gaz parfait, énergie interne, enthalpie.

Evolutions thermodynamiques réversibles de gaz parfaits, les diagrammes énergétiques p-v et H-S et la représentation des énergies échangées au cours des évolutions, évolution avec transvasement.

Changements d'état liquide-vapeur, phénomène énergétiques liés à ces changements d'état. Mélange de gaz et de vapeurs condensables.

Transferts de chaleur.

Thermodynamique chimique : enthalpie des réactions chimiques, loi d'action de masse. Cette étude s'appuie sur la combustion et les problèmes annexes tels que la dissociation des produits de combustion, la pollution.

2. La chimie

Les alcanes : oxydation, chimie du pétrole.

Cinétique chimique, notion de réaction en chaîne.

Oxydo-réduction en solution aqueuse : couple oxydo-réducteur, potentiel rédox, corrosion.

3. Electricité

Réseaux linéaires : dipôles R-C, R-L, R-L-C soumis à un échelon de tension, à une tension sinusoïdale, coefficient de qualité d'un circuit R-L-C.

Convertisseurs statiques. On ne détaille pas le principe de ces convertisseurs mais on étudie leur fonction. On s'intéresse plus particulièrement au redressement - en monophasé et en triphasé - ainsi qu'au filtrage par un condensateur et au lissage par une bobine.

Systèmes bouclés, régulation.

Fonctions amplification, amplification de différence, intégration, dérivation.

Transistor en commutation. Principe de l'allumage électronique. Alternateur, groupe électrogène : principe.

ETUDE DES CONSTRUCTIONS

L'enseignement de l'étude des constructions doit permettre au technicien supérieur moteur à combustion interne :

- d'analyser, de comprendre et de concevoir tout ou partie d'un système se rapportant au moteur (C12, C13)
- de définir un cahier des charges (C11)
- de définir, planifier et conduire un projet technologique (C34)
- de rédiger un dossier technique (C62)
- de travailler en équipe (C64) au travers d'activités à caractère expérimental.

Cet enseignement interfère très largement avec les autres domaines étudiés et participe à l'acquisition des capacités transversales.

L'utilisation de l'outil informatique sera privilégié.

Ce programme prend en compte :

- les normes nationales et internationales,
- les prescriptions et les règlements concernant la sécurité, l'ergonomie.....,
- les composants disponibles du commerce,
- l'utilisation des matériels informatiques et des logiciels d'assistance (CAO, banques de données ...).

Le technicien supérieur moteur à combustion Interne doit maîtriser et savoir utiliser :

Les normes de représentation graphique :

- Normes et conventions,
- Schémas,
- Croquis à main levée,
- Dessins plan et perspectives,
- Tolérancement dimensionnel et géométrique,
- Cotation fonctionnelle et état de surface.

La modélisation et la résolution des problèmes posés :

- Hypothèses simplificatrices,
- Modélisation des systèmes,
- Utilisation des lois de la mécanique :
 - Statique.
 - Cinématique.
 - Dynamique.
 - Résistance et caractéristiques des Matériaux.

Les supports utilisés seront puisés dans les domaines suivants :

- Le moteur et/ou ses équipements.
- Les transmissions de puissance qui gravitent autour du moteur.
- Adaptation du moteur à une utilisation spécifique.
- Matériel d'essais et de mesures.
- Préparation du moteur et/ou ses organes et équipements.

L'étude des différents mécanismes fera appel à l'analyse fonctionnelle des systèmes.

L'organisation des études se fera de la manière suivante :

| | | |
|-------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|
| 2,5 heures en classe entière | → | Etude des lois de la mécanique |
| 2 heures en demie classe | → | Manipulations |
| 3 heures en demie classe | → | Projet |
| <i>Cet enseignement devra être assuré par un même professeur.</i> | | |

Programme de Construction

1. Compétitivité :

- Notions sur l'étude de marché.
- Couple produit marché.
- Elaboration d'un cahier des charges fonctionnel.
- Notion de qualité.
- Analyse de la valeur.
- Techniques d'analyse.

2. Analyse fonctionnelle :

- Les fonctions mécaniques élémentaires :
 - Fonction liaison.
 - Fonction mise en position.
 - Fonction guidage.
 - Fonction lubrification.
 - Fonction protection et étanchéité.
 - Prise en compte des aspects qualitatif et quantitatif.
- Modélisation des liaisons mécaniques :
 - Degré de liberté et inconnues de liaison des liaisons parfaites.
 - Isostatisme et hyperstatisme d'une pièce uniquement.
- Modélisation d'un mécanisme :
 - Définition d'un mécanisme.
 - Classes d'équivalence.
 - Graphe des liaisons.
 - Schéma cinématique minimal.

3. Conception du produit :

- Notice de calculs (en liaison avec la mécanique appliquée).
- Choix des matériaux :
 - Propriétés spécifiques (voir le chapitre 5).
- L'avant-projet.
- Le projet.

4. Définition du produit :

Représentation graphique.

Les spécifications fonctionnelles:

- Cotation fonctionnelle :
 - de dimension,
 - de forme,
 - de position,
 - les états de surfaces.
- Normalisation.
- Prescription et règlement concernant la sécurité et l'ergonomie.
- Composants disponibles sur le marché.

La représentation graphique devra être utilisée sous toutes ses formes :

Dessin à main levée.

Dessin aux instruments.

D.A.O.

Matière d'œuvre : documents industriels de dossier moteur et/ou équipement complet :

Plan d'ensemble.

Plan de détail.

Nomenclature.

Directives techniques.

Cahier des charges produit.

Cahier des charges fonctionnel.

5. Matériaux :

Etude des matériaux des pièces principales constituant le moteur à combustion interne et / ou ses accessoires.

Grandes familles : les aciers, les fontes, les alliages d'aluminium, les nouveaux matériaux.

Composition et désignation normalisée.

Traitements thermiques, traitements de surface améliorant les propriétés mécaniques, thermiques et tribologiques.

Comportement mécano-thermique des matériaux.

Programme de Mécanique

L'utilisation des logiciels de calculs sera privilégié.

1. Cinématique du point matériel et du solide :

Les dérivations des vecteurs position, vitesse devront s'effectuer à partir de leur expression dans un système d'axes; donc la notion de dérivée de vecteur est limitée à celle de dérivée de vecteur unitaire.

1.1. Cinématique du point :

Position, vitesse et accélération d'un point,

- résolution analytique,
- détermination de la vitesse et de l'accélération à partir d'un relevé expérimental : dérivation graphique.

1.2. Cinématique du solide :

Equiprojectivité , Vecteur rotation , Champ de vecteurs vitesse.

Composition des mouvements, des vitesses, des accélérations.

Accélération de Coriolis sous la forme : $2\vec{\Omega}_e \wedge \vec{V}_r$

Vitesse et accélération des points d'un solide animé :

- d'une translation ,
- d'une rotation autour d'un axe fixe ,
- d'un mouvement plan,
Centre instantané de rotation,
Application aux réducteurs à train épicycloïdal,
- d'un mouvement hélicoïdal.

2. Statique des solides et des systèmes de solides :

Limitations des modèles :

Liaisons réelles : jeux, frottements, roulement, réversibilité.

Méthodes de résolution dans le plan et dans l'espace.

Résolution des systèmes hyperstatiques :

Etude limitée aux problèmes comportant une inconnue hyperstatique.

Etude des systèmes préchargés : précharge axiale des roulements.

3. Dynamique du point matériel et du solide :

Masses et inerties (notion d'axes principaux d'inertie, notion de matrice d'inertie).

Les calculs sur les produits d'inertie et sur les matrices d'inertie se limiteront aux connaissances générales.

Principe fondamental et théorèmes généraux de la dynamique.

Travail. Puissance.

Energie potentielle.

Energie cinétique - Théorème de l'énergie cinétique.

3.1. Dynamique du point.

3.2. Dynamique du solide :

- en translation.
- en rotation autour d'un axe fixe.
- en mouvement plan.
- en mouvement hélicoïdal.

3.3. Vibrations mécaniques :

- Mouvement libre non amorti :
 - Pendule composé : détermination du moment d'inertie d'une bielle.
 - Pendule de torsion : détermination du moment d'inertie d'un volant.
- Mouvement forcé non amorti :
 - Sollicitation directe et sollicitation indirecte.
 - Notions de déphasage et de résonance.
 - Vitesse critique d'un arbre en rotation.
 - Vibration d'un moteur monocylindre.
- Mise en évidence des mouvements vibratoires amortis par des manipulations ou des simulations.

3.4. Equilibrage :

- Des rotors :
 - étude limitée aux balourds pouvant être matérialisés par une masse ponctuelle excentrée.
- Du système bielle-manivelle des moteurs :
 - monocylindre.
 - deux cylindres en ligne, en vé, à plat.
 - trois cylindres.
 - quatre cylindres en lignes.
 - Six cylindres en ligne.

4. Mécanique des fluides :

Hydrostatique. Principe fondamental.
Théorème d'Archimède.
Dynamique des fluides incompressibles.
Théorème de Bernoulli. Applications aux moteurs.
Dynamique des fluides compressibles. Equation de Saint Venant.
Applications aux moteurs.
Dynamique des fluides visqueux. Viscosité dynamique et cinématique.
Les différents types d'écoulement. Nombre de Reynolds.
Pertes de charges linéaires et singulières.

5. Résistance des matériaux :

Hypothèses et limites de la résistance des matériaux.
Loi de Hooke.
Coefficient de Poisson.
Concentration de contraintes.

5.1. Moments statiques et quadratiques de surfaces

Etude limitée aux changements d'axes parallèles.

5.2. Détermination des contraintes et déformations :

- Sollicitations statiques simples :
traction, compression, torsion et flexion.
- Sollicitations statiques composées:
flexion -traction, flexion -torsion, flambage.
- Sollicitations statiques locales:
pression de contact : formules de Hertz.

5.3. Notions d'élasticité plane

Etat plan de contraintes :

cercle de Mohr des contraintes. Critère de Von Mises.
cercle de Mohr des déformations.

Utilisation de jauges électriques de déformation :

sur des pièces en traction, en torsion ou en flexion,
sur des plaques en contrainte plane, rosettes à 45°,
dans les capteurs de force.

5.4. Photoélasticité :

La photoélasticité et la photoélasticimétrie se limiteront aux connaissances générales.
Mise en évidence de certains cas typiques de répartition et de concentration de contraintes.

5.5. Notions sur les méthodes de calcul des pièces mécaniques :

Méthode des éléments finis.

5.6. Sollicitations dynamiques et énergétiques simples,

Notions sur les phénomènes de rupture par fatigue :
nature, fréquence, forme.

Notions sur les phénomènes de choc et de rupture par choc..

6. Engrenages :

Profils en développante de cercle.

Propriétés, éléments normalisés de la denture.

Interférence de denture.

Notion de déport de denture.

Glissement entre dents.

Calcul du module et des dimensions de denture.

Applications aux réducteurs à axes fixes et à axes mobiles.

7. Transmissions de puissance :

Variation du rendement avec la vitesse avec les actions appliquées.

Réversibilité du système vis-écrou, du système roue-vis sans fin.

