

Brevet de Technicien Supérieur

**Mécanique et
Automatismes
Industriels**

Janvier 1996

ANNEXE I

RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION

PRÉSENTATION DU RÉFÉRENTIEL

Ce référentiel du BTS MAI est structuré en onze unités de certification qui sont résumées dans le tableau suivant.

1 - Relations entre unités, capacités et compétences professionnelles

Unité	voir page	Capacité(s) associée(s)	Compétence(s) professionnelle(s) concernées	
U1 Expression française	5	Communiquer	Voir compétences générales en Expression française associées au diplôme de technicien supérieur	
U2 Langue vivante étrangère	5	Communiquer	Voir compétences générales en langue vivante étrangère associées au diplôme de technicien supérieur	
U31 Mathématiques	6	Communiquer Analyser Réaliser	Voir objectifs généraux page 6	
U32 Sciences physiques - Physique appliquée	8	Analyser Concevoir Réaliser	Voir objectifs généraux page 8	
U41 Dimensionnement et validation des PO	13	Concevoir	CP33	Dimensionner, évaluer les performances d'une solution opérative et choisir un constituant de PO
U42 Étude détaillée de la PO	18	Concevoir	CP32 CP34	Construire un sous-ensemble opératif cinématiquement déf. Établir les documents techniques de réalisation de la PO
U51 Analyse et étude détaillée des fonctions de cde	20	Concevoir	CP41 CP42	Imaginer une solution technique de commande. Décrire le fonctionnement détaillé d'une PC
U52 Choix technologiques et description de la réalisation de la PC	25	Concevoir	CP43 CP44	Dimensionner, évaluer les performances et choisir un constituant de commande Établir les documents techniques de réalisation de la PC
U61 Réalisation, test et intégration d'un SAP	29	Communiquer	CP13 CP14	Présenter un travail personnel ou d'équipe Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet
		Réaliser	CP5	Réaliser une opération technique sur un SAP
		Rédiger	CP6	Elaborer tout ou partie d'un dossier relatif à un SAP
		Organiser	CP71 CP73 CP74	Conduire la réalisation de tout ou partie du SAP Optimiser les moyens et procédures de contrôle-commande Gérer une évolution d'un système automatisé de production
U62 Spécification et conception générale d'un système automatisé de production et de sa partie opérative	38	Communiquer	CP11 CP12 CP13 CP14 CP15	Rechercher une information. Analyser, organiser, synthétiser des informations. Présenter un travail personnel ou d'équipe Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet Préparer et animer une réunion de travail
		Analyser	CP2	Analyser tout ou partie d'un SAP
		Concevoir	CP31	Imaginer une solution technique opérative
U63 Exploitation d'un système automatisé de production, Connaissance professionnelle de l'entreprise ¹ .	44	Communiquer ²	CP11 CP12 CP13 CP14 CP16	Rechercher une information. Analyser, organiser, synthétiser des informations. Présenter un travail personnel ou d'équipe Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet Conseiller, assister, transmettre un savoir-faire
		Analyser	CP2	Analyser tout ou partie d'un SAP
		Organiser	CP72 CP75	Exploiter un SAP en situation industrielle de production Participer à la vie de l'entreprise

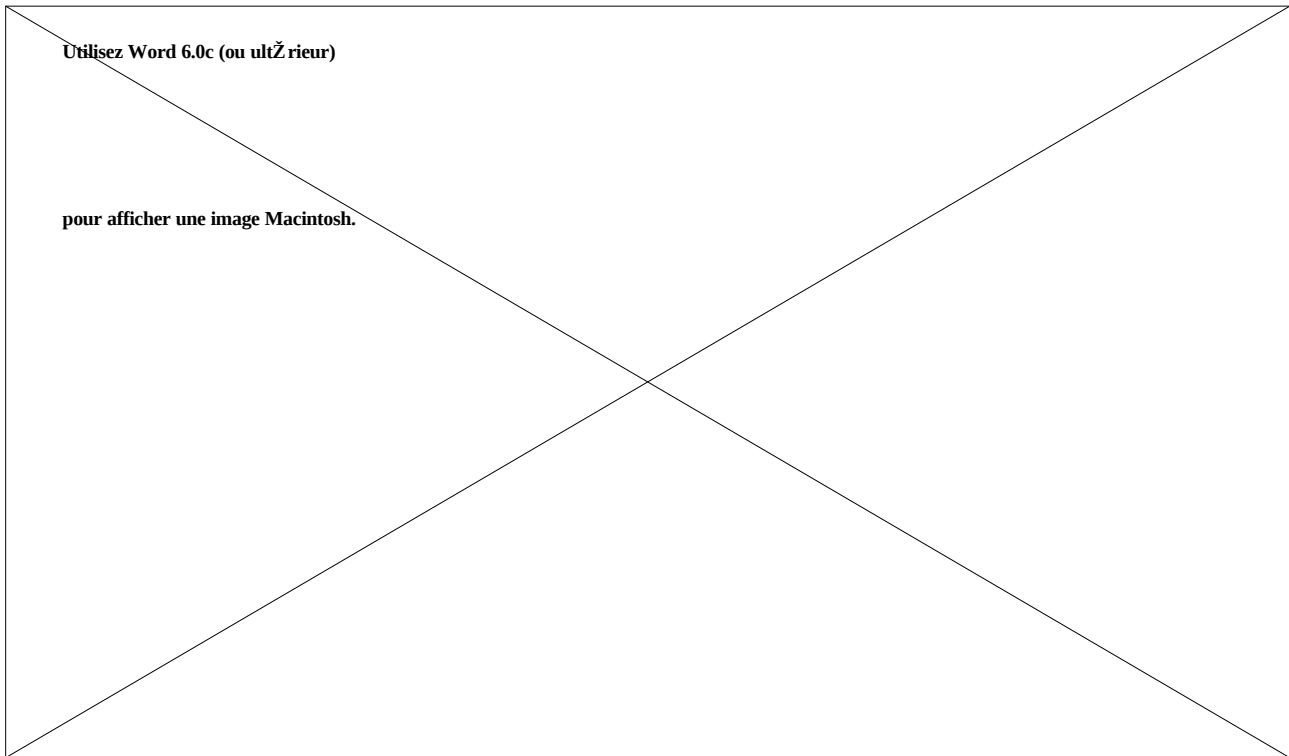
¹ L'unité U63 intègre la certification de l'enseignement de Gestion et vie des entreprises, exploité lors du stage en entreprise.

² Les compétences professionnelles Présenter un travail personnel et d'équipe et Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet, mettent en œuvre des compétences générales relevant de l'enseignement d'Expression française (et aussi pour partie de Langue vivante).

2 - Tableau de synthèse des capacités et compétences professionnelles

Capacités		Compétences professionnelles	
Communiquer	S'informer Informier Animer Conseiller Encadrer	CP1	S'exprimer sur une problématique professionnelle
		CP11	Rechercher une information
		CP12	Analyser, organiser, synthétiser des informations
		CP13	Présenter un travail personnel ou d'équipe
		CP14	Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet
		CP15	Préparer et animer une réunion de travail
		CP16	Conseiller, assister, transmettre un savoir-faire
Analyser	Analyser Spécifier	CP2	Analyser tout ou partie d'un système automatisé de production
		CP21	Analyser un besoin de production automatisé (voir CP11)
		CP22	Spécifier tout ou partie d'un système (voir CP12)
		CP23	Analyser une solution technique existante
Concevoir	Imaginer Construire Représenter Evaluer Choisir	CP3	Concevoir la partie opérative d'un système automatisé
		CP31	Imaginer une solution technique opérative
		CP32	Construire un sous-ensemble opératif cinématiquement défini
		CP33	Dimensionner, évaluer les performances d'une solution opérative et choisir un constituant ou un composant opératif
		CP34	Etablir les documents techniques de réalisation de la PO
		CP4	Concevoir la partie commande d'un système automatisé
		CP41	Imaginer une solution technique de commande
		CP42	Décrire le fonctionnement détaillé d'une partie commande
		CP43	Dimensionner, évaluer les performances et choisir un constituant de commande
		CP44	Etablir les documents techniques de réalisation de la PC
Réaliser	Réaliser Intégrer Tester Valider	CP5	Réaliser une opération technique sur un système automatisé
		CP51	Réaliser une opération d'adaptation d'un élément opératif
		CP52	Réaliser les câblages et raccordements de commande
		CP53	Réaliser un module logiciel
		CP54	Effectuer l'assemblage et l'intégration de constituants ou sous-systèmes
		CP55	Effectuer les tests statiques et dynamiques de mise au point ou d'intégration de tout ou partie du système automatisé
	Produire Rédiger	CP6	Élaborer tout ou partie d'un dossier relatif à un système automatisé de production
		CP61	Elaborer / mettre à jour un dossier de conception, de réalisation, de test ou d'intégration
		CP62	Elaborer / mettre à jour un dossier d'exploitation-maintenance
Organiser	Conduire Exploiter Optimiser	CP7	Gérer la réalisation ou l'exploitation d'un système automatisé
		CP71	Conduire la réalisation de tout ou partie du système
		CP72	Exploiter un SAP en situation industrielle de production
		CP73	Optimiser les moyens et procédures de contrôle-commande
		CP74	Gérer une évolution d'un système automatisé
		CP75	Participer à la vie de l'entreprise

3 - Relation entre les compétences du référentiel de certification et les activités du référentiel des activités professionnelles



4 - Organisation de la présentation du référentiel de certification

• Organisation des compétences et des unités de certification

La présentation des unités du référentiel de certification est organisée à partir des compétences composantes de chaque compétence professionnelle. Une compétence composante d'une compétence professionnelle représente :

- soit une étape nécessaire dans la mise en œuvre de la compétence professionnelle (par exemple, les étapes associées aux compétences CP3 1 à CP34 dans la démarche de conception d'une partie opérative);
- soit une mise en œuvre spécifique de la compétence professionnelle sur un objet d'activité différencié (par exemple, les compétences composantes de la réalisation d'un système automatisé de production).