Influence de l'inertie sur la détermination des organes d'une transmission de puissance.

TECHNOLOGIE MOTEUR

1. Carburants :

Classification des carburants liquides et gazeux.
Caractéristiques physiques, chimiques et énergétiques.
Influences sur le fonctionnement du moteur.

2. Etude fonctionnelle et structurelle de la combustion :

Conditions de combustion. Délai d'inflammation.
Défectuosités. Paramètres significatifs.
Dégagement d'énergie.
Chambres de combustion.
Aérodynamique interne.

3. Transformation de l'énergie :

Il s'agit avant tout de permettre aux élèves de comprendre les principaux phénomènes qui se produisent dans les moteurs. A traiter en liaison étroite avec les cours de physique appliquée et de chimie.

3.1. La combustion :

Combustion théorique. Richesse. Pouvoirs calorifiques.
Limite d'inflammabilité. Auto inflammation. Délai d'auto inflammation.
Vitesse fondamentale. Influence des différents paramètres.
Combustion dans le moteur à allumage commandé. Combustions anormales.
Combustion dans le moteur à allumage par compression.

3.2. Les cycles réels :

Cette partie est spécifique à l'enseignement en section de techniciens supérieurs en moteurs à combustion interne.

3.2.1. Dans la conception d'un moteur de cylindrée donnée :

Etude des paramètres ayant une influence sur la courbe caractéristique du couple moteur en fonction de la vitesse :
Forme de la courbe
Couple maximal.....

3.2.2. Pour un moteur donné :

Etude des variables (pression, température, régime, richesse..) influençant les points suivants :
Les rendements.
Les pressions moyennes.
La puissance.
Le couple.
La consommation spécifique.
La pollution.

Augmentation de la puissance.
Suralimentation. Adaptation du turbocompresseur.
Courbes d'isoconsommation.
Adaptation du moteur à une utilisation spécifique.
Travaux.
Couple.
Puissance.
Consommation.
Rendements.
Pertes thermiques et mécaniques.
Applications aux moteurs deux temps et quatre temps.

4. Classification des moteurs :

En performances
En utilisation.

5. Normalisation des essais :

Normes de mesures.
Essais d'endurance.
Validité...

6. Fonctions globales :

6.1. Etude fonctionnelle du remplissage :

Moteur atmosphériques et suralimentés.
Détermination du transvasement.
Influence de l'épure de distribution, du conduit et de la perméabilité.

6.2. Etude structurelle de la distribution :

Mécanismes d'obturation.
Mécanismes de commande.
Mécanismes de variation d'épure et de contrôle.

6.3. Refroidissement :

6.3.1. Analyse de la thermographie des organes moteur.

6.3.2. Etude structurelle des systèmes de transfert de dissipation et de contrôle du flux thermique .

6.3.3. Contrôle de l'évolution des caractéristiques des liquides de refroidissement.

6.4. Lubrification :

6.4.1. Etude fonctionnelle de la lubrification, des caractéristiques du lubrifiant, des pertes mécaniques et de l'usure :

Théorie de la lubrification : coussinet, patin, blochet ...
Propriétés des lubrifiants.
Viscosité.

Brevet de Technicien Supérieur : Moteurs à Combustion Interne

Indice de viscosité.

Mesure de viscosité.

Classification des huiles pour moteur et transmission en fonction :
de la viscosité
du service assuré.

Contrôle de l'évolution des caractéristiques des lubrifiants.

Analyse physico-chimique et spectro-chimique des huiles.

6.4.2. Etude structurelle des circuits de lubrification et de la filtration.

6.5. Etude fonctionnelle de la pollution :

Bilan des gaz polluants.

Paramètres de création et d'évolution.

6.6. Suralimentation :

Performances et rendements.

Généralités.

6.7. Démarrage

Conditions du démarrage.

Solutions technologiques.

Fonctionnement à froid. Mise en température.

6.8. Adaptation couple moteur, couple résistant :

Plage d'utilisation des freins.

Introduction de la régulation.

7. Fonctions spécifiques :

7.1. Moteur à allumage commandé :

7.1.1. Etude fonctionnelle du mélange carburé (liquide et gazeux) :

Richesse : dosages, évolutions, influence, effets.

Vaporisation du carburant .

7.1.2. Etude structurelle des conditionneurs de mélange carburé :

Stratégies.

Systèmes de mesure, contrôle et d'introduction du carburant.

7.1.3. Etude fonctionnelle de l'allumage :

Étincelle électrique.

Positionnement de l'étincelle dans le cycle.

7.1.4. Etude structurelle des systèmes d'allumage :

Transformation de l'énergie électrique.

Systèmes de commande.

Gestion des avances.

7.1.5. Stratégie de dépollution :

Systèmes de modification chimique, de retenue, de filtration et de contrôle.

Evolution des caractéristiques et réglages moteur.

7.1.6. Etude structurelle des systèmes d'alimentation.

7.1.7. Adaptation du système de suralimentation au moteur.

7.2. Moteur Diesel

7.2.1. Analyse du taux d'injection :

Processus de l'introduction du carburant.
Positionnement de l'injection dans le cycle.
Dégagement d'énergie.

7.2.2. Etude fonctionnelle de la régulation :

Evolution du couple moteur.
Stabilité moteur récepteur.

7.2.3. Etude structurelle des pompes linéaires:

Eléments de pompage.
Dispositifs variateurs d'avance à l'injection et de régulation.

7.2.4. Etude structurelle des pompes rotatives :

Eléments de pompage.
Dispositifs variateurs d'avance à l'injection et correcteur de quantité injectée.

7.2.5. Etude fonctionnelle et structurelle des dispositifs d'injection :

Pulvérisation et répartition.
Débit et pression.
Classification.

7.2.6. Analyse des rejets polluants :

Inventaire.
Stratégie.
Systèmes de filtration de contrôle et de modification chimique.

7.3. Moteur deux temps (essence et diesel) :

7.3.1. Etude fonctionnelle du transvasement :

Admission.
Précompression.
Balayage.
Echappement.

7.3.2. Etude structurelle des systèmes de distribution .

**AUTOMATIQUE ET
INFORMATIQUE INDUSTRIELLE**

Organisation de l'enseignement :

Le technicien supérieur en moteur à combustion interne, est un expert motoriste qui, maîtrise :

- les techniques d'essais et mesures
- l'utilisation d'outils informatiques et de "conception assistée par ordinateur"

L'enseignement d'automatique-informatique a pour objet de participer à cette maîtrise.

Il intervient dans les capacités suivantes :

- (C21) Choisir le moyen d'essai, la chaîne de mesures, en fonction :
des qualités demandées à ces mesures (précision, fidélité..)
de la visualisation demandée(oscilloscope, table traçante..)
- (C41) Effectue le traitement, l'analyse et la synthèse des résultats d'essais.
- (C31) Rédiger un cahier des charges d'utilisation des moyens d'essais.
- (C62) Rédiger des documents analytiques, synthétiques, utiliser les moyens d'assistance et de présentation informatisés.

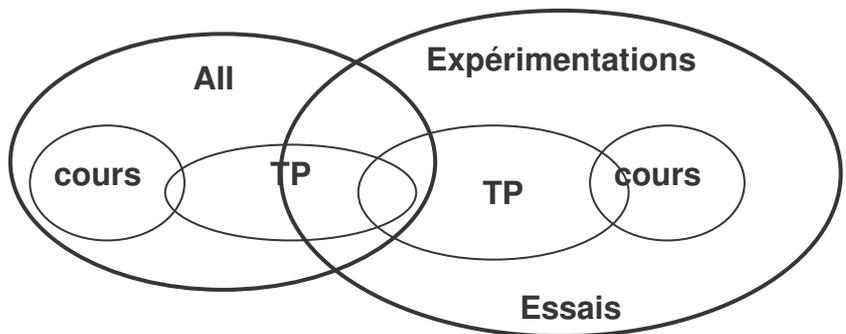
La technologie dominante pour les commandes dans la spécialité étant l'électronique, l'informatique et l'automatique seront étroitement liés au niveau du traitement de l'information.

Choisir les moyens d'expérimentation, implique non seulement une bonne connais-

sance de leur technologie, mais aussi celle de leurs caractéristiques et de leurs performances, ainsi que des techniques d'association des différents constituants.

(C31) et (C62) la fonction communication fait apparaître la nécessité de la maîtrise de l'outil informatique en traitement de texte et de dessin assisté par ordinateur (utilisation des bibliothèques).

Les connaissances décrites dans le programme de baccalauréat de technicien option systèmes motorisés sont des prérequis pour le programme ci-après.



1. Méthodologie :

1.1. Commentaires généraux :

L'ordre de rédaction de ce programme ne constitue pas un ordre chronologique pour enseigner.

On utilisera une liaison étroite avec le cours "expérimentation et essais moteurs". Les supports d'enseignements devront être représentatifs des matériels utilisés dans la spécialité.

1.2. Horaires de base : (horaire élève)

En première et deuxième année : 1 heure année classe entière et une heure année en demi-classe.

1.3. Répartition indicative :

1.3.1. Informatique : 20 heures :

soit 12 heures de cours :

- structures des systèmes informatique-représentation de l'information
- système temps réel.

8 heures de travaux pratiques (en collaboration avec cours expérimentation et d'essais) :

- mise en œuvre.
- communication entre systèmes.

1.3.2. Asservissement 12 heures :

soit 4 heures de cours :

- structure d'un système asservi.
- notions d'asservissements analogiques et numériques.

8 heures de travaux pratiques :

- asservissements analogiques.
- asservissements numériques.

1.3.3. Structure d'une chaîne d'acquisition de données :

44 heures (20 heures de cours, 24 heures de travaux pratiques).

Ce chapitre doit être traité en étroite collaboration avec le cours d'expérimentation et d'essais moteurs.

1.3.4. Technologie des capteurs et actionneurs :

36 heures (20 heures de cours, 16 heures de travaux pratiques)

Ce chapitre doit être traité en collaboration avec :

- le cours d'expérimentation et d'essais moteurs : études des pré-actionneurs et capteurs.
- le cours d'électricité : études des actionneurs électriques.

1.4. Commentaires particuliers :

1.4.1. Informatique :

Les connaissances acquises se limiteront aux aspects de mise en œuvre et d'utilisation. Programmation, on se limitera à des adaptations simples de programmes existants et à l'écriture de programmes simples dans des langages de commande spécifique à des centrales d'acquisition de données et à leur traitement.

Toutefois dans le cadre d'une application précise (thème par exemple) l'approfondissement d'un langage peut s'avérer utile : dans ce cas, on se limitera à l'acquisition des éléments nécessaires à la mise en œuvre de l'application.

Ce chapitre abordera l'étude des outils d'analyse, tels qu'algorithmes, algorithmes...

Organiser la chaîne de mesures, (du point de vue commande) implique la maîtrise de contraintes au niveau :

- temporel
- capacité de traitement
- gestion des informations.

Ce chapitre sera abordé au travers de ces contraintes. Les notions de temps "réel" et "d'organisation fonctionnelle" sont importantes, elles doivent per-

mettre au technicien de choisir la configuration adaptée à l'expérimentation envisagée.

1.4.2. Asservissements :

Les exigences croissantes de performances des systèmes actuels et futurs, donnent à ce chapitre de l'automatique, une certaine importance.

Il aura pour objet d'introduire des notions de base, à partir d'exemples simples, connus des élèves et dans la mesure du possible, en rapport avec la spécialité.

La mise en évidence des phénomènes sera conduite à l'aide de matériel et de logiciels didactiques(bancs de régulation de température, axes numériques...)

1.4.3. Structure d'une chaîne d'acquisitions de mesures :

Ce chapitre devra permettre à l'étudiant d'être en mesure de définir les différentes fonctions à assurer par la chaîne de mesures en vue de la structuration de cette chaîne.

1.4.4. Technologie des capteurs et actionneurs :

Ce chapitre aura pour objet de définir le moyen d'essai, éventuellement de prévoir son adaptation.

Les technologies étudiées seront celles en usage dans le domaine du moteur à combustion interne et des systèmes d'expérimentation correspondants.

Programme :

1. Micro-informatique :

Il s'agit de donner à l'élève une maîtrise suffisante des outils informatiques pour :
organiser l'enregistrement des mesures, analyser, interpréter les résultats.
assurer la communication entre les systèmes.
utiliser les moyens d'assistance et de prévention informatisés.

1.1. Structure des systèmes informatiques :

Ce paragraphe a pour objectif de rendre capable de participer à l'informatisation d'un processus ou d'un service (cahier des charges, choix et mise en œuvre). Il rappelle sommairement les notions prévues aux programmes des classes E et F.

1.1.1. Organisation fonctionnelle d'un système informatique :

- Décomposition fonctionnelle d'un système en fonctions de traitement, de mémorisation, de communication, de dialogue, d'interfaces.
 - Les configurations : systèmes embarqués, micro ordinateurs mono-utilisateur, ordinateurs multi-tâches-multi-utilisateurs, serveurs de fichiers.
 - Les applications : système de développement, système d'acquisition et de maintenance, pilotage de processus en temps réel, aide à la conception à la gestion et à la décision.
- On fera une synthèse sur les critères de choix liant la configuration à l'application envisagée.

1.1.2. Etude des composants d'un système :

- microprocesseurs, mémoires, coprocesseurs.
- circuits périphériques standards : parallèle, séries et "timer".
- périphériques standards : console, souris, imprimante, table traçante.
- supports de stockage : disque dur, disquette...

1.2. Représentation de l'information :

Ce paragraphe doit permettre de connaître les objets qui sont manipulés dans un système informatique et les outils associés à ces objets afin d'évaluer des capacités de traitement, de stockage, d'interprétation et de transfert homogène ou hétérogène.

- représentation d'un entier, booléen, réel, caractère.
- représentation des données dans les fichiers (ASCII, binaire,...)

1.3. Mise en œuvre :

Cette partie du programme doit donner une maîtrise de l'outil informatique dans son utilisation journalière.

- notions de moniteur et de système d'exploitation.
- utilisation de programmes standards (tableur, traitement de texte, gestionnaire de données, aide à la décision, DAO (bibliothèques de constituants).
- selon possibilités, utilisation de systèmes répartis : réseaux locaux, nationaux.
- notions de programmation structurée et de langage évolué.

1.4. Système temps réel :

Ce paragraphe permet, dans le domaine de l'acquisition de données, de bien maîtriser les exigences temporelles et événementielles :

- notions de système temps réel.
- notion de tâche matérielle et logicielle.
- hiérarchisation des tâches.
- prises en compte des événements extérieurs (scrutation, interruption).
- chien de garde.

1.5. Communication entre systèmes :

Cette partie du programme doit rendre capable de mettre en œuvre des transferts de données entre systèmes homogènes ou hétérogènes.

- liaison série, parallèle (connectique, protocole et mise en œuvre).
- bus et réseau Maître/Esclave dans les systèmes d'acquisition de données.
- transfert par support magnétique : compatibilité des fichiers entre logiciels et formats standards d'échanges.

2. Asservissements :

L'élève doit être en mesure de comprendre le fonctionnement d'un système asservi simple, d'en régler les paramètres, d'interpréter des résultats. On privilégiera l'étude expérimentale : l'étude théorique se limitera aux connaissances mathématiques des élèves.

2.1. Structure d'un système asservi :

- définition et caractéristiques.
- notion de consigne, de boucle, d'écart, de temps de réponse, ...
- comportement temporel d'un système asservi :
 - * précision, rapidité, stabilité,
 - * famille de comportement.
- rôle et principe des correcteurs (proportionnel, intégral, dérivé).

2.2. Asservissements analogiques :

Ce paragraphe doit rendre capable de mettre en œuvre un asservissement analogique et de régler ses correcteurs :

- composants mis en œuvre (vision fonctionnelle).
- limite des composants d'asservissement et de puissance (notion de temps de réponse, de signal mini et maxi).
- influence de ces limites sur l'asservissement (réponse à un échelon, saturation, intérêt ou non d'une consigne adaptée, ...)
- notions énergétiques.

2.3. Asservissements numériques :

Ce paragraphe doit rendre capable de mettre en œuvre un asservissement numérique et de régler ses correcteurs :

- notion d'échantillonnage (discrétisation, fréquence).
- problèmes liés à l'échantillonnage.
- composants mis en œuvre.
- avantages et inconvénients par comparaison aux systèmes analogiques.
- mise en œuvre d'un asservissement numérique avec réglage des paramètres numériques.

3. Structure d'une chaîne d'acquisition de données :

Ce chapitre devra rendre l'élève capable de choisir et d'organiser la chaîne de mesure (au niveau constituants), en fonction des qualités exigées pour cette mesure (précision, fidélité...) et du type de visualisation demandée. (oscilloscope, micro-ordinateur...)

3.1. Fonctions caractéristiques d'une chaîne d'acquisition de mesures :

3.1.1. Acquisition de l'information :

Caractéristiques du signal délivré par les différents capteurs (TOR, analogiques, numériques).

3.1.2. Adaptation et transformation du signal :

- filtrage - amplification.
- Conformation du signal : mise en forme, détection de seuil, etc
- Différents types de conversion : A/N, N/A, U/I, I/U, f/U adaptation d'impédance.

3.1.3. Transmission de l'Information :

Les standards de transmission :

- Signaux analogiques : 4/20mA, 0,5/10V
- Signaux numériques : transmission série, parallèle, multiplexage, modulation-démodulation.

3.1.4. Protection :

- Isolation galvanique entre les parties traitement-acquisitions des données (ex. : coupleurs opto-électroniques, transducteurs).
- Immunité par rapport aux influences extérieures :
structures matérielles : blindage, paire torsadée
structures électriques : boucle de courant, signaux différentiels.

3.1.5. Raccordements :

- Mise en évidence des problèmes liés à la connectique.

3.2. Différentes structures de chaînes :

Approche concrète de quelques structures "type" utilisées sur les centrales de mesure :

- Système centralisé :
acquisition + traitement intégré
- Système à traitement différé de l'information :
acquisition-stockage puis traitement.
- Système réparti : n structures de traitement + calculateur.
Choix d'un processus de mesurage :
- Choix d'un appareil de mesure en fonction des caractéristiques du circuit.
- Spécification d'une centrale d'acquisition de mesures (capacité de traitement et de stockage, temps de scrutation, capacité de saisie).

4. Technologie des capteurs et des actionneurs

L'étude se limitera aux capteurs, préactionneurs, électriques, électro-pneumatiques, électro-hydrauliques ainsi qu'aux actionneurs électriques : machines courant-continu, moteurs pas-à-pas.

L'élève devra être capable d'interpréter les caractéristiques fonctionnelles et technologiques pour prévoir l'intégration du constituant dans la chaîne.

4.1. Capteurs et détecteurs :

4.1.1. Etude fonctionnelle des capteurs et détecteurs :

- Phénomènes physiques courants mis en œuvres (capteurs électriques).
- Fonctions de corps d'épreuve, de transducteur, d'amplificateur, nature des signaux utilisés.

4.1.2. Etude technologique des capteurs et détecteurs :

- Caractéristiques des capteurs (caractéristiques de transfert, résolution, précision, hystérésis, répétabilité, etc.)
- Capteurs et détecteurs courants (position, déplacement, vitesse, pression, force, température, débit, accélération).

4.2. Préactionneurs :

4.2.1. Principes de commande de la puissance :

- Contrôle "tout ou rien".
- Modulation d'énergie (les applications porteront sur la commande des machines à courant continu et pas à pas).

4.2.2. Etude technologique des préactionneurs :

- Principes et caractéristiques de transfert des préactionneurs usuels de la spécialité (préactionneurs électromagnétiques et statiques).
- Cas du démarrage et de la variation de vitesse des moteurs électriques à courant continu et pas à pas.

4.3. Actionneurs électriques :

4.3.1. Machines à courant continu :

- Principe (cette partie s'appuiera sur le rappel succinct des éléments correspondant du cours de sciences physiques).
- Caractéristiques mécaniques de couple, vitesse et puissance, caractéristiques électriques de courant et tension.
- Notion de réversibilité du moteur, du variateur.

4.3.2. Moteur pas à pas :

- Principe - Caractéristiques mécaniques et électriques de mise en œuvre.

4.3.3. Moteur asynchrone :

- Influence des blocs fonctionnels de variation de vitesse.

ESSAIS MOTEURS

Cet enseignement se fait en travaux dirigés et en travaux pratiques.

Objectif :

Maîtriser les problèmes de :

la production de puissance par le MCI.

la dissipation et l'utilisation dans une installation industrielle.

Cette maîtrise passe par la connaissance, la mesure, le contrôle, le réglage des paramètres qui influencent les performances en fonctionnement stabilisé et en transitoire.

Programme :

1. Structure du moteur :

Métrologie dimensionnelle.

Analyse des matériaux : dureté.

Analyse visuelle de l'usure : expertise après anomalie (grippage, serrage, gommage, oxydation...)

Perméabilité des culasses.

Étanchéités.

Équilibrage (en complément de l'étude des constructions)

2. Montages et réglages :

Calage de la distribution.

Dépassement de chemise.

Réglages des jeux.

3. Equipements moteurs :

Réglages et contrôles des caractéristiques des systèmes de gestion de fonctionnement moteur :

- Les actionneurs : carburateurs, injecteurs, pompes d'injection (diesel), électrovannes, équipements d'allumage

- Les capteurs.

- Les calculateurs :

Conformités des entrées sorties.

Programmation des mémoires.

- Les outils d'investigations et de diagnostic.

4. Essais, analyse du fonctionnement du moteur

Le moteur sera mis en situation de fonctionnement :

- au ralenti,

- en charge :

- au frein.

- sur installation fixe (groupes électrogènes, motopompes, hélices...)

- sur véhicule au banc à rouleaux ou sur route.

4.1. Etude du récepteur :

Vue sous l'aspect de l'adaptation au moteur (courbes caractéristiques, limites..)

4.2. Freins :

Montage, Alignement.
Alimentation.
Régulations. sécurités.
Maintenance.
Choix des transmissions.