A chaque compétence composante d'une unité du référentiel est associé un cahier des charges de certification, indiquant :

- d'une part, les conditions de réalisation de la certification : données, contraintes et situation de certification ;
- d'autre part, les critères d'évaluation de la compétence attendue : désignation du critère et niveau(x) de performances.

Pour cette présentation, les contenus de référence (connaissances et méthodes) ont été associés aux compétences composantes particulièrement significatives de leur mise en œuvre.

Une unité de certification correspond à un regroupement de compétences spécifiques d'une même activité professionnelle. Elle évalue soit tout ou partie d'une compétence professionnelle (exemples: unités U5.1 et U5.2 d'évaluation de la compétence CP4), soit un ensemble de compétences professionnelles (exemple: unité U6.2 d'évaluation des compétences CP5, CP6 et d'une partie de CP7).

• Présentation du cahier des charges de certification d'une unité

De manière générale, la définition de la certification se situe au niveau de la compétence composante. Exemple :

Compétence composante	Conditions de réalisation ¹	Critère(s) ² et niveau(x) de performance ³
CP11 Rechercher. . .	Le besoin d'information... est formulé explicitement. . .	• Obtention de l'information : l'information est actuelle...

Cependant, pour quelques compétences composantes (voir par exemple CP33 ou CP41), une déclinaison plus fine en compétences unitaires est retenue pour définir la certification.

Remarque importante : Les situations d'évaluation terminales associées aux unités d'évaluation (épreuves d'examen ou situations d'évaluation en cours de formation) sont des situations d'évaluation de compétence(s) professionnelle(s). Ce sont en conséquence des situations d'évaluation globales et qui peuvent ne porter que sur une partie des compétences composantes (et a fortiori des compétences unitaires). Voir annexe IV : Règlement d'examen".

Présentation des contenus associés

Les contenus associés à une compétence composante (ou à une compétence unitaire pour CP331 à CP334) correspondent à l'ensemble des connaissances et des outils méthodologiques susceptibles d'être mobilisés pour atteindre cette compétence. L'évaluation terminale de la compétence ne met en œuvre, en général, qu'un sous-ensemble de ces contenus (défini à la fois par les conditions et les critères d'évaluation).

Une partition des contenus est effectuée selon une échelle à deux niveaux : un niveau 2 ("maîtrise") et un niveau 1 ("information", ou "non maîtrise"). Voir présentation de l'exemple ci-contre.

	Niv.
• Structure générale d'une chaîne de mesure.	• 1
• Caractéristiques métrologiques des capteurs...	• 2

Les contenus de niveau 2 sont ceux dont une maîtrise plus ou moins grande est exigible lors de la certification.

Les contenus de niveau 1 sont des contenus dont la maîtrise partielle participe bien à la compétence professionnelle, et qu'il convient donc d'aborder en cours de formation, mais qui ne peuvent être exigés pour tous les étudiants en fin de formation,

Nota :

1- Seuls les contenus de niveau 2 sont exigibles lors des situations d'évaluation des unités.

2- L'association de connaissances et savoir-faire à une compétence composante correspond à un objectif d'unicité d'évaluation. Il va cependant de soi que la majorité des connaissances et savoir-faire peuvent être mobilisés dans diverses activités professionnelles, mettant souvent en œuvre plusieurs compétences.

3- La logique choisie pour la présentation ci-après n'est pas la logique de numérotation des unités. Il a en effet été choisi, pour mettre en cohérence le référentiel de certification avec celui des activités professionnelles, de débiter par la présentation des unités à caractère spécifiquement professionnel.

Cependant, il n'a pas été possible de conserver globalement la logique temporelle des activités de cycle de vie d'un système automatisé de production (ce qui aurait consisté à débiter par l'unité 6. 1, relative à la spécification et à la conception générale du SAP, associée pour la certification à l'épreuve professionnelle de synthèse).

¹ Les conditions de réalisation détaillent le contexte de l'évaluation en termes de données de référence, de limitation vis-à-vis des contenus de référence et de situation opérationnelle de réalisation (lieu, moyens pédagogiques,...)

² Les critères d'évaluation de la compétence attendue sont les critères de performances dans les conditions de réalisation spécifiées. Lorsque plusieurs critères sont associés, les critères principaux sont repérés en gras.

³ A chaque critère est en général associé un niveau de la performance attendue (indiqué en italiques). Le niveau peut être exprimé sous forme quantitative (par un indicateur) ou qualitative. En l'absence d'indication de niveau, le critère doit être considéré comme de type binaire (le critère est satisfait ou non).

UNITÉS CONSTITUTIVES DU RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION

Unité U1 - Expression française

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

Unité U2 - Langues vivantes étrangères

L'enseignement des langues vivantes étrangères se donne pour objectifs :

- la consolidation, l'extension, la diversification, l'adaptation des acquis linguistiques des étudiants ;
- leur enrichissement culturel et intellectuel;

Composante nécessaire d'une formation professionnelle évolutive et adaptée à notre temps, cet enseignement doit prendre en considération les ressources, les intérêts et les besoins des étudiants en fonction de leur scolarité antérieure et des spécificités linguistiques de la qualification professionnelle recherchée.

L'étudiant doit être capable :

- de dialoguer dans une perspective professionnelle ;
- d'exploiter des sources d'information professionnelle dans la langue considérée ;
- d'analyser une situation de communication compte tenu du contexte linguistique et socioculturel du pays considéré.

Sans négliger aucun des savoir-faire fondamentaux (comprendre, parler, lire et écrire la langue étrangère) il convient donc de tenir compte de ces exigences particulières.

Le recours aux technologies modernes d'enseignement (audio-visuel, EAO) est recommandé lorsqu'il est possible.

L'enseignement de la langue s'appuie sur des documents de toute nature aussi représentatifs que possible de la civilisation et de la vie quotidienne du pays étranger (textes, films, enregistrements, brochures, journaux, revues, affiches...), mais également en relation avec la spécialité professionnelle choisie (notices techniques, manuels d'utilisation, mode d'emploi, glossaires, articles spécialisés ou de vulgarisation, plaquettes de présentation de matériels, publicités...)

Les aspects à privilégier sont naturellement ceux qui correspondent le mieux à l'utilisation prévisible de la langue par le technicien supérieur.

Unité U31 - Mathématiques

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs « Mécanique et automatismes industriels » se réfère aux dispositions de l'arrêté du 30 Mars 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 ci-après pour ce BTS.

I - Lignes directrices

1 - Objectifs propres 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 MAI. Ils sont décrits mathématiquement par des fonctions obtenues, le plus souvent, comme solutions d'équations différentielles.

De même la connaissance de quelques méthodes statistiques pour contrôler la qualité d'une fabrication et sa conformité au modèle initial prévu est indispensable à un technicien supérieur en mécanique et automatismes industriels.

2 - Organisation des contenus

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

- une étude des fonctions usuelles, c'est-à-dire exponentielles, puissances et logarithme 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 aux méthodes de l'algèbre linéaire;
- une initiation au calcul des probabilités suivie 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 programmables de poche et des moyens informatiques.

3 - Organisation des études

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

II - Programme

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

- Nombres complexes 2.
- Fonctions d'une variable réelle 1.
- Calcul différentiel et intégral 2.
- Analyse spectrale : transformation de Laplace.

L'objectif essentiel est de permettre l'emploi de la transformation de Laplace pour la résolution d'équations différentielles ou de systèmes différentiels linéaires rencontrés dans d'autres disciplines. Il n'y a pas lieu de s'étendre à ce sujet et certains résultats pourront être admis. L'étude de la convergence d'une intégrale impropre d'une fonction donnée a priori n'est pas un objectif de cette formation.

Le programme se borne à la transformation de Laplace des fonctions nulles sur $]0, -\infty[$. Dans le cas d'une fonction définie sur $\mathbb{R}$, on transformera donc la fonction $t \rightarrow f(t).U(t)$, où $U(t)$ désigne la fonction échelon unité.

a) Transformation de Laplace

— Définition de la transformation de Laplace

$$(L f)(p) = \int_0^{+\infty} f(t).e^{-pt}.dt, \text{ où } p \in \Re.$$

— Linéarité. Transformée de Laplace d'une dérivée et d'une primitive.