4.3. Equipements spécifiques à la cellule d'essais :

4.3.1. Sécurités :

Des personnes. Des équipements.

4.3.2. Commandes des facteurs variables :

Energie introduite :

- commande de papillon.
- de pompe diesel.

Avance à l'allumage. Avance à l'injection.

Autres paramètres (L'étudiant est amené à monter, régler, utiliser des systèmes de commande à régulation électronique analogique et numérique).

4.3.3. Mesurage des paramètres :

L'étudiant doit choisir, installer, étalonner différentes chaînes de mesures :

Couple. Force. Régime.

Débit de liquide (carburants..)

Températures (air, eau, métal..)

Pression statique (admission)

Pression instantanée (chambre de combustion)

Composition des gaz d'échappement (HC, O₂, CO₂, CO, NOX..) particules.

Vibrations. Cliquetis. Bruits

Cette partie s'appuie nécessairement sur les connaissances de physique, chimie, **Automatique** et informatique industrielle.

5. Méthodologie des essais :

Le but est de faire acquérir par des mesures et des essais :

La rigueur.

La notion de mesure.

La signification des incertitudes.

6. Conduite des essais :

Méthodologie de l'optimisation d'un point de fonctionnement répondant au cahier des charges de développement.

Conditions d'hygiène et de sécurité dans la conduite d'essais.

Interprétation des résultats.

Acquisition des données : exemple $p = f(\alpha)$.

Traitement des données :

Brevet de Technicien Supérieur : Moteurs à Combustion Interne

$p = f(v)$. Bilan énergétique. P_{me} , P_{mi} .

Rédaction de rapports d'essais :

Graphes. Tableaux.

Choix d'un réglage répondant au cahier des charges.

**UNITÉS
CONSTITUTIVES**

FRANÇAIS

U1

Définition de l'unité de français :

L'unité « français » englobe les compétences établies par l'arrêté du 30 mars 1989 « *objectifs, contenus de l'enseignement et référentiel du domaine de l'expression française pour les brevets de technicien supérieur* » (BOEN n° 21 du 25 mai 1989).

MATHEMATIQUES

U21

Définition de l'unité de mathématiques :

L'unité de « mathématiques » englobe l'ensemble des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur établies par l'arrêté du 30 mars 1989 (BOEN n° 21 du 25 mai 1989).

SCIENCES PHYSIQUES

U22

Définition de l'unité de sciences physiques :

L'unité « sciences physiques » englobe l'ensemble des objectifs, capacités, compétences et savoir-faire précisés dans le présent référentiel de certification.

LANGUE VIVANTE ETRANGERE 1

U3

Anglais obligatoire.

Définition de l'unité :

L'unité englobe l'ensemble des capacités et compétences incluses dans le référentiel.

Dans l'unité de langue vivante figurent trois axes fondamentaux :

- 1) Les objectifs essentiellement professionnels qui impliquent la maîtrise de la langue vivante étrangère en tant que langue véhiculaire ou non.
- 2) Les compétences fondamentales :
 - compréhension écrite de documents professionnels, brochures, dossiers, articles de presse ...
 - compréhension orale d'informations à caractère professionnel
 - expression écrite : prise de notes, rédaction de comptes rendus, de messages ...
 - expression orale : langue de communication, conversations de type simple au téléphone ...
- 3) Les connaissances :
 - les bases linguistiques du programme des classes terminales
 - la morphe - syntaxe de la langue utilisée dans les situations professionnelles ciblées
 - terminologie, lexique du domaine professionnel.

UNITES CONSTITUTIVES DU REFERENTIEL DE CERTIFICATION

UNITE U4

EPREUVE E4 - Etude des constructions.

| C | Savoirs associés CAPACITES | Etude des Constructions | Mécanique | Automatique et Informatique Industrielle | Technologie des Moteurs | Essais Moteurs |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|------------------------------------------|-------------------------|----------------|
| | | | | | | |
| C1.1 | Etablir le cahier des charges fonctionnel de l'architecture d'un moteur, de ses organes et équipements. | | | | | |
| C1.2 | Définir l'architecture d'un moteur, de ses organes et équipements en intégrant les résultats de l'expérimentation. | | | | | |
| C1.3 | Adapter un moteur, ses organes et équipements à une utilisation spécifique. | | | | | |
| C1.4 | Définir le cahier des charges des moyens d'essais. | | | | | |
| C2.1 | Choisir les moyens d'expérimentation. | | | | | |
| C2.2 | Choisir les méthodes d'essais. | | | | | |
| C3.1 | Définir les essais, rédiger les procédures. | | | | | |
| C3.2 | Préparer les moteurs et/ou ses organes et équipements. | | | | | |
| C3.3 | Conduire et réaliser les essais de performance, d'endurance, de comportement et d'environnement. | | | | | |
| C3.4 | Conduire des projets. | | | | | |
| C3.5 | Mettre en œuvre un manuel qualité. | | | | | |
| C4.1 | Effectuer le traitement, l'analyse et la synthèse des résultats. | | | | | |
| C4.2 | Faire évoluer les moyens d'expérimentation. | | | | | |
| C5.1 | Exploiter le matériel d'essais et de mesures. | | | | | |
| C5.2 | Gérer les ressources humaines. | | | | | |
| C5.3 | Gérer les moyens matériels. | | | | | |
| C6.1 | Dialoguer avec les membres de l'entreprise et les interlocuteurs extérieurs. | | | | | |
| C6.2 | Réaliser des dossiers, rédiger des comptes rendus. | | | | | |
| C6.3 | Développer le sens des relations clients - fournisseurs. | | | | | |
| C6.4 | Animer une équipe. | | | | | |

UNITES CONSTITUTIVES DU REFERENTIEL DE CERTIFICATION

UNITE U51

EPREUVE E5 - Etude des moteurs.
Sous-épreuve : Exploitation d'essais moteur.

| C | Savoirs associés CAPACITES | Etude des Constructions | Mécanique | Automatique et Informatique Industrielle | Technologie des Moteurs | Essais Moteurs |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|------------------------------------------------|----------------------------|-------------------|
| | | | | | | |
| C1.1 | Etablir le cahier des charges fonctionnel de l'architecture d'un moteur, de ses organes et équipements. | | | | | |
| C1.2 | Définir l'architecture d'un moteur, de ses organes et équipements en intégrant les résultats de l'expérimentation. | | | | | |
| C1.3 | Adapter un moteur, ses organes et équipements à une utilisation spécifique. | | | | | |
| C1.4 | Définir le cahier des charges des moyens d'essais. | | | | | |
| C2.1 | Choisir les moyens d'expérimentation. | | | | | |
| C2.2 | Choisir les méthodes d'essais. | | | | | |
| C3.1 | Définir les essais, rédiger les procédures. | | | | | |
| C3.2 | Préparer les moteurs et/ou ses organes et équipements. | | | | | |
| C3.3 | Conduire et réaliser les essais de performance, d'endurance, de comportement et d'environnement. | | | | | |
| C3.4 | Conduire des projets. | | | | | |
| C3.5 | Mettre en œuvre un manuel qualité. | | | | | |
| C4.1 | Effectuer le traitement, l'analyse et la synthèse des résultats. | | | | | |
| C4.2 | Faire évoluer les moyens d'expérimentation. | | | | | |
| C5.1 | Exploiter le matériel d'essais et de mesures. | | | | | |
| C5.2 | Gérer les ressources humaines. | | | | | |
| C5.3 | Gérer les moyens matériels. | | | | | |
| C6.1 | Dialoguer avec les membres de l'entreprise et les interlocuteurs extérieurs. | | | | | |
| C6.2 | Réaliser des dossiers, rédiger des comptes rendus. | | | | | |
| C6.3 | Développer le sens des relations clients - fournisseurs. | | | | | |
| C6.4 | Animer une équipe. | | | | | |

UNITES CONSTITUTIVES DU REFERENTIEL DE CERTIFICATION

UNITE U52

EPREUVE E5 - Etude des moteurs.
Sous-épreuve : Etude des moteurs

| C | Savoirs associés CAPACITES | Etude des Constructions | Mécanique | Automatique et Informatique Industrielle | Technologie des Moteurs | Essais Moteurs |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|------------------------------------------------|----------------------------|-------------------|
| | | | | | | |
| C1.1 | Etablir le cahier des charges fonctionnel de l'architecture d'un moteur, de ses organes et équipements. | | | | | |
| C1.2 | Définir l'architecture d'un moteur, de ses organes et équipements en intégrant les résultats de l'expérimentation. | | | | | |
| C1.3 | Adapter un moteur, ses organes et équipements à une utilisation spécifique. | | | | | |
| C1.4 | Définir le cahier des charges des moyens d'essais. | | | | | |
| C2.1 | Choisir les moyens d'expérimentation. | | | | | |
| C2.2 | Choisir les méthodes d'essais. | | | | | |
| C3.1 | Définir les essais, rédiger les procédures. | | | | | |
| C3.2 | Préparer les moteurs et/ou ses organes et équipements. | | | | | |
| C3.3 | Conduire et réaliser les essais de performance, d'endurance, de comportement et d'environnement. | | | | | |
| C3.4 | Conduire des projets. | | | | | |
| C3.5 | Mettre en œuvre un manuel qualité. | | | | | |
| C4.1 | Effectuer le traitement, l'analyse et la synthèse des résultats. | | | | | |
| C4.2 | Faire évoluer les moyens d'expérimentation. | | | | | |
| C5.1 | Exploiter le matériel d'essais et de mesures. | | | | | |
| C5.2 | Gérer les ressources humaines. | | | | | |
| C5.3 | Gérer les moyens matériels. | | | | | |
| C6.1 | Dialoguer avec les membres de l'entreprise et les interlocuteurs extérieurs. | | | | | |
| C6.2 | Réaliser des dossiers, rédiger des comptes rendus. | | | | | |
| C6.3 | Développer le sens des relations clients - fournisseurs. | | | | | |
| C6.4 | Animer une équipe. | | | | | |

UNITES CONSTITUTIVES DU REFERENTIEL DE CERTIFICATION

UNITE U6

EPREUVE E6 - Epreuve professionnelle de synthèse.

| C | Savoirs associés CAPACITES | Etude des Constructions | Mécanique | Automatique et Informatique Industrielle | Technologie des Moteurs | Essais Moteurs |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|------------------------------------------|-------------------------|----------------|
| | | | | | | |
| C1.1 | Etablir le cahier des charges fonctionnel de l'architecture d'un moteur, de ses organes et équipements. | | | | | |
| C1.2 | Définir l'architecture d'un moteur, de ses organes et équipements en intégrant les résultats de l'expérimentation. | | | | | |
| C1.3 | Adapter un moteur, ses organes et équipements à une utilisation spécifique. | | | | | |
| C1.4 | Définir le cahier des charges des moyens d'essais. | | | | | |
| C2.1 | Choisir les moyens d'expérimentation. | | | | | |
| C2.2 | Choisir les méthodes d'essais. | | | | | |
| C3.1 | Définir les essais, rédiger les procédures. | | | | | |
| C3.2 | Préparer les moteurs et/ou ses organes et équipements. | | | | | |
| C3.3 | Conduire et réaliser les essais de performance, d'endurance, de comportement et d'environnement. | | | | | |
| C3.4 | Conduire des projets. | | | | | |
| C3.5 | Mettre en œuvre un manuel qualité. | | | | | |
| C4.1 | Effectuer le traitement, l'analyse et la synthèse des résultats. | | | | | |
| C4.2 | Faire évoluer les moyens d'expérimentation. | | | | | |
| C5.1 | Exploiter le matériel d'essais et de mesures. | | | | | |
| C5.2 | Gérer les ressources humaines. | | | | | |
| C5.3 | Gérer les moyens matériels. | | | | | |
| C6.1 | Dialoguer avec les membres de l'entreprise et les interlocuteurs extérieurs. | | | | | |
| C6.2 | Réaliser des dossiers, rédiger des comptes rendus. | | | | | |
| C6.3 | Développer le sens des relations clients - fournisseurs. | | | | | |
| C6.4 | Animer une équipe. | | | | | |

ANNEXE II

Stage en milieu professionnel

Stage en milieu professionnel

1. Objectifs :

Le candidat au brevet de technicien supérieur moteurs à combustion interne devra effectuer un stage en entreprise afin de compléter et améliorer sa formation, sa connaissance du milieu professionnel et des problèmes liés à l'exercice de l'emploi.

2. Organisation :

La stage est obligatoire pour les étudiant relevant d'une préparation présentielle ou à distance.

2.1. Voie scolaire :

Le stage, organisé avec le concours des milieux professionnels, est 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. Il est effectué dans une ou plusieurs entreprises publiques ou privées.

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. Cette convention est établie conformément aux dispositions en vigueur (circulaires du 30 octobre 1959, BOEN n° 24 du 14 décembre 1959 et du 26 mars 1970, BOEN n° 17 du 23 avril 1970). Toutefois, cette convention pourra être adaptée pour tenir compte des contraintes imposées par la législation du pays d'accueil.

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

Afin d'en assurer le caractère formateur, les périodes de stage sont placées sous la responsabilité de l'équipe pédagogique dans son ensemble qui est responsable de leur mise en place, de leur suivi, de l'exploitation qui en est faite.

Un certificat attestant la présence du candidat dans l'entreprise et précisant la nature de ses activités lui sera remis par le responsable de l'entreprise ou son représentant à la fin des stages.

Un candidat qui n'aura pas présenté cette pièce ne pourra être admis à subir l'épreuve E6.

Un candidat qui, pour une raison de force majeure dûment constatée, n'effectue qu'une partie du stage obligatoire, peut être autorisé par le recteur à se présenter à l'examen, le jury étant tenu informé de sa situation.

La recherche des terrains de stage est assurée sous la responsabilité du chef d'établissement en accord avec les entreprises recevant les stagiaires.

Le premier stage, d'une durée de quatre semaine à six semaines, s'effectue en fin de première année de scolarité, à partir du début du mois de juin, jusqu'à la fin de l'année scolaire.

Le deuxième stage, d'une durée de six semaines (30 jours ouvrés) s'effectue durant la deuxième année scolaire. Il peut y avoir recouvrement entre les périodes de stages et les vacances scolaires.

Il est souhaitable que les deux stages se déroulent dans la même entreprise.

Le stage de deuxième année peut exceptionnellement se dérouler dans l'établissement de formation. Dans ce cas, le projet technique consistera en une étude propre à l'établissement ou à une entreprise.

✓ Contenu :

En première année les objectifs à atteindre seront de:

- connaître l'entreprise,
- s'ouvrir sur le monde industriel,
- s'intégrer à une équipe,
- participer à des activités liées au domaine des moteurs à combustion interne.

En deuxième année l'objectif est de proposer à l'étudiant un parcours de formation le conduisant à atteindre tout ou partie des compétences C11 à C64 définies par le référentiel du diplôme.

Après l'élaboration d'un plan de stage accompagné, dans la mesure du possible, d'un cahier des charges tripartite (entreprise, établissement de formation, élève), le travail s'appuie sur la réalisation d'un projet technique lié au domaine des moteurs à combustion interne.

✓ Rapport :

Les stages en entreprise donnent lieu à la rédaction par l'élève d'un rapport (30 pages A4, au maximum).

Pour le premier stage (cinq pages environ), présenter l'entreprise et/ou le service d'accueil et les conditions de déroulement.

Pour le deuxième stage, exposer dans un dossier technique :

- les activités accomplies,
- les aspects techniques et économiques,
- les réflexions et conclusions.

Les attestations de présence aux stages devront parvenir au service chargé de l'organisation de l'examen 15 jours avant le début de l'épreuve professionnelle de synthèse.

2.2. Voie de l'apprentissage :

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

Les activités effectuées au sein de l'entreprise doivent être en cohérence avec les exigences du référentiel.

Les objectifs pédagogiques ainsi que les supports de l'épreuve professionnelle de synthèse sont les mêmes que ceux des candidats scolaires.

2.3. Voie de la formation continue :

a) *candidat en situation de première formation ou en situation de reconversion :*

La durée du stage est de onze semaines. Elle s'ajoute à la durée de formation dispensée dans le centre de formation continue en application de l'article 11 du décret n° 95-665 du 6 mai 1995 modifié portant règlement général du brevet de technicien supérieur.

L'organisme de formation peut concourir à la recherche de l'entreprise d'accueil.

Le stagiaire peut avoir la qualité de salarié d'un autre secteur professionnel.

Lorsque cette préparation s'effectue dans le cadre d'un contrat de travail de type particulier, le stage obligatoire est inclus dans la période de formation dispensée en milieu professionnel si les activités effectuées sont en cohérence avec les exigences du référentiel et conformes aux objectifs et aux modalités générales définies ci-dessus.

b) *candidat en situation de perfectionnement :*

Le certificat de stage peut être remplacé par un ou plusieurs certificats de travail attestant que l'intéressé a été occupé dans le secteur relevant des moteurs à combustion interne si les activités effectuées sont en cohérence avec les exigences du référentiel et conformes aux objectifs et aux modalités générales définies ci-dessus, en qualité de salarié à plein temps pendant six mois au cours de l'année précédant l'examen ou à temps partiel pendant un an au cours des deux années précédant l'examen.

Ces candidats rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport de stage.

2.4. Candidats en formation à distance :

Les candidats relèvent, selon leur statut – scolaire, apprenti, formation continue – de l'un des cas précédents.

2.5. Candidat qui se présente au titre de leur expérience professionnelle :

Le certificat de stage peut être remplacé par un ou plusieurs certificats de travail justifiant la nature et la durée de l'emploi occupé.

Ces candidats rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport de stage.

3. Aménagement de la durée du stage :

La durée normale du stage est de quatre à six semaines en première année et six semaines en deuxième année de scolarité. Cette durée peut être réduite soit pour raison de force majeure dûment constatée soit dans le cas d'une décision d'aménagement de la formation ou d'une décision de positionnement à une durée minimum de 8 semaines.

Toutefois, les candidats qui produisent une dispense de l'unité U6 (notamment au titre de la validation des acquis professionnels), ne sont pas tenus d'effectuer de stage.

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

Les candidats ayant échoué à une session antérieure de l'examen peuvent, s'ils le jugent nécessaire au vu des éléments de note et du regard porté par le jury sur l'épreuve professionnelle de synthèse, effectuer un nouveau stage en entreprise.

Toutefois les candidats scolaires redoublants doivent effectuer les stages que leur établissement organise en deuxième année. Ceux qui ne conservent pas la note à l'épreuve professionnelle de synthèse peuvent produire un nouveau rapport de stage.

Les candidats apprentis redoublants peuvent présenter à la session suivant celle au cours de laquelle ils n'ont pas été déclarés admis :

- soit leur contrat d'apprentissage initial prorogé pendant un an,
- soit un nouveau contrat conclu avec un autre employeur (en application des dispositions de l'article L.117-9 du code du travail).

ANNEXE III

Horaire

1. Horaire hebdomadaire en formation initiale sous statut scolaire

| Enseignement | TS1 | | | | TS2 | | | |
|------------------------------------------------|-----|---|---|-------|-----|---|---|-------|
| | A | B | C | Total | A | B | C | Total |
| Français | 1 | 2 | - | 3 | 1 | 2 | - | 3 |
| Mathématiques | 3 | - | - | 3 | 3 | - | - | 3 |
| Anglais | 1 | 1 | - | 2 | 1 | 1 | - | 2 |
| Economie, gestion de l'entreprise | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 |
| Physique appliquée, chimie | 2 | 2 | - | 4 | 1 | 1 | - | 2 |
| Etude des constructions et Mécanique appliquée | 2,5 | 5 | - | 7,5 | 2,5 | 5 | - | 7,5 |
| Technologie moteur | 2,5 | 2 | - | 4,5 | 3,5 | 2 | - | 5,5 |
| Automatique et informatique industrielle | 1 | 1 | - | 2 | 1 | 1 | - | 2 |
| Essais moteurs | - | 2 | 6 | 8 | - | 2 | 6 | 8 |
| Horaire élèves | | | | 34 | 34 | | | |
| Langue vivante étrangère II (Facultative) | | | | 2 | 2 | | | - |

Compte tenu des impératifs de sécurité lors des travaux sur bancs d'essais les groupes seront limités à 10 élèves au maximum

A = classe entière. B = demi - classe. C = groupes

Les horaires indiqués constituent une moyenne hebdomadaire.

2. Organisation pédagogique des enseignements technologiques

Pour une première ou une deuxième année.

| Enseignement | Nombre maximal de professeurs | Spécialité |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| Etude des construction et mécanique appliquée | 1 <i>Le deuxième groupe pourra être confié à un deuxième professeur</i> | B1 |
| Automatique et informatique industrielle | 1 | B1 ou B3 |
| Technologie moteur | 1 <i>Le deuxième groupe pourra être confié à un deuxième professeur</i> | B3, B1 |
| Expérimentation et essais moteurs | 3 | B3 et B1 |

B1 = Certifié génie mécanique option construction ou agrégé de mécanique

B3 = Certifié génie mécanique option maintenance ou agrégé de génie mécanique

L'enseignement des essais moteurs est complémentaire des autres enseignements technologiques.

Un groupe d'élèves sera confié pendant toute l'année au même professeur.