— Effet d'une translation ou d'un changement d'échelle sur la variable.

— Effet de la multiplication par e^{-at} .Transformée de Laplace des fonctions constantes et exponentielles $t \rightarrow e^{at}$,
où $a \in \mathbb{C}$

— Théorèmes de la valeur initiale et de la valeur finale (admis).

En relation avec les enseignements de physique appliquée et d'étude des parties commande, on indiquera que les propriétés de la transformation de Laplace s'étendent au cas où p est complexe, mais cette extension ne fait pas partie du programme de mathématiques

b) Calcul opérationnel

Approche de la notion de fonction de transfert ; notion de calcul opérationnel.

Les seules connaissances exigibles sur le calcul opérationnel portent sur le cas des fractions rationnelles, combinées avec un facteur de retard éventuel.

Travaux pratiques

1 - Recherche de la transformée de Laplace d'une fonction donnée ou recherche d'une fonction dont la transformée de Laplace est donnée dans le cas où la fonction est une fonction usuelle indiquée dans le formulaire officiel.

2 - Exemples simples de recherche de la transformée de Laplace d'une fonction donnée ou de recherche d'une fonction dont la transformée de Laplace est donnée.

On se limite au cas où les propriétés citées dans le formulaire officiel permettent de conclure.

- **Équations différentielles 2**, à l'exception du TP5.

- **Fonctions de deux ou trois variables**, à l'exception du paragraphe b) et en remplaçant le paragraphe c) par :

c) Exemples très simples de calculs d'intégrales doubles en coordonnées cartésiennes.

On admettra tous les résultats utiles

- **Algèbre linéaire 2**, en se limitant au cas $K = \Re$.

- **Statistique descriptive**.

- **Calcul des probabilités 2**.

- **Statistique inférentielle 2**.

- **Calcul vectoriel**.

- **Courbes planes**.

III- Les capacités et compétences

La grille d'évaluation des capacités et compétences est précisée pour le BTS supérieurs « Mécanique et automatismes industriels » par une circulaire d'accompagnement.

Unité U32 - Sciences physiques - Physique appliquée

• Objectifs généraux

La finalité professionnelle des processus d'apprentissage et d'acquisition de compétences en section de BTS Mécanique et automatismes industriels étant primordiale, l'enseignement de sciences physiques et de physique appliquée ne saurait avoir pour objet d'y former des spécialistes de physique ou électricité appliquée. Cet enseignement prolonge la formation scientifique des élèves acquise dans l'enseignement du second cycle et développe chez eux la connaissance des lois physiques qui leur permettront tout à la fois de comprendre en profondeur le fonctionnement des structures qu'ils rencontreront dans leurs activités professionnelles, de suivre l'évolution des techniques et, éventuellement, d'accéder à des niveaux de qualification supérieurs.

A ces objectifs de connaissances s'ajoutent des objectifs méthodologiques: cet enseignement donnera aux élèves la possibilité de continuer à pratiquer la méthode et le raisonnement scientifiques, notamment au cours des séances de travaux pratiques systématiquement associées aux séances de cours. Méthode et raisonnement scientifiques, appliqués plus tard à l'analyse des systèmes qu'ils rencontreront et des informations techniques qu'ils recevront, permettront aux techniciens de Mécanique et automatismes industriels d'adopter une attitude critique et autonome à leur égard.

• Modalités d'enseignement

L'enseignement est confié à un professeur de physique appliquée qui assure le cours en classe entière (2 h par semaine) et les travaux pratiques ou travaux pratiques - cours (TP-cours) en classe dédoublée (2h par semaine). De nombreux points du programme doivent faire l'objet de TP-cours qui offrent la possibilité d'une approche concrète et aisée pour les élèves.

D'une manière générale, les séances de travaux pratiques ont une durée de deux heures, de façon que les élèves puissent associer, chaque semaine, cours et TP.

En première année, si la classe est constituée d'élèves provenant de sections différentes, quelques séances de travaux pratiques peuvent être mises à profit pour réduire son hétérogénéité en différenciant l'enseignement donné aux différents groupes (par exemple en ce qui concerne la capacité d'utiliser les nombres complexes pour décrire les systèmes linéaires en régime sinusoïdal).

• Contenus du programme

Le programme ci-dessous, correspond aux deux années d'enseignement. L'ordre des différentes rubriques n'est nullement impératif et les professeurs restent évidemment libres de concevoir et d'adopter pour leur enseignement la progression qu'ils jugent la meilleure.

Cette liberté implique toutefois que toutes les dispositions soient prises au niveau de l'équipe éducative pour que le professeur de physique appliquée de deuxième année ait une connaissance claire des sujets abordés en première année, des niveaux auxquels il ont été traités et des TP qui leur ont été consacrés. La progression adoptée doit par ailleurs faire l'objet de concertation avec les professeurs d'enseignement technologique et de mathématiques.

Le professeur de physique appliquée peut être amené à traiter des sujets de sciences physiques ou de physique appliquée qui ne figurent pas explicitement au programme d'examen mais qui interviennent dans des projets d'élèves ou qui apparaissent nécessaires lors de certaines phases de la formation des élèves (par exemple lors d'un stage). Dans certains cas, ces interventions supplémentaires peuvent prendre la forme d'une vulgarisation rigoureuse et sobre.

1 - Systèmes du 1er et du 2ème ordre en régime transitoire et en régime sinusoïdal

Programme

- 1.1 - Systèmes du 1er et du 2ème ordre soumis à un échelon de tension et à une tension sinusoïdale.
- 1.1.1 - Etude expérimentale de la charge et de la décharge d'un condensateur à travers une résistance.
- 1.1.2 - Etude expérimentale de l'établissement et de l'extinction du courant dans une bobine en circuit fermé.
- 1.1.3 - Etude expérimentale et théorique d'un dipôle RLC soumis à un échelon de tension ; influence de l'amortissement.
- 1.1.4 - Etude expérimentale et théorique de la réponse en vitesse d'un moteur à courant continu à excitation indépendante, entraînant une charge inertielle, lorsqu'il est soumis à un échelon de tension.
- 1.2 - Application des nombres complexes à l'étude des systèmes précédents en régime permanent sinusoïdal. Représentation du comportement fréquentiel ; bande passante.

Objectifs; forme d'enseignement; limites des connaissances.

Il s'agit avant tout de donner des modèles concrets (modèles physiques et modèles mathématiques) de systèmes du premier et du second ordre qui permettront par la suite de caractériser par exemple le comportement global de tout ou partie d'un système asservi.

Les premiers points de cette partie du programme ont été rencontrés par les élèves au cours de leurs études dans le second cycle. L'objectif pédagogique qui leur est attaché consiste à développer l'autonomie expérimentale des élèves. A cet effet, l'ensemble des appareils d'électricité appliquée (générateurs de fonctions, oscilloscopes, multimètres, suiveurs, amplificateurs...) est mis en œuvre.

Le point 1.1.3 s'appuie sur l'étude des équations différentielles du second ordre à coefficients constants développée en cours de mathématiques, tandis que le point 1.1.4 nécessite une liaison avec l'enseignement de mécanique. Pour le point 1.2 on veille à différencier l'enseignement dispensé aux élèves en fonction de leur baccalauréat d'origine.

2. Le signal et son traitement Programme

Programme

2.1 - Le signal: représentation temporelle et fréquentielle.

2.1.1 - Observation, analyse et caractérisation de différents signaux simples périodiques.

2.1.2 - Généralisation: exemples de spectres de signaux aléatoires analogiques ou logiques.

2.1.3 - Opérations linéaires sur les signaux analogiques: amplification, addition, retard, dérivation, intégration, filtrages.

2.1.4 - Opérations non linéaires sur les signaux analogiques: comparaisons.

2.1.5 - Fonctions logiques simples (ET, OU, NON-ET, OU EXCLUSIF).

2.1.6 - Fonctions logiques composées: comparaisons logiques, bascules, codage...

Objectifs; forme d'enseignement; limites des connaissances.

Les élèves mettent en œuvre les fonctions simples de l'électronique analogique sous forme de T.P. privilégiant les amplificateurs opérationnels. Ils connaissent ainsi l'incidence de ces fonctions sur les représentations temporelle et fréquentielle des signaux. La représentation fréquentielle est appréhendée grâce à l'analyseur de spectres. Les calculs de séries de Fourier sont exclus: le spectre d'un signal périodique, comme celui d'un signal aléatoire, sont donnés sans démonstration; en revanche, l'analyseur de spectres, effectivement utilisé, permet d'en mettre en évidence les différences. Les exemples de signaux aléatoires sont choisis parmi les plus simples possibles, par exemple un enregistrement de voix humaine comme signal analogique, un enregistrement de message codé en binaire comme signal logique: aucun développement mathématique n'est donné, mais les spectres observés à l'analyseur sont commentés.

Le traitement des signaux fournis par différents capteurs (forces, pressions, déplacements, etc.) illustre les opérations linéaires sur les signaux analogiques. Les calculs portant sur les structures sont limités au maximum: une schémathèque explicitant les fonctions de transfert des différents montages présentés est mise à la disposition des élèves et les caractéristiques limites des composants sont précisées; ceci permet aux élèves d'exercer leur autonomie dans le choix des composants actifs et des valeurs de composants passifs associés afin de réaliser une structure remplissant une fonction donnée.