ANNEXE IV

Règlement d'examen

REGLEMENT D'EXAMEN

| | | |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR Moteurs à combustion interne | Voies scolaires, apprentissage, formation professionnelle continue dans les établissements publics ou privés, enseignement à distance et candidats justifiant de 3 ans d'expérience professionnelle | Formation professionnelle continue dans des établissements publics habilités |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|

| Epreuves | | Unités | Coef | Forme | Durée | Evaluation en cours de formation |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|--------|--------|-------------------------|----------------|----------------------------------|
| E1 | Français | U1 | 3 | Ecrite | 4h | 4 situations d'évaluation |
| E2 | Mathématiques et sciences | | 4 | | 4h | |
| | Sous - épreuve Mathématiques | U21 | 2 | Ecrite | 2h | 3 situations d'évaluation |
| | Sous - épreuve Sciences physiques | U22 | 2 | Ecrite | 2h | 2 situations d'évaluation |
| E3 | Langue vivante étrangère I (anglais obligatoire)** | U3 | 2 1 | Ecrite Orale | 2h 20min* | 4 situations d'évaluation |
| E4 | Etude des constructions | U4 | 4 | Ecrite | 6h | Forme ponctuelle |
| E5 | Etude des moteurs | | 6 | | 6h | |
| | Sous – épreuve Exploitation d'essais moteur | U51 | 3 | Ecrite | 3h | 1 situation d'évaluation |
| | Sous – épreuve Etude et analyse des moteurs | U52 | 3 | Ecrite | 3h | 1 situation d'évaluation |
| E6 | Epreuve professionnelle de synthèse | U6 | 8 | Soutenance Entretien | 40min 40min | 1 situation d'évaluation |
| Epreuves facultatives | | | | | | |
| | 1) Langue vivante étrangère II** | UF1 | 1 | Orale | 20min* | Orale |
| | 2) Economie- Gestion | UF2 | 1 | Orale | 20min* | Orale |

N.B. : La description, la durée et le coefficient des différentes situations d'évaluation figurent dans l'annexe V, définition des épreuves.

* *Non compris le temps de préparation de 20 minutes.*

** *La langue vivante choisie au titre de l'épreuve facultative est obligatoirement différente de celle choisie au titre de l'épreuve obligatoire.*

ANNEXE V

**Définition des épreuves ponctuelles
et des situations d'évaluation
en cours de formation**

EPREUVE E1 : FRANCAIS**Coefficient : 3****U1****● Objectifs :**

L'objectif visé est de certifier l'aptitude des candidats à communiquer avec efficacité dans la vie courante et la vie professionnelle.

L'évaluation sert donc à vérifier les capacités du candidat à :

- communiquer par écrit ou oralement
- s'informer, se documenter
- appréhender un message
- réaliser un message
- apprécier un message ou une situation.

(Arrêté du 30 mars 1989, B.O. n° 21 du 25 mai 1989)

● Modes d'évaluation :

→ **Forme ponctuelle :** (*épreuve écrite, durée 4 heures*).

(C.F. annexe III de l'arrêté du 30 mars 1989, B.O. n° 21 du 25 mai 1989)

→ **Contrôle en cours de formation :**

L'unité de français est constituée de quatre situations d'évaluation de poids identiques :

- deux situations relatives à l'évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit,
- deux situations relatives à l'évaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.

a) Première situation d'évaluation (*durée indicative 2 heures*)

- ✓ Objectif général :
Evaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit,
- ✓ Compétences à évaluer :
 - respecter les contraintes de la langue écrite,
 - appréhender et reformuler un message écrit (fidélité à la signification globale du texte et pertinence dans le relevé de ses éléments fondamentaux),
 - réaliser un message écrit cohérent (pertinence par rapport à la question posée, intelligibilité, précision des idées, pertinence des exemples, valeur de l'argumentation, exploitation opportune des références culturelles et de l'expérience personnelle, netteté de la conclusion).
- ✓ Exemple de situation
 - résumer par écrit un texte long (900 mots environ) portant sur un problème contemporain,
 - le commenter en fonction de la question posée et du destinataire.

b) Deuxième situation d'évaluation (durée indicative 2 heures)

- ✓ Objectif général :
Evaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit,
- ✓ Compétences à évaluer :
 - respecter les contraintes de la langue écrite,
 - synthétiser des informations : fidélité à la signification des documents, exactitude et précision dans leur compréhension et leur mise en relation, pertinence des choix opérés en fonction du problème posé et de la problématique retenue par le candidat, cohérence de la problématique comme de la production (classement et enchaînement des éléments, équilibre des parties, densité du propos, efficacité du message),
 - apprécier un message et présenter un point de vue brièvement argumenté.
- ✓ Exemple de situation :
 - réalisation d'une synthèse de documents à partir de plusieurs documents (4 ou 5) de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, messages graphiques, tableaux statistiques ...) centrés sur un problème précis et dont, chacun est daté et situé dans son contexte. Cette synthèse est suivie d'une brève appréciation ou proposition personnelle liée à la fois aux documents de synthèse et au destinataire.

c) Troisième situation d'évaluation (durée indicative 30 minutes)

- ✓ Objectif général :
Evaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.
- ✓ Compétences à évaluer :
 - s'adapter à la situation (maîtrise des contraintes de temps, de lieu, d'objectif et d'adaptation au destinataire (choix des moyens d'expression appropriés, prise en compte de l'attitude et des questions du ou des interlocuteurs),
 - organiser un message oral : respect du sujet, structure interne du message (intelligibilité, précision et pertinence des idées, valeurs de l'argumentation, netteté de la conclusion, pertinence des réponses ...).
- ✓ Exemple de situation
A partir d'un dossier qui aura été fourni au préalable et qui portera soit sur une question d'actualité soit sur une situation professionnelle, présenter un relevé de conclusions et répondre, au cours d'un entretien, aux questions d'un ou, éventuellement, plusieurs interlocuteurs. Le dossier peut être constitué de documents de même nature (ex. : revue de presse) ou de documents de nature diverse, textuels et non textuels tels qu'organigrammes, tableaux statistiques, schémas, graphiques, diagrammes, images ...).

d) Quatrième situation d'évaluation (durée indicative 30 minutes)

- ✓ Objectif général :
Evaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.
- ✓ Compétences à évaluer :
 - s'informer, se documenter,

- analyser une situation, une expérience, des données ; en établir une synthèse,
 - faire le point au cours d'une discussion ou d'un débat ; dégager des conclusions,
 - s'adapter à un contexte de communication,
 - utiliser un langage approprié.
- ✓ Exemples de situation
- compte rendu oral d'une activité professionnelle (stage en entreprise par exemple) ou d'une activité culturelle (compte rendu de lecture, de spectacle, de visite d'une exposition ...) suivi d'un entretien,
 - animation d'un groupe de réflexion et réalisation de la synthèse finale.

EPREUVE E2 : MATHÉMATIQUES – SCIENCES PHYSIQUES**Coefficient : 4****U21-U22****● Organisation et correction de l'épreuve de mathématiques – sciences physiques :**

- L'organisation de l'épreuve est conforme aux dispositions de la note de service n°95-238 du 26 octobre 1995 (B.O. n°41 du 9 novembre 1995)
- Chacune des parties de l'épreuve sera corrigée par un professeur de la discipline.

SOUS - EPREUVE : Mathématiques**Coefficient : 2****U21****● Objectif :**

Cette épreuve a pour objet :

- d'apprécier la solidité des connaissances des candidats et leur capacité à les mobiliser dans des situations variées,
- de vérifier leur aptitude au raisonnement et leur capacité à analyser correctement un problème, à justifier les résultats obtenus et à apprécier leur portée,
- d'apprécier leurs qualités dans le domaine de l'expression écrite et l'exécution soignée de tâches diverses (tracés graphiques, calculs à la main ou sur machine).

Par suite, il s'agit d'évaluer les capacités des candidats à :

- posséder les connaissances figurant au programme,
- utiliser des sources d'information,
- trouver une stratégie adaptée à un problème donné,
- mettre en œuvre une stratégie :
 - mettre en œuvre des savoir faire mathématiques spécifiques à chaque spécialité
 - argumenter
 - analyser la pertinence d'un résultat,
- communiquer par écrit voire oralement.

● Modes de l'évaluation :**→ Forme ponctuelle : (Epreuve écrite, durée 2 heures)**

Les sujets comportent deux exercices de mathématiques. Ces exercices porteront sur des parties différentes du programme et devront rester proches de la réalité professionnelle.

L'épreuve porte à la fois sur des applications directes des connaissances du cours et sur leur mobilisation au sein de problèmes plus globaux.

Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématiques excessives. La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est définie par la circulaire n° 86.228 du 28 juillet 1986 (B.O. n° 34 du 2 octobre 1986).

En tête des sujets doivent figurer les deux rappels suivants :

- *La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*
- *L'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématique est autorisé.*

→ **Contrôle en cours de formation de l'unité de mathématiques.**

Il comporte trois situations d'évaluation, chacune comptant pour un tiers du coefficient attribué à l'unité de mathématiques.

- ✓ Deux situations d'évaluation, situées respectivement dans la seconde partie et en fin de formation respectant les points suivants :
 - ① Ces évaluations sont écrites et la durée de chacune est voisine de celle correspondant à l'évaluation ponctuelle du BTS considéré.
 - ② Les situations d'évaluation comportent des exercices de mathématiques recouvrant une part très large du programme. Dans chaque spécialité les thèmes mathématiques qu'ils mettent en jeu portent principalement sur les chapitres les plus utiles pour les autres enseignements.
Le nombre de points affectés à chaque exercice est indiqué aux candidats afin qu'ils puissent gérer leur travaux.
Lorsque ces situations s'appuient sur d'autres disciplines aucune connaissance relative aux disciplines considérées n'est exigible des candidats pour l'évaluation en mathématiques et toutes explications et indications utiles doivent être fournies dans l'énoncé.
 - ③ Les situations d'évaluation permettent l'application directe des connaissances du cours mais aussi la mobilisation de celles-ci au sein de problèmes plus globaux.
 - ④ Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessive.
La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.
 - ⑤ L'utilisation des calculatrices pendant chaque situation d'évaluation est définie par la réglementation en vigueur aux examens et concours relevant de l'éducation nationale.
 - ⑥ Les deux points suivants doivent être impérativement rappelés au candidat :
 - *La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*
 - *L'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématique est autorisé.*
- ✓ Un troisième situation d'évaluation est la réalisation écrite (individuelle ou en groupe restreint) et la présentation orale (individuelle) d'un dossier comportant la mise en œuvre de savoir faire mathématiques en liaison directe avec la présente spécialité.
Au cours de l'oral, dont la durée maximale est de 20 minutes, le candidat sera amené à répondre à des questions en liaison directe avec le contenu mathématique du dossier.

SOUS - EPREUVE : Sciences Physiques**Coefficient : 2****U22****● Objectifs :**

L'évaluation en sciences physiques a pour objet:

- d'apprécier la solidité des connaissances des candidats et de s'assurer de leur aptitude au raisonnement et à l'analyse correcte d'un problème en rapport avec des activités professionnelles,
- de vérifier leur connaissance du matériel scientifique et des conditions de son utilisation,
- de vérifier leur capacité à s'informer et à s'exprimer par écrit sur un sujet scientifique.

● Modes d'évaluation :**→ Forme ponctuelle : (Epreuve écrite, durée 2 heures)**

Le sujet est constitué d'exercices qui portent sur des parties différentes du programme et qui doivent rester proches de la réalité professionnelle sans que l'on s'interdise de faire appel à des connaissances fondamentales acquises dans les classes antérieures. Il comporte une part d'analyse d'une situation expérimentale ou pratique, *au sens de la physique appliquée, de la chimie*, et des applications numériques.

Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématiques excessives. La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est définie par la circulaire n° 86.228 du 28 juillet 1986 (B.O. n° 34 du 2 octobre 1986).

En tête du sujet il sera précisé si l'usage de la calculatrice est autorisée ou interdite lors de l'épreuve.

La correction de l'épreuve tiendra le plus grand compte de la clarté dans la conduite de la résolution et dans la rédaction de l'énoncé des lois, de la compatibilité de la précision des résultats numériques avec les données de l'énoncé (nombre de chiffres significatifs), du soin apporté aux représentations graphiques éventuelles et de la qualité de la langue française dans son emploi scientifique.

→ Contrôle en cours de formation de l'unité de sciences physiques.

Le contrôle en cours de formation comporte deux situations d'évaluation, de poids identique, situées respectivement dans la seconde partie et en fin de partie de la formation et qui respectent les points suivants :

- ① Ces situations d'évaluation sont écrites, chacune a pour durée 2 heures.
- ② Les situations d'évaluation comportent des exercices dans lesquels il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité excessive.
- ③ Le nombre de points affectés à chaque exercice est indiqué aux candidats afin qu'ils puissent gérer leurs travaux.
- ④ La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

- ⑤ L'utilisation des calculatrices pendant chaque situation d'évaluation est définie par la réglementation en vigueur aux examens et concours relevant de l'éducation nationale.
- ⑥ La note finale sur vingt proposée au jury pour l'unité est obtenue en divisant par deux le total des notes résultant des deux situations d'évaluation. Le résultat est arrondi au demi - point.

EPREUVE E3 : LANGUE VIVANTE ETRANGERE I (anglais obligatoire)

Coefficient : 3

U3

● Contenus de l'épreuve :

L'épreuve a pour but d'évaluer :

1 - la compréhension :

- ① de la langue écrite,
- ② de la langue orale, éventuellement

2 - L'expression écrite.

- ① Il s'agit de vérifier la capacité du candidat à exploiter des textes et/ou documents dans la langue anglaise, à caractère professionnel, sans spécialisation ni difficultés techniques excessives.
- ② Il n'est pas exclu que l'un des documents soit un enregistrement proposé à l'écoute collective.
- ③ Il s'agit de vérifier la capacité du candidat à s'exprimer par écrit dans la langue, de manière intelligible, à un niveau acceptable de correction.

● Evaluation : Comprend une partie écrite et une partie orale.

● Modes d'évaluation :

*L'USAGE D'UN DICTIONNAIRE BILINGUE EST AUTORISE
DANS LE CADRE DES EVALUATIONS ECRITES*

→ **Forme ponctuelle :** A - Epreuve écrite, durée 2 heures, coefficient 2.

- ① / ② L'épreuve comporte un ou des exercices choisis parmi ceux énumérés ci-après :
traduction, interprétation, résumé, compte-rendu, présentation, en français, de tout ou partie de l'information contenue dans les textes et/ou documents.
- ③ L'épreuve comporte un ou des exercices choisis parmi ceux énumérés ci-après :
réponses simples et brèves, dans la langue anglaise, à des questions ayant trait au domaine professionnel; résumés; comptes-rendus; présentations simples et brèves. dans la langue anglaise, de l'information contenue dans un texte ou document à caractère professionnel, rédigé en anglais ou en français.

B - Epreuve orale, durée 20 minutes (plus temps de préparation de 20 minutes) coefficient 1.

L'épreuve a pour but de vérifier la capacité du candidat à participer utilement à un dialogue dans la langue anglaise dans une perspective professionnelle. Elle consiste à un entretien prenant appui sur des documents appropriés.

→ **Contrôle en cours de formation.**

L'unité de langue vivante étrangère est constituée de quatre situations d'évaluation, de poids identique, correspondant aux quatre capacités :

- compréhension écrite
- compréhension orale
- expression écrite
- expression orale

a) Première situation d'évaluation

✓ Compréhension écrite

Evaluer, à partir d'un ou de deux supports liés à la pratique de la profession, la compréhension de la langue vivante étrangère par le biais de :

- résumés, comptes rendus, réponses à des questions factuelles, rédigés en français ou en langue vivante étrangère, traductions ...

Le candidat devra faire la preuve des compétences suivantes :

- repérage, identification, mise en relation des éléments identifiés, hiérarchisation des informations
- inférences
- exactitude dans le rapport des faits, pertinence et intelligibilité.

b) Deuxième situation d'évaluation

✓ Compréhension orale

Evaluer, à partir d'un support audio - oral, l'aptitude à comprendre un message auditif exprimé en langue vivante étrangère par le biais de :

- de questions factuelles simples
- questions à choix multiples
- reproductions des éléments essentiels d'information issus du document
- résumés rédigés en langue vivante étrangère ou en français.

Le candidat devra faire la preuve des compétences suivantes :

- repérage, identification des éléments prévisibles
- sélection, organisation, hiérarchisation des informations
- inférences.

c) Troisième situation d'évaluation

✓ Expression écrite

Evaluer la capacité à s'exprimer par écrit au moyen de

- la production de prises de notes
- la rédaction de résumés de support proposé

- la rédaction de comptes rendus de support proposé
- la rédaction de messages liés à l'exercice de la profession.

Le candidat devra faire la preuve des compétences suivantes :

- mémorisation
- mobilisation des acquis
- aptitude à la reformulation
- aptitude à combiner les éléments linguistiques acquis en énoncés pertinents et intelligibles
- utilisation correcte et précise des éléments linguistiques contenus dans le programme de consolidation de seconde :

éléments fondamentaux : déterminants, temps, forme auxiliaires, modalités, connecteurs, compléments adverbiaux

éléments lexicaux : pratique des termes tirés des documents à caractère professionnel utilisés.

- construction de phrases simples, composées et complexes.

d) Quatrième situation d'évaluation

✓ Expression orale

Evaluer la capacité à s'exprimer oralement en langue vivante étrangère de façon pertinente et intelligible. Le support proposé permettra d'évaluer l'aptitude à dialoguer en langue vivante étrangère dans une situation liée au domaine professionnel au moyen de phrases simples, composées et complexes.

Le candidat devra faire la preuve des compétences suivantes :

- mobilisation des acquis
- aptitude à la reformulation juste et précise
- aptitude à combiner les éléments linguistiques acquis en énoncés pertinents et intelligibles
- exigences lexicales et grammaticales (cf. programme de consolidation de la seconde)

Détermination de la note de l'épreuve :

La note moyenne obtenue à la première et à la troisième situation d'évaluation a un coefficient de 2 et la note moyenne obtenue à la deuxième et à la quatrième situation d'évaluation à un coefficient de 1.

EPREUVE E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Coefficient : 4

U4

● **Finalités et objectifs de l'épreuve :**

Cette épreuve doit permettre d'évaluer les aptitudes du candidat :

- à analyser et à modéliser un système mécanique lié au moteur et/ou à ses équipements,
- à représenter graphiquement des solutions technologiques,
- à utiliser ses connaissances de mécanique pour dimensionner un sous ensemble.

● **Contenus de l'épreuve :**

Cette épreuve a pour but de valider les compétences C11 - C12 - C13 - C14 - C32 - C34 - C41 - C62

● **Conditions de réalisation :**

Elle s'appuie sur un dossier technique d'un sous système lié au moteur et / ou à ses équipements pouvant comporter :

- un cahier des charges,
- une notice technique
- des dessins d'ensemble et / ou de détails, des schémas,
- des résultats d'essais.

Elle comprend une seule partie où s'imbriquent l'analyse, la mécanique et la construction.

La série de questions doit être de difficulté graduelle, il y a lieu de favoriser autant que possible l'indépendance des questions. Pour chacune des questions posées, l'objet de l'étude devra être précisé.

Les questions sont indépendantes.

La mécanique, utilisée comme outil, représente 40 à 50% de la durée totale de l'épreuve.

● **Evaluation :**

● **Formes de l'évaluation :**

➔ **Ponctuelle :**

Epreuve écrite. Durée: 6 heures.

Coefficient: 4.

EPREUVE E5 : ETUDE DES MOTEURS

Coefficient : 6

U51 – U52

SOUS - EPREUVE : Exploitation d'essais moteur

Coefficient : 3

U51

● Finalités et objectifs de l'épreuve :

Cette épreuve doit permettre de vérifier que le candidat est capable :

- de traduire un essai en tâches précises.
- de traiter les résultats (calcul, courbe et analyse).
- de valider un essai.
- de prendre une décision pour la suite de l'étude.

● Contenus de l'épreuve :

Elle fait appel à des connaissances théoriques et technologiques dans le domaine du banc d'essai et des caractéristiques moteurs.

● Conditions de réalisation :

Elle s'appuie sur des résultats d'essais.

La série de questions doit être de difficulté graduelle.

● Evaluation :

L'évaluation est relative aux compétences suivantes : C31 - C33 - C41 - C42 - C51 - C61

● Formes de l'évaluation :

→ Ponctuelle :

Epreuve écrite, durée 3 heures.

→ Contrôle en cours de formation.

Epreuve écrite, une seule situation d'évaluation organisée par l'équipe enseignante chargée des enseignements technologiques et professionnels. Le niveau de complexité du sujet est équivalent à celui du sujet de l'épreuve ponctuelle.

La période choisie pour l'évaluation pouvant être différente pour chacun des candidats, son choix relève de la responsabilité des enseignants.

Durée indicative : 3 heures Coefficient 3

A l'issue de la situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation constituera, pour chaque candidat un dossier comprenant :

- l'ensemble des documents remis au candidat pour conduire le travail demandé pendant la situation d'évaluation,
- les documents rédigés par le candidat pendant le temps imparti à la situation d'évaluation,
- une fiche d'analyse de travail effectué par le candidat, rédigée par l'équipe pédagogique en termes de comparaison entre ce qui a été réalisé par le candidat et ce

qui était attendu (barèmes détaillés, critères d'évaluation, ...). Sur cette fiche sera également consignée une synthèse notée de l'évaluation du travail réalisé par le candidat.

Le dossier décrit ci-dessus, relatif à la situation d'évaluation, sera mis à la disposition du jury. Ce dernier, qui pourra en faire l'examen, formulera toutes les remarques et observations qu'il jugera utiles et arrête la note.

SOUS - EPREUVE : Etude et analyse des moteurs

Coefficient : 3

U52

● **Finalités et objectifs de l'épreuve :**

Cette épreuve doit permettre de vérifier que le candidat est capable :

- de justifier le fonctionnement d'un moteur et / ou de ses organes et équipements,
- de justifier les moyens d'essais : chaînes de mesures, acquisitions de données,
- d'améliorer les performances d'un moteur et / ou de ses organes et équipements,
- de répondre aux spécifications d'un cahier des charges.

● **Contenus de l'épreuve :**

Elle fait appel à des connaissances théoriques et technologiques: de thermodynamique, de physique appliquée, de chimie, d'automatique et informatique industrielle, nécessaires à la compréhension du fonctionnement du moteur à combustion interne.

● **Condition de réalisation :**

Elle s'appuie sur : des notices techniques, des résultats d'essais.

Elle comprend une seule partie ou s'imbriquent sciences appliquées et la technologie.

Les questions sont indépendantes. Celles relatives à la technologie représentent 50 % du temps (1h30) et la moitié des points (10/20).

La série de questions doit être de difficulté graduelle.