Les fonctions logiques sont étudiées en concertation avec le professeur de technologie.

3- Puissances en régime sinusoïdal monophasé et en régime triphasé

Programme

3.1 - Puissances en régime sinusoïdal monophasé permanent (puissance active, puissance réactive, puissance apparente). Facteur de puissance. Théorème de Boucherot.

3.2 - Puissance active, puissance réactive, puissance apparente pour un système triphasé équilibré.

Mesures de puissance active pour un système triphasé équilibré et pour un système triphasé déséquilibré.

Objectifs; forme d'enseignement; limites des connaissances

Cette partie du programme débute par des révisions de parties de programmes communes à tous les baccalauréats technologiques de la série sciences et techniques industrielles. Elle se prolonge, en cours, par la justification des méthodes de mesure de puissances et de facteur de puissance dans le cas d'un système triphasé équilibré et des méthodes de mesure de puissance active dans un système triphasé déséquilibré, avec ou sans neutre. Mais c'est en travaux pratiques que les savoir-faire indispensables à un technicien de mécanique et automatismes industriels sont véritablement acquis.

4- Principes physiques mis en œuvre dans quelques composants et capteurs

Programme

4.1 - Présentation et étude en T.P. cours de quelques composants de base à semi-conducteurs: diodes, transistors, photorésistances, photodiodes, phototransistors, diodes émettrices.

4.2 - Les capteurs. Présentation simplifiée de quelques phénomènes physiques mis en œuvre dans divers capteurs: piézo-électricité (capteurs de grandeurs mécaniques), variation de résistance sous divers effets (jauges de contraintes pour capteurs de grandeurs mécaniques, résistances métalliques pour thermomètres de précision), effet Hall (capteurs de courant et de champ magnétique), effet Seebeck (capteurs de température), conduction dans les semi-conducteurs (capteurs de température à thermistance et capteur d'éclairement à photodiode ou phototransistors, induction électrique (capteurs de vitesse angulaire, capteurs inductifs de déplacement), variation de capacité (capteurs de déplacement).

Sensibilité et fidélité d'un capteur; conditionnement du signal fourni.

Objectifs; forme d'enseignement; limites des connaissances.

Après une présentation rapide des propriétés des semi-conducteurs et de leurs jonctions, c'est l'aspect pratique qui est privilégié : en T.P., les élèves apprennent à relever les caractéristiques statiques et dynamiques des composants et prennent conscience de leurs limites de fonctionnement, notamment celles qui sont liées à leur rapidité de réponse.

Les capteurs étudiés sont ceux que l'on rencontre le plus en mécanique et automatismes industriels et, tout particulièrement, ceux d'entre eux qui font l'objet d'une utilisation dans le cadre de l'enseignement technologique.

On profite de l'occasion pour développer chez les élèves les notions d'analyse dimensionnelle entrevues dans le second cycle et concernant les unités des grandeurs utilisées dans les domaines physiques abordés. Cette analyse théorique, très utile, reste cependant limitée et, pour l'examen, seules la connaissance des unités associées aux grandeurs les plus courantes (énergie, puissance, intensité du courant, tension, force, moment de couple, vitesse, vitesse angulaire, accélération, champ magnétique, pression, température), est exigée des élèves.

On montre que le choix d'un capteur suppose que l'on s'intéresse au phénomène physique sur lequel repose son principe et que divers paramètres autres que la grandeur que l'on cherche à mesurer sont susceptibles d'influer sur la réponse d'un capteur et de la rendre erronée.

5- Convertisseurs d'énergie statiques

Programme

5.1 - Transformateurs

5.1.1 - Modèle du transformateur monophasé parfait. Relations entre tensions primaire et secondaire, entre intensités des courants primaire et secondaire.

5.1.2 - Transformateur réel: saturation magnétique, pertes de puissance, chutes de tension en charge. Schéma équivalent vu du secondaire. Rendement.

5.1.3 - Transformateurs de mesure.

5.1.4 - Etude expérimentale d'un transformateur triphasé.

Objectifs; forme d'enseignement; limites des connaissances.

Après les révisions théoriques des programmes du second cycle, l'établissement expérimental du schéma équivalent d'un transformateur monophasé vu du secondaire donne l'occasion aux élèves de mettre en œuvre la méthode expérimentale. Il s'agit de prolonger l'enseignement reçu dans le second cycle et de déboucher sur l'acquisition de comportements opérationnels (professionnels) en matière d'utilisation des matériels: nécessité de respecter les valeurs nominales (à cause de la saturation magnétique), de prévoir les chutes de tension par l'utilisation raisonnée d'un modèle établi expérimentalement, de respecter les conditions d'isolement et les conditions de sécurité.

La méthode de détermination du rendement d'un transformateur par la mesure des pertes séparées n'est pas au programme; en revanche l'ordre de grandeur des rendements des transformateurs industriels doit être connu.

On insiste sur les considérations de sécurité devant accompagner la mise en œuvre des transformateurs de mesure.

Aucun développement théorique n'est donné à propos des transformateurs triphasés dont on définit le seul rapport de transformation global m , égal au rapport des tensions composées dans le fonctionnement à vide. Pour l'examen, les élèves n'ont donc pas à connaître, a priori, le rapport entre m et le rapport des nombres de spires des enroulements d'une même colonne.

L'étude expérimentale d'un transformateur triphasé donne l'occasion aux élèves de constater que le mode de couplage des enroulements primaire et secondaire peut provoquer un déphasage du système des tensions secondaires par rapport au système des tensions primaires, mais aucune étude théorique des différents couplages n'est faite; la notion d'indice horaire est hors programme.

Programme

5.2 - Redresseurs; redresseurs commandés, onduleurs assistés: facteur de puissance, harmoniques.

5.3 - Hacheurs; ondulation du courant de sortie, réversibilité.

5.4 - Onduleurs autonomes: harmoniques engendrés, intérêt des onduleurs à modulation de largeur d'impulsions. Objectifs; forme d'enseignement; limites des connaissances.

Ces chapitres doivent être traités en liaison avec ceux qui sont relatifs aux moteurs; c'est en effet pour obtenir des dispositifs à vitesse réglable que la plupart de ces convertisseurs ont été mis au point. En T.P., donc, on les étudie en même temps que les moteurs qu'ils alimentent. Le fonctionnement interne des convertisseurs statiques à semi-conducteurs n'est abordé que dans la mesure où l'étude en est très simple et ne requiert pas de capacités supérieures à celles qui ont été développées en classe de terminale Génie mécanique: ce sont essentiellement les questions liées à l'association de divers dispositifs en vue de constituer des systèmes devant assumer telle ou telle fonction globale, qui sont étudiées.

La définition du facteur de puissance d'un ensemble comportant un redresseur (notamment un redresseur commandé) est donnée; cette grandeur devient donc un facteur de choix de tel ou tel dispositif d'alimentation. Cependant si la mesure d'un facteur de puissance est intéressante et si son intérêt doit être connu, sa détermination par le calcul théorique (à partir des formes d'ondes de tensions et de courants) est hors programme.

L'attention des techniciens doit être attirée sur l'importance des harmoniques générés dans les lignes par tel ou tel type de redresseur commandé. Là encore, si la capacité de calculer ces harmoniques n'a pas à être développée chez les élèves (et encore moins évaluée), en revanche l'im-

portance industrielle du phénomène (pour les dysfonctionnements qu'il génère) et l'intérêt qu'il faut attacher à sa réduction et à sa correction, doivent être signalés et pris en compte dans les choix des équipements. Il peut d'ailleurs arriver que tel redresseur (pont mixte) présentant un facteur de puissance plus intéressant qu'un autre (pont tout thyristors) soit écarté en raison d'harmoniques plus difficiles à contrôler et à éliminer.

Sur un exemple, qui peut être celui d'un ensemble hacheur réversible en courant (machine à courant continu), on montre expérimentalement, en TP, l'intérêt dynamique et économique d'une alimentation réversible.

Sans entrer dans le détail de fonctionnement d'un ensemble redresseur-onduleur "quatre quadrants", ou d'un hacheur "quatre quadrants", on montre par des considérations simples sur les courants moyens et les tensions moyennes comment ces structures permettent la réversibilité complète.

Les dispositifs expérimentaux permettant d'illustrer ces notions lors de séances de TP peuvent être soit des dispositifs industriels (on trouve notamment des onduleurs à M.L.I. dans les variateurs permettant la commande des machines synchrones ou asynchrones), soit des maquettes didactiques dont la puissance peut descendre jusqu'à une dizaine de watts. Lors de la phase d'achat du matériel didactique, on veille à acquérir du même coup les machines tournantes et les convertisseurs associés.

6 - Convertisseurs d'énergie tournants

Programme

6.1 - Moteur à courant continu à excitation indépendante.

6.2- Moteur synchrone.

6.3 - Moteur asynchrone triphasé.

6.4- Moteurs pas à pas.

Objectifs; forme d'enseignement; limites des connaissances.