● **Evaluation :**

L'évaluation est relative aux compétences suivantes :

C12 - C13 - C14 - C21 - C22 - C31 - C32 - C33 - C34 - C41 - C42 - C62 - C63

● **Formes de l'évaluation :**

→ **Ponctuelle** : Epreuve écrite, durée 3 heures.

→ **Contrôle en cours de formation.**

Epreuve écrite, une seule situation d'évaluation organisée par l'équipe enseignante chargée des enseignements technologiques et professionnels. Le niveau de complexité du sujet est équivalent à celui du sujet de l'épreuve ponctuelle.

La période choisie pour l'évaluation pouvant être différente pour chacun des candidats, son choix relève de la responsabilité des enseignants.

Durée indicative : 3 heures

Coefficient 3

A l'issue de la situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation constituera, pour chaque candidat un dossier comprenant :

- l'ensemble des documents remis au candidat pour conduire le travail demandé pendant la situation d'évaluation,
- les documents rédigés par le candidat pendant le temps imparti à la situation d'évaluation,
- une fiche d'analyse de travail effectué par le candidat, rédigée par l'équipe pédagogique en termes de comparaison entre ce qui a été réalisé par le candidat et ce qui était attendu (barèmes détaillés, critères d'évaluation, ...). Sur cette fiche sera également consignée une synthèse notée de l'évaluation du travail réalisé par le candidat.

Les documents décrit ci-dessus, relatif à la situation d'évaluation, seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectoriale jusqu'à la session suivante. Le jury pourra éventuellement en exiger l'envoi avant délibération afin de les consulter. Dans ce cas, à la suite d'un examen approfondi, il formule toutes remarques et observations qu'il juge utiles et arrête la note.

EPREUVE E6 : EPREUVE PROFESSIONNELLE DE SYNTHÈSE**Coefficient : 8****U6****● Finalités et objectifs de l'épreuve :**

Cette épreuve de synthèse a pour but d'évaluer les capacités du candidat à :

- communiquer,
- proposer,
- organiser,
- réaliser,
- expérimenter, évaluer, optimiser,
- analyser, interpréter.

Les compétences terminales concernent l'ensemble des capacités données dans le référentiel du diplôme.

● Conditions de réalisation :**✓ Support de l'épreuve**

L'épreuve a pour support:

- le dossier élaboré par le candidat à l'occasion des stages effectués en entreprise ou de ses activités professionnelles et la conduite d'un projet, du domaine exclusif du moteur à combustion interne, mené dans l'entreprise et / ou dans l'établissement scolaire et comprenant :
 - les essais et les procédures d'essais,
 - l'adaptation d'un moteur et /ou ses organes et équipements à une utilisation spécifique,
 - les préparations d'un moteur et /ou ses organes et équipements,
 - la conduite et la réalisation des essais de performances, d'endurance de comportement, d'environnement et de pollution,
 - la conduite de projet,
 - la mise en œuvre d'un plan de qualité,
 - etc.
- Le dossier est remis à la commission d'interrogation 15 jours avant le début de l'épreuve.

✓ Elaboration et approbation des projets de thèmes d'étude

Une commission inter - académique se réunit chaque année au cours du premier trimestre de l'année scolaire précédent la session d'examen pour étudier et valider les propositions des équipes enseignantes pour la formation initiale (scolaires, apprentis, ...) et pour la validation des réalisations confiées aux candidats relevant de la formation professionnelle continue dans les établissements publics habilités.

Pour chaque projet ou thème d'étude, ces équipes présentent :

- les objectifs visés et les moyens pour les atteindre,
- l'organisation des étapes qui jalonnent la conduite du projet,
- les contraintes de réalisation.

● **Evaluation :**

L'évaluation porte sur la qualité du travail réalisé par le candidat.

Pour noter le candidat le jury prend en compte:

- la rigueur des démarches,
- la valeur des solutions présentées,
- la rigueur et la qualité des documents,
- la nature des relations établies avec l'entreprise,
- la qualité de l'expression orale et écrite.

● **Déroulement :** L'épreuve se déroule en deux phases:

a) soutenance du dossier (durée maximale 40 minutes).

✓ Stage de première année :

Le candidat présente l'entreprise sur les plans de :

- l'organisation,
- la gestion des ressources humaines et économiques,
- la mise en œuvre de la qualité totale,
- la sécurité.

✓ Thème d'étude :

Le candidat présente son thème d'étude, les démarches mises en œuvre et les résultats obtenus. Il met en évidence les activités communes à l'équipe d'étudiants et / ou des techniciens de l'entreprise et celles qu'il a conduites personnellement.

Il justifie les solutions retenues, conformément aux exigences du cahier des charges.

Il explicite les rapports d'étapes qui jalonnent la conduite de son projet et de son stage en entreprise:

- Etape 1: préparation du stage.
- Etape 2: définition du thème d'étude.
- Etape 3: Elaboration du plan d'étude.
- Etape 4: Application.

Il précise les conditions de réalisation et les contraintes (coût, délais...).

La soutenance du dossier doit permettre au candidat:

- de présenter l'ensemble des travaux réalisés,
- d'exposer les démarches adoptées,
- de justifier les choix retenus,
- de rendre compte des difficultés rencontrées et de la **manière dont** elles ont été surmontées.

Pendant la durée de la soutenance le jury n'interviendra que pour aider un candidat en difficulté.

b) Entretien avec le jury: durée maximale: 40 minutes.

A l'issue de la première phase de l'épreuve, le jury qui a fait un examen approfondi du dossier du candidat mis à sa disposition quinze jours auparavant, engage un dialogue avec le candidat.

Celui-ci a pour but :

- d'affiner la perception qu'il a de certains aspects du dossier et de la réalisation,
- d'apprécier les capacités du candidat à répondre avec une argumentation pertinente à des questions posées,
- de présenter les activités de son stage en analysant les problèmes rencontrés et les démarches adoptées.

● **Mode d'évaluations :**

→ **Forme ponctuelle :**

orale, soutenance 40 minutes - Entretien 40 minutes, dont 10 minutes maximum sur la présentation du stage.

Evaluation :

L'évaluation porte sur la qualité du travail réalisé par le candidat :

- durant l'année, en vue de la réalisation du dossier,
- à l'occasion de la soutenance.

a) le travail réalisé durant l'année est noté sur **40 points**.

Cette note est proposée au jury par l'équipe pédagogique (professeur et tuteur de l'entreprise). La notation porte pour moitié sur l'évaluation des différentes étapes définies précédemment et pour l'autre sur les activités réalisées en travaux pratiques. Les évaluations doivent être communiquées à la commission d'interrogation, à sa demande, accompagné des observations de l'équipe pédagogique.

b) Le travail réalisé lors de la soutenance du dossier et de l'entretien avec le jury est noté sur **100 points**.

La commission d'interrogation est composée de :

- Deux professeurs de sciences et techniques industrielles,
- Un professeur de gestion,
- Un membre de la profession.

En cas d'indisponibilité de ce dernier, on fera appel à un enseignant.

Les enseignants faisant partie du jury n'appartiennent pas au même établissement que celui du candidat.

Remarque : Un professeur de l'établissement ayant suivi la formation du candidat se tiendra à la disposition du jury pendant la durée de l'épreuve.

→ **Contrôle en cours de formation.**

Une situation d'évaluation.

Durée indicative : orale, soutenance 40 minutes - Entretien 40 minutes.

L'évaluation porte sur la qualité du travail effectué au niveau du dossier; elle porte également sur la prestation accomplie devant les formateurs qui apprécient en particulier les capacités du candidat à dégager, ordonner et mettre en valeur les points essentiels des activités conduites pendant la réalisation du projet ;

L'évaluation a lieu au moment propice de la formation. La note et l'appréciation qui seront proposées au jury.

Pour la détermination de la note sont pris en compte la soutenance et l'entretien **(140 points)**

La note finale tiendra compte des compétences acquises lors des travaux réalisés et du dossier préparé par le candidat et présenté à l'occasion d'un entretien avec les évaluateurs qui sont un professeur STI du centre de formation, un professeur de la spécialité, un professeur de gestion et un représentant de la profession.

A l'issue de la situation d'évaluation, dont le degré d'exigence est équivalent à celui requis dans le cadre de l'épreuve ponctuelle correspondante, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation adresse au jury une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat.

Sauf indication contraire, notifiée au préalable par le jury, seule la fiche d'analyse est transmise au jury.

Le jury pourra éventuellement demander à avoir communication de tous les documents tels que le dossier utilisé lors de la situation d'évaluation et les prestations réalisées par le candidat à cette occasion. Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectoriale pour la session considérée et jusqu'à la session suivante.

Après examen attentif des documents fournis le cas échéant, le jury formule toute remarque et observation qu'il juge utile et arrête la note.

LANGUE VIVANTE ETRANGERE II

UF1

● **Finalités et objectifs de l'épreuve :**

L'épreuve a pour but de vérifier la capacité du candidat à participer utilement à un dialogue dans la langue choisie, conduit dans une perspective professionnelle.

● **Contenus de la sous épreuve :**

L'épreuve consiste en un entretien prenant appui sur des documents appropriés.

● **Evaluation :**

Epreuve orale, durée 20 minutes

La langue vivante choisie au titre de l'épreuve facultative est obligatoirement différente de celle choisie au titre de l'épreuve obligatoire.

EPREUVE FACULTATIVE D'ECONOMIE - GESTION

UF2

● Finalités et objectifs de l'épreuve :

L'épreuve doit permettre d'évaluer les capacités du candidat à :

- dégager les caractéristiques du tissu industriel national et/ou international dans lequel se situe son activité;
- caractériser une entreprise sur le plan juridique et économique et dégager ses principales fonctions;
- se situer dans le cadre juridique applicable à la condition de salarié (droit social et droit du travail);
- maîtriser les principales notions concernant les techniques de gestion utilisées dans une situation de production (charges, coûts, budgets ...).

● Contenus de la sous épreuve :

A partir de documents fournis par l'interrogateur et couramment rencontrés dans le domaine d'activité du candidat, celui-ci doit répondre à ses questions relevant des notions fondamentales de l'économie et de la gestion de l'entreprise.

● Evaluation :

Epreuve orale, durée 20 minutes précédée d'un temps égal de préparation.

ANNEXE VI

**Tableau de correspondance
d'Épreuves/Unités**

| BTS Moteurs à Combustion Interne | BTS Moteurs à Combustion Interne Défini par le présent arrêté | |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Epreuves (définies par l'arrêté du 30 juillet 1992) | Epreuves | Unités |
| Français | E1 Français | U1 |
| Mathématiques- Sciences Physiques | E2 Mathématiques- Sciences Physiques | U21 Mathématiques |
| | | U22 Sciences Physiques |
| Anglais | E3 Langue vivante étrangère (anglais obligatoire) | U3 |
| Etude des constructions | E4 Etude des constructions | U4 |
| Etude des moteurs | E5 Etude des moteurs | U51 Exploitation d'essais moteur |
| | | U52 Etude et analyse des mo- teurs |
| Epreuve Professionnelle de Synthèse | E6 Epreuve Professionnelle de Synthèse | U6 |