Les principes régissant le fonctionnement des machines tournantes sont réduits à l'essentiel pour les moteurs à courant continu, les phénomènes annexes comme la réaction d'induit sont observés en travaux pratiques mais ne sont pas pris en compte dans les contrôles théoriques proposés à l'examen terminal. Les formules $U = E + R.I$, $E = k.\Omega$, $T = k.I$ constitueront la base des raisonnements exigibles des élèves qui, pour la plupart les connaissent déjà.

De même, pour décrire un moteur synchrone triphasé, on choisit un modèle opérationnel par phase simplifié et linéaire: f.e.m. synchrone E_s proportionnelle à l'intensité du courant d'excitation ($E_s = K.\Phi.\Omega$, $\Phi = k.i_e$), inductance synchrone L_s constante. La pédagogie mise en œuvre pour expliquer le fonctionnement d'une machine synchrone autopilotée relève de la vulgarisation scientifique.

Le fonctionnement spécifique d'un alternateur et notamment la prédétermination de son courant d'excitation pour obtenir tel ou tel régime de charge n'est pas au programme.

Le modèle par phase d'un moteur asynchrone triphasé, même simplifié, n'a pas à être connu des élèves (en revanche, les notions de glissement g , de puissance électromagnétique transmise à l'induit (P_g), de puissance perdue par effet Joule dans le rotor (P_r) et, plus généralement, toutes les notions déjà familières aux élèves de la classe terminale de Génie mécanique sont exigibles.

Outre le couple qu'ils peuvent développer à l'arrêt, l'intérêt essentiel des moteurs pas à pas réside dans leur commande par microprocesseur ou ordinateur. On montre comment leur structure et leur alimentation rendent possible cette commande et assurent, même sans asservissement, maniabilité et précision.

7- Notions de base sur les asservissements Programme

7.1 - Présentation des asservissements par schéma unidirectionnel : chaîne de puissance ou chaîne directe ; chaîne de retour ou chaîne de contrôle ; opérateur de différence ; fonctions de transfert.

7.2 - Précision et stabilité d'un asservissement : comportements typiques.

7.3 - Nécessité d'un réseau correcteur pour traiter la grandeur d'erreur (régulateur). Différentes réalisations (numériques ou analogiques).

7.4 - Etude expérimentale d'un motovariateur industriel ou d'une maquette de régulation de vitesse ou de position.

Objectifs; forme d'enseignement; limites des connaissances.

Le niveau théorique de ce chapitre (que l'on n'aborde pas sans concertation avec le professeur d'enseignement technologique) est limité à des considérations simples: fonctions de transfert en régime permanent ou en régime sinusoïdal; identification globale d'un système complexe à un système du premier ou du second ordre assorti, éventuellement, d'un retard pur : l'utilisation de la transformation de Laplace est donc exclue.

Les propriétés des asservissements et notamment les améliorations apportées à un régulateur proportionnel par divers types de réseaux correcteurs (proportionnel et intégral; proportionnel et dérivé; proportionnel, intégral et dérivé) sont illustrées expérimentalement par une maquette d'asservissement de vitesse et/ou une maquette d'asservissement de position.

De nombreux variateurs industriels permettant de commander différents types de moteurs (à courant continu par action sur la tension d'alimentation, synchrones avec maintien de la condition $V/f = \text{constante}$, asynchrones avec commande vectorielle. ...) sont maintenant disponibles sur le marché. Il est intéressant d'en étudier un, associé au moteur correspondant et de mettre en évidence les deux types de régulateurs de base qui équipent généralement un tel variateur: le régulateur de courant, rapide, qui commande et contrôle directement le couple du moteur, et le régulateur de vitesse, plus lent à cause de l'inertie mécanique des parties tournantes, qui contrôle la vitesse et fournit au régulateur de courant les

informations qui lui sont nécessaires. Sans entrer dans les détails, l'analyse qualitative globale du fonctionnement d'un tel variateur peut constituer la synthèse de l'ensemble des notions du programme de la section « Mécanique et automatismes industriels ».

Compétence unitaire	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP332 Évaluer les performances cinématiques d'un mécanisme	A partir d'un dessin de projet de mécanisme réel, plan ou spatial, dont le déplacement de l'élément terminal est assuré par une ou plusieurs chaînes cinématiques, un modèle cinématique isostatique étant donné sous forme d'un schéma cinématique, la loi de commande de mouvement étant imposée (loi de vitesse ou d'accélération en trapèze).	- Modélisation cinématique du mécanisme (torseurs cinématiques associés aux liaisons) : <i>aucune erreur de modélisation.</i> - Expression du déplacement et de la vitesse de l'élément terminal (composition des déplacements et/ou des vitesses).
	A partir d'un schéma cinématique d'un mécanisme réel, plan ou spatial, dont le déplacement de l'élément terminal est assuré par une ou plusieurs chaînes cinématiques isostatiques, chacune constituée par association de mécanismes élémentaires d'axes fixes et gains constants (en translation ou en rotation autour d'un axe principal d'inertie), la (ou les) loi(s) de commande de mouvement des axes étant donnée(s) (loi de vitesse ou d'accélération en trapèze).	- Caractérisation des phases du mouvement : <i>aucune erreur de caractérisation.</i> - Détermination de la trajectoire (espace, vitesse, accélération) de l'élément terminal pour chaque phase du mouvement (graphes des déplacements, des vitesses, des accélérations; en monoaxe ou multiaxes) : <i>au plus une phase erronée.</i> - Expression et évaluation des caractéristiques du mouvement (course ou débattement, vitesse et accélération extrémales).
	A partir de résultats (résultats logiciels ou expressions littérales) relatifs à la cinématique d'un mécanisme complexe (à conformation variable, . . .), des spécifications cinématiques étant définies. Des indications d'étude, des objectifs et critères d'analyse sont éventuellement précisés. Des éléments de documentations sont fournis.	- Interprétation des résultats logiciels ou des expressions littérales : <i>les fait(s) essentiel(s), les effet(s) d'une grandeur influente, ... sont dégagés; leur interprétation ou analyse est conforme pour l'essentiel.</i> - Choix d'un élément du mécanisme (actionneur, réducteur, . . .) : <i>le choix est cohérent avec les spécifications.</i>

Contenus associés

- Caractéristiques cinématiques d'un solide en mouvement :
 - torseur cinématique ;
 - mouvements particuliers : translation et rotation autour d'une droite, lois de mouvements particulières.
- Mouvement plan :
 - définition, centre instantané de rotation ;
 - applications informatiques.
- Lois de déplacement: lois de vitesse ou d'accélération en trapèze.
- Caractéristiques cinématiques d'un mécanisme, d'un constituant ou sous-ensemble mécanique:
 - gain en vitesse $r = V_s / V_e$ (rapport de réduction ou de multiplication); • 2
 - vitesses nominale, minimale et maximale ; gamme de vitesses ; accélérations nominale et maximale,
 - résolution et précision :
 - . en déplacement,
 - . en vitesse, en accélération.
- Choix optimal d'un constituant ou d'un mécanisme selon un ou plusieurs critères ; rapport optimal d'un mécanisme selon un critère d'accélération.

Niv.

2*

2

2

1

2

2

2

2

1

2

* Voir note

1 page 4

Compétence unitaire	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP333 Évaluer les performances dynamiques et énergétiques d'un mécanisme	A partir d'un ensemble mécanique défini par un dessin de projet, une nomenclature et des indications quant à la réduction de certains volumes à des volumes géométriques élémentaires. Les expressions ou valeurs cinétiques de tout ou partie des solides de l'ensemble étant fournies	- Détermination du centre de gravité et de la masse d'un ensemble mécanique : <i>aucune erreur de modélisation.</i> - Expression des moment d'inertie d'un solide simple (cylindre, parallélépipède) par rapport à un axe principal d'inertie ou à un axe qui lui est parallèle : <i>la démarche et l'expression sont justes.</i> - Détermination du moment d'inertie d'un ensemble par rapport à un axe fixe : <i>les éléments sont tous caractérisés, l'expression littérale est juste.</i>
	A partir d'une chaîne de commande monoaxe, constituée de mécanismes élémentaires d'axes fixes et de gains constants, en translation ou en rotation autour d'un axe principal d'inertie, définie par un schéma cinématique (éventuellement paramétré pour partie), une nomenclature et tout ou partie des caractéristiques cinématiques et cinétiques de ses différents constituants. Des éléments quant à la démarche d'étude et des formulaires sont éventuellement fournis.	- Paramétrage fonctionnel du schéma cinématique (déplacement/vitesse et actions) : <i>aucune erreur.</i> - Évaluation des flux de puissance dans le mécanisme et détermination d'une caractéristique (V ou Ω, F ou C, P_i, ρ_i ou ρ_g, caractéristique équivalente) : <i>toutes les hypothèses sont précisées, aucune erreur.</i> - Application des théorèmes généraux ou du théorème de l'énergie cinétique : <i>démarche et hypothèses toutes précisées, au plus une erreur de calcul par inattention.</i> - Caractérisation dynamique d'un actionneur en régime transitoire à accélération constante.
	A partir d'un solide isolé d'un mécanisme, en mouvement de translation ou de rotation autour d'un axe principal d'inertie, les torseurs des actions extérieures étant donnés pour tout ou partie; une loi de mouvement étant éventuellement précisée (forme mathématique ou graphique).	- Expression du torseur dynamique : <i>aucune erreur.</i> - Application des théorèmes généraux ou du théorème de l'énergie cinétique : <i>démarche et hypothèses toutes précisées, au plus une erreur d'inattention dans les calculs.</i> - Détermination des caractéristiques dynamiques du mouvement du solide (valeurs instantanées et extrémales) : <i>expressions littérales justes.</i>
	A partir de données (résultats logiciels ou expressions littérales) relatifs à la dynamique d'un mécanisme complexe, des caractéristiques dynamiques étant spécifiées. Des indications d'étude, des objectifs et critères d'analyse sont éventuellement précisés. Des éléments de documentations sont fournis.	- Interprétation et exploitation des résultats logiciels ou des expressions littérales relatifs à la dynamique du mécanisme : <i>les faits essentiels, les effets d'une grandeur influente, ... sont dégagés ; leur interprétation ou analyse est conforme pour l'essentiel.</i> - Choix d'un élément du mécanisme (composant, actionneur, réducteur, . . .) : <i>le choix est cohérent avec les spécifications.</i>

Contenus associés**Cinétique ¹ :**

- Notion de masse.
- Centre d'inertie.
- Opérateur d'inertie : image matricielle associée ².
- Torseur cinétique ³, torseur dynamique : résultante et moments, unités.
- Energie cinétique : expression, unité.

Niv.

2*

2

1

2

2

¹ Ce chapitre doit être considéré comme un préliminaire indispensable permettant d'introduire toutes les définitions fondamentales nécessaires aux études dynamiques et/ou énergétiques.² Seules les particularités de l'image matricielle méritent l'attention de l'étudiant (application à l'équilibre).³ La recherche du moment cinétique se limite aux cas particuliers des calculs par rapport : à un point fixe, au centre d'inertie, à un point de vitesse nulle.

Contenus associés

Dynamique ¹ :

- Théorèmes généraux.
- Énergétique :
 - travail, puissance ; énergie potentielle et cinétique ;
 - conservation de l'énergie mécanique d'un système mécanique : théorème de l'énergie cinétique ;
 - bilan énergétique d'un mécanisme de transformation de puissance : rendement ;
 - applications aux chaînes cinématiques (caractérisation dynamique des actionneurs).
- Méthodologie de résolution.
- Applications: chaînes de commande d'axe ² :
 - influence des masses, inerties et résistances passives: inertie ou masse équivalente, charge équivalente ;
 - point de fonctionnement optimal ; équilibrage, ...

Niv.

2

2

2

2

2

2

2

1

* Voir nota 1 page 4

Compétence unitaire	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP334 Évaluer les caractéristiques d'une poutre isostatique	A partir d'une pièce modélisée sous forme d'un arbre ou d'une poutre isostatique, sollicitée au cisaillement, en flexion ou en torsion simple, les efforts extérieurs étant définis (éventuellement par leur torseur). Une spécification fonctionnelle (de résistance ou de déformation) est éventuellement imposée. Un formulaire, une nomenclature de matériaux disponibles sont éventuellement donnés.	• Détermination du torseur des efforts de cohésion en un point de la poutre : aucune erreur. • Détermination d'une courbe de la poutre: allure globale juste, ordre de grandeur des valeurs limites cohérent. • Dimensionnement de la poutre à la contrainte et/ou à la déformation : choix du principe de dimensionnement et ordre de grandeur corrects. • Justification du choix d'un matériau.
	A partir de résultats logiciels et/ou d'essais relatifs aux contraintes et déformations d'un élément mécanique d'un mécanisme soumis à des sollicitations quelconques (y compris thermiques, ...), le modèle de définition et de sollicitation de la poutre étant complètement définis, un code de calcul étant éventuellement fourni, toutes les caractéristiques du matériau étant données. Des spécifications attendues, des résultats obtenus à partir de modèle et/ou de code simplifié, sont éventuellement fournis.	• Interprétation des résultats obtenus en référence au modèle (réel et/ou simplifié) et/ou aux spécifications : l'interprétation, ou l'analyse, est conforme pour l'essentiel. • Proposition(s) de modifications (de géométrie, de caractéristiques - matériau, traitements,... -, de sollicitation, ...) : une proposition au moins est cohérente avec les résultats.

Contenus associés

- Théorie des poutres et sollicitations simples (traction, flexion, torsion) ;
- notion de contrainte (normale et tangentielle) et de déformation ;
 - torseur des actions mécaniques représentant les efforts de cohésion ;
 - courbes représentatives de : N , T_y , T_z , M_t , M_{fy} et M_{fz} ;
 - calcul des contraintes, déformations, lois.

Niv.

2

2

2

2

* Voir nota 1 page 4

¹ Études limitées aux mouvements de translation, de rotation autour d'un axe et aux mouvements plans.

² Les applications devant pour l'essentiel s'appuyer sur l'outil informatique, il pourrait être formateur :

- d'établir les différences pouvant apparaître entre les résultats issus d'une approche statique et d'une approche dynamique ;

- de voir l'importance des hypothèses et modèles retenus sur les résultats.

Contenus associés

Sollicitations composées : flexion-traction, flexion déviée, flexion-torsion, flambage¹.
 Caractéristiques statiques globales des matériaux (R_m , $R_{p0,2}$, A%, modules)
 Notions sur les pressions de contact, la fatigue et le fluage.
 Applications².

Niv.

2
2
2
2

* Voir nota 1 page 4

Compétence unitaire	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP335 Évaluer les performances d'un mécanisme hydraulique ou pneumatique	A partir d'une chaîne de commande hydraulique comportant un actionneur, un préactionneur et une source à pression constante, les actions extérieures étant totalement définies, le fluide étant supposé parfait, en écoulement permanent ou au repos.	• Détermination des pressions dans l'actionneur : <i>aucune erreur</i>. • Détermination de la courbe caractéristique de la chaîne de commande : <i>allure globale juste, ordres de grandeur des valeurs limites cohérents</i>. • Estimation de la puissance en régime permanent et du rendement: <i>aucune erreur</i>.
	A partir de résultats logiciels et/ou d'essais relatifs à une chaîne de commande hydraulique ou pneumatique. Des spécifications attendues, des codes de calcul, des résultats obtenus à partir d'un code - simplifié ou non -, sont éventuellement fournis.	• Interprétation des résultats obtenus en référence au modèle (réel et/ou simplifié) et/ou aux spécifications : <i>l'interprétation, ou l'analyse, est conforme pour l'essentiel</i>. • Proposition(s) de modifications (de géométrie, de constituant, ...) : <i>une proposition au moins est cohérente avec les résultats</i>.

Contenus associés

Caractérisation d'un milieu fluide :

- grandeurs: masse volumique, pression, viscosité, compressibilité, température ;
- écoulements : distribution des vitesses, nature (permanent, laminaire, turbulent), débits volumique et massique ; conservation du débit volumique (écoulement permanent incompressible).

Statique des fluides. Théorème de Pascal. Actions d'un fluide sur une paroi.

Écoulements des fluides parfaits :

- théorèmes de Bernoulli (sans ou avec échange d'énergie); applications aux mécanismes hydrauliques ;
- travail, puissance d'un fluide.

Écoulements des liquides réels :

- compressibilité d'un liquide réel ; module de compressibilité ; expression de la raideur d'un actionneur hydraulique ; effet de l'arrêt brutal d'un écoulement : coup de bélier (notion) ;
- viscosité d'un liquide réel ; viscosité cinématique et dynamique ; nature d'un écoulement (expression et signification du nombre de Reynolds) ;
- pertes de charge locales et réparties dans un fluide ; coefficients de pertes de charge ; influence de la nature de l'écoulement sur les pertes réparties ;
- rendement d'un mécanisme ou d'une installation hydraulique.

Applications aux mécanismes hydrauliques (distributeurs, limiteurs, régulateurs, pompes et vannes) :

- courbe caractéristique d'une chaîne de commande hydraulique (alimentation + distributeur + actionneur + charge) en régime permanent ; taux de charge; taux de charge optimal ;
- limitation en vitesse et en accélération des actionneurs hydrauliques (choix de la pompe et du limiteur de pression) ;
- typologie et critères de choix des actionneurs hydrauliques.

Applications (par transposition) aux mécanismes pneumatiques (longueur équivalente d'un circuit, ...).

Niv.

2*
2
2
2
2
1
1
2
2
2
1
1

* Voir nota 1 page 4

¹ Seule l'identification des sollicitations et l'exploitation d'un formulaire est demandée pour les trois dernières.² L'utilisation de l'outil informatique permettra d'étudier des structures hyperstatiques simples, des structures complexes (bâti modulaire).

Unité U42 - Étude détaillée de la partie opérative

Cette unité U4.2 est associée à la compétence professionnelle « Concevoir la partie opérative d'un système automatisé ».

Concevoir	Construire Représenter	CP3	Concevoir la partie opérative d'un système automatisé
		CP32	Construire un sous-ensemble opératif cinématiquement défini
		CP34	Etablir les documents techniques de réalisation de la PO

Compétence unitaire	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP32 Construire un sous-ensemble opératif cinématiquement défini	- Une solution constructive de mécanisme spatial (deux actionneurs au plus) est définie par un schéma technologique et par un ensemble de contraintes *. - Au moins un critère d'optimisation est défini. - Des éléments de documentation sont fournis. * Exemples de contraintes: fonctionnelles : réglage d'un élément, interchangeabilité, ... ; géométriques : jeu fonctionnel, encombrement, débattement, ... ; mécaniques : masse, effort,	- Représentation du dessin de projet de la solution : <i>L'ensemble des contraintes fonctionnelles est respecté, les conditions fonctionnelles associées sont caractérisées.</i> - Expression détaillée et justifiée, sous forme de note technique des choix d'optimisation : <i>clarté des choix, cohérence des décisions avec les données disponibles.</i>
	Un avant-projet de mécanisme est défini pour tout ou partie par un dessin d'ensemble, une liste de constituants est imposé (capteurs, actionneurs, ...), des éléments de documentations fournis	- Définition de l'implantation des constituants : <i>les spécifications constructeurs sont toutes respectées.</i> - Proposition éventuelle de modifications (agencement, dimensions d'éléments, ...) de l'avant-projet : <i>argumentation cohérente avec l'ensemble des données.</i> - Dessin de projet de la solution complétée : <i>aucune erreur de représentation.</i>

Contenus associés ¹

- Normes et conventions relatives aux différents modes de représentation graphique (dessins, schémas).
- Fonctions techniques élémentaires : réalisations constructives (architectures, matériaux associés, ...) ² :
 - liaisons complètes ;
 - guidages en rotation et en translation ;
 - étanchéité et modes de lubrification.
- Constituants des équipements de production automatisée :
 - génération et stockage d'énergie : compresseurs et accumulateurs, centrales hydrauliques, batteries onduleurs; réseaux électriques, pneumatiques et hydrauliques ;
 - distribution et régulation de l'énergie ;
 - pneumatique et hydraulique : conditionnement des fluides (filtres, graisseurs, ...), distribution (distributeurs), raccords (raccords, coupleurs...), régulateurs de pression et de débit,
 - mécanique : transmission (accouplements, ...), adaptation de mouvement (réducteurs, boîtes de vitesses, ...), distribution (embrayages, freins...) et régulation (volants, ...),
 - électrique: distribution basse et moyenne tension, contacteurs et relais, variateurs.

Niv.

2*

1

2

2

1

1

2

2

* Voir nota 1 page 4

¹ Ce chapitre fera l'objet d'un enseignement en relation étroite avec celui de mécanique.

² On mettra l'accent sur les caractéristiques technico-économiques, à un instant donné, des composants standards : critères de coût, de sûreté de fonctionnement : sécurité, disponibilité, fiabilité, maintenabilité, de standardisation, ...

Contenus associés

	Niv.
— actionneurs ¹ :	2
- pneumatiques : vérins, ventouses, moteurs,	2
- hydrauliques : vérins, moteurs,	2
- électriques :	
. moteurs asynchrones et synchrones ; moteurs à courant continu; vérins électriques ;	2
. moteurs pas à pas et autosynchrones ; moteurs linéaires ;	1
— effecteurs industriels ² :	
- unités de translation, de rotation	2
- unités opératives: préhenseurs, pinces; axes intégrés; manipulateurs, ...	1
• Eléments industriels standardisés pour parties opératives :	
— constituants et composants de guidage : douilles, glissières, vis,... (éléments roulants notamment) ;	2
— constituants et composants de transformation de mouvement :	
- mécanismes vis-écrou, pignon-crémaillère ;	2
- mécanismes à cames ;	2
- mécanismes intermittents : roues à rochet, croix de Malte,... roues libres,...	1
— constituants de transmission de puissance :	
- engrenages, courroies, chaînes,	2
- accouplements industriels.	2
• Critères de choix d'actionneurs et de constituants industriels.	2
• Agencement de constituants industriels :	
— principes et principales solutions de réglage dans les guidages ;	2
— amortissement des mouvements et vibrations.	1
• Matériaux :	2
— caractéristiques ;	1
— essais mécaniques et contrôles (destructifs et non destructifs) ;	1
— évolution des caractéristiques dans le temps; traitements et revêtements dans la masse et de surface.	2
• Aides informatiques.	

* Voir nota 1 page 4

Compétence unitaire	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP34 Etablir les documents techniques de réalisation de la PO	Un dessin de projet de mécanisme est fourni, des conditions fonctionnelles sont imposées, un besoin de sous-traitance éventuel est clairement énoncé.	• Définition, à main levée ou aux instruments de l'élément, coté fonctionnellement pour tout ou partie : <i>aucune erreur de représentation, les cotes fonctionnelles sont correctement repérées</i> .

Contenus associés

	Niv.
Dessin de définition de produit :	
— règles de tracés des formes de pièce relatifs aux procédés industriels pour réalisations unitaires (moulage à modèle fusible, usinage conventionnel, formage à froid, mécanosoudage) ;	2*
— spécifications fonctionnelles ³ : dimensionnelles, géométriques, états de surface.	2

* Voir nota 1 page 4

¹ L'accent sera mis sur les caractéristiques spécifiques à chaque famille technique ou technologique, ainsi que sur les performances propres à chaque famille et à chaque type.² L'accent sera mis sur l'utilisation et les caractéristiques industrielles, non sur la réalisation.³ L'indication de spécifications sera limitée aux surfaces fonctionnelles réalisant les liaisons d'assemblage.

Unité U51 - Analyse et étude détaillée des fonctions de commande

Cette unité U5.1 est associée à la compétence professionnelle « Concevoir la partie commande d'un système automatisé ».

		CP4	Concevoir la partie commande d 'un système automatisé de pr oduction
		CP41	Imaginer une solution technique de commande CP411 : Proposer une coordination des tâches de commande CP412 : Proposer une organisation des modes de production et d'exploitation CP413 : Proposer une solution technique d'organisation fonctionnelle : - pour l'architecture de commande (commande locale et pilotage) ; - pour l'architecture de dialogue d'exploitation (conduite locale et à distance, pilotage, supervision) et de maintenance (aide au diagnostic, aide à l'intervention, à la réparation) ; - pour la prise d'informations, la commande et la protection des actionneurs. Décrire le fonctionnement détaillé d'une partie commande
Concevoir	Imaginer Construire Représenter Evaluer Choisir	CP42	

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP41 Imaginer une solution technique de commande	Un cahier des charges partiel relatif à un sous-ensemble fonctionnel (SEF) est fourni, comportant : — la (ou les) fonction(s) à assurer pour tout ou partie et leurs critères d'appréciation ; — les contraintes liées aux éléments existants ; — les résultats de prédéterminations éventuelles. Des éléments technico-économiques relatifs à des solutions homologues existantes sont disponibles sous forme de dossiers, de documents constructeurs, ...). Des choix de composants, de logiciels et des caractéristiques techniques sont éventuellement précisés.	• Définition architecturale et procédurale satisfaisant l'ensemble des fonctions spécifiées : - aucune ambiguïté dans la description, - respect de l'ensemble des critères d'évaluation spécifiés, ou, à défaut, justification précise quant aux critères non respectés, - expression des points-clés quant à la faisabilité des solutions, notamment du point de vue de la cohérence avec les choix opératifs.

Compétence unitaire	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP41.1 Proposer une coordination des tâches de commande	Ensemble des éléments de CP41, et plus précisément : — la liste des actuelles tâches de commande ; — le bilan des E/S du SEF considéré ; — un ou plusieurs critères (de productivité, de structuration, de sûreté de fonctionnement...).	Description par grafset de la coordination retenue et évaluation de la performance (vis-à-vis d'un critère imposé) : traçabilité de l'analyse conduisant à la description ; exactitude de l'évaluation.

Compétence unitaire	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP412 Proposer une organisation des modes de production et d'exploitation	Ensemble des éléments de CP41, et plus précisément : — l'architecture fonctionnelle du SEF ; — la liste et la description des modes de production et d'exploitation ; — un ou plusieurs critères (d'exploitation, de sûreté de fonctionnement, de maintenabilité, ...)	• Description de la coordination et des conditions d'enchaînement entre modes (par Gemma ou autre formalisme adapté) : <i>cohérence vis-à-vis des critères imposés, respect du formalisme de description</i> . • Expression des besoins techniques associés : <i>aucun point-clé omis</i> .
CP413 Proposer une solution technique d'organisation fonctionnelle	Ensemble des éléments de CP41, et, en complément : — la spécification précise des besoins associés à la fonction considérée (traitement, dialogue, gestion des E/S) ; — le grafcet de coordination des tâches, la description des modes de production et d'exploitation ; — les critères (performance, exploitation, sûreté, ergonomie,...) et leur importance relative ; — les contraintes (spécifications générales, existant, ...).	• Définition de la nature et de l'agencement (répartition, localisation) des moyens retenus : <i>cohérence vis-à-vis des critères dominants, respect des contraintes</i> . • Caractérisation physique des échanges informationnels (ordres et informations) entre moyens ¹ : <i>cohérence vis-à-vis de la nature des moyens</i> .

Contenus associés**Fonctions de commande d'un système automatisé**

- Architecture fonctionnelle d'une chaîne fonctionnelle, d'un sous-ensemble fonctionnel et d'un système automatisé. Rôle et importance industrielle des fonctions :
 - liaisons avec la partie opérative (acquisition, commande) ;
 - traitement ;
 - dialogue et communication avec les opérateurs (de mise en service, d'exploitation, de maintenance) ;
 - liaisons avec le milieu extérieur.

- Répartition et décentralisation des fonctions :
 - objectifs d'une décentralisation des moyens et des fonctions: fonctionnels, technologiques, géographiques, économiques, temporels ;
 - principes, principales solutions industrielles, limites, performances et contraintes d'une décentralisation.

- Étude fonctionnelle des systèmes de commande répartis :
 - réseaux et communication entre systèmes locaux ² ;
 - principales structures techniques et performances d'un niveau local de commande (centralisée, séparée, répartie, distribuée).

Fonctions principales ³

- Fonction principale *Liaisons avec la PO*, avec pour fonctions élémentaires :
 - mesure, acquisition, conversion et prétraitement des informations logiques, numériques et analogiques ;
 - commande des actionneurs logiques ;
 - commande des servomécanismes (commande d'axe), principe de commande proportionnelle. Notion de loi commande ;
 - protection des actionneurs, surveillance.

* Voir nota 1 page 4

¹ Pour la prise d'informations, la commande et la protection des actionneurs, doivent notamment être précisés :

- la grandeur mesurée et la nature de la grandeur de sortie ; le principe de la mesure ; les possibilités de transmission ou de transduction ainsi que de tests ;
- la nature et le niveau d'énergie distribuée ; la nature des signaux de commande ; les possibilités de détection de leur état ; les fonctions de protection des biens et/ou des personnes et les caractéristiques des moyens les matérialisant

² L'accent sera mis sur les réseaux de terrain et sur les réseaux de constituants, ainsi que sur les contraintes liées à une automatisation progressive.

³ Pour chaque fonction principale on précisera son organisation en fonctions élémentaires et les principales solutions techniques pour les réaliser. On approfondira plus particulièrement les fonctions liaisons avec la PO, traitement, dialogue, communication et sûreté de fonctionnement : en comparant les principales solutions existantes; en analysant les performances et les limites de ces solutions.

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP42 Décrire le fonctionnement détaillé d'une partie de commande	Un cahier des charges partiel relatif à un sous-ensemble fonctionnel (SEF) est fourni, comportant : — la (ou les) fonction(s) à assurer pour tout ou partie et leurs critères d'appréciation ; — la (ou les) descriptions fonctionnelles existantes (grafcet de coordination des tâches, Gemma, chronogrammes) ; — la caractérisation précise des schémas d'animation ; — la liste détaillée des E/S du SEF ; — la caractérisation des moyens de commande retenus ; — les résultats de prédéterminations éventuelles. Des descriptions (solutions homologues existantes ou spécifications générales) sont disponibles sous forme de dossiers, de documents constructeurs, ...). Des choix de composants, de logiciels et des caractéristiques techniques sont éventuellement précisés.	• Architecture fonctionnelle logicielle : <i>cohérence de l'architecture avec l'architecture fonctionnelle du système.</i> • Choix des modèles de description associés aux différents modules logiciels : <i>cohérence du choix avec la nature des E/S et les caractéristiques du moyen associé.</i> • Définition et caractérisation des variables et composants auxiliaires : <i>définition exhaustive, besoin auxiliaire justifié.</i> • Description détaillée du fonctionnement : <i>respect absolu des E/S définies, description cohérente avec les descriptions fonctionnelles et les schémas d'animation*, aucune erreur de syntaxe dans la représentation.</i> * une description optimale n'est pas exigible.

Contenus associés

Typologie des fonctions de traitement

Isolement de la fonction à traiter.

Modélisation des données (entrées et sorties manipulées).

Nature : logique, analogique, numérique, alphanumérique de ces données.

Décomposition fonctionnelle de commande à partir de la nature des variables traitées (logique, analogique, numérique), modélisation des variables de dialogue. Choix des outils de description appropriés.

Outils de description fonctionnelle et comportementale du fonctionnement d'un système automatisé

- Outils de description des systèmes logiques :
 - typologie des outils de représentation: principe procédural, booléen ou temporel ; mode littéral ou graphique ;
 - propositions logiques et représentations littérales structurées ;
 - équations logiques et logigrammes ;
 - chronogramme et outils de description temporelle ;
 - outils graphiques interprétés (GRAFCET, ...) : concepts, règles, structures de bases, interprétation (actions, réceptivités), synchronisation et coopération entre diagrammes, hiérarchie et macro-représentations ;
 - blocs fonctionnels logiques ; blocs fonctionnels standard (comptage, temporisations, retards, ...)
- Outils de description des systèmes numériques :
 - procédures et algorithmes (application aux blocs fonctionnels de commande) ;
 - représentations littérales structurées¹ ; langages.
- Outils de description du traitement analogique :
 - schéma-bloc (en liaison avec le professeur de physique) ; blocs fonctionnels.
- Outils de description des modes de marche et d'arrêt :
 - outils graphiques: GEMMA, arbres de décision,... ;
 - traduction en langage graphique interprété ;
 - procédures.

Niv.

2*

2

2

2

2

2

2

2

2

2

1

1

2

2

2

2

* Voir nota 1 page 4

¹ L'accent sera mis sur la modélisation des données manipulées (types, variables, constantes. . .) et des échanges (entrées, sorties), sur les structures de contrôle (blocs, alternative, répétition) et sur les impératifs de mise au point et de maintenance, conduisant à des solutions modulaires, commentées, munies de point-test,.... Ces notions seront introduites en fonction des possibilités des logiciels disponibles.

ures de contrôle (blocs, alternative, répétition)

Contenus associés**Outils de description technologique du fonctionnement d'une partie commande**

- Passage d'une représentation fonctionnelle à une représentation technologique :
 - intégration des spécifications technologiques, intégration des contraintes physiques et temporelles des solutions technologiques (temps de réponse des composants ou constituants, relayage, fonctions techniques, ...) ;
 - répartition des fonctions entre réalisations câblées et réalisations programmées.
- Outils de description des réalisations câblées :
 - principes généraux d'organisation et de représentation des réalisations câblées : séparation fonctionnelle, séparation des communs, séparation des chaînes fonctionnelles, adressage ;
 - passage d'une représentation fonctionnelle (procédurale, booléenne ou temporelle) à une représentation câblée ; passage d'une description en graphe interprété à une réalisation câblée (interprétation formelle) ;
 - distance entre représentation technologique et réalisation.
- Graphes interprétés :
 - intégration des choix technologiques ;
 - étude des règles quatre et cinq du modèle GRAFCET, prise en compte de la simultanéité des événements en logique synchrone et asynchrone ;
 - modèle formel du GRAFCET ;
 - chronogramme associé à un élément de description.

Niv.

2*

1

2

2

2

2

1

2

2

1

Notion sur les outils de conception assisté par ordinateur

(Outils d'analyse, de validation, de simulation).

* Voir nota 1 page 4

Unité U52 - Choix technologiques et description de la réalisation de la partie commande

Cette unité U5.2 est associée à la compétence professionnelle « Concevoir la partie commande d'un système automatisé ».

Concevoir	Représenter Evaluer Choisir	CP4	Concevoir la partie commande d'un système automatisé de production
		CP43	Dimensionner, évaluer les performances et choisir un constituant de commande Établir les documents techniques de réalisation de la PC
		CP44	

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP43 Dimensionner, évaluer les performances et choisir un constituant de commande	Un cahier des charges partiel, relatif à un constituant (ou à un ensemble de constituants) d'une chaîne fonctionnelle, est fourni, comportant : — une caractérisation précise des fonctions et des spécifications (fonctionnelles, technologiques, opérationnelles) du (ou des) constituant(s) ; — une liste (éventuellement partielle) de critères de choix avec leur caractérisation précise (niveau, flexibilité). Des descriptions (solutions homologues existantes ou spécifications générales) sont disponibles sous forme de dossiers, de documents constructeurs,...). Des choix potentiels de composants, de logiciels et des caractéristiques techniques sont éventuellement précisés. Des guides d'évaluation de performances, des guides de choix sont éventuellement fournis.	• Identification du type (ou des) constituant(s) répondant aux fonctions : <i>type(s) conforme(s)</i>. • Listage exhaustif des évaluations à effectuer (spécifications dérivées permettant les comparaisons avec les caractéristiques ou performances de la solution) : <i>liste cohérente avec les spécifications et les caractéristiques des constituants adaptés au besoin</i>. • Evaluation des spécifications ou des performances : <i>la démarche d'évaluation est juste, la guidance éventuelle est respectée, les résultats sont d'ordre de grandeur correct</i>. • Sélection d'un constituant : <i>la démarche de choix est correcte, le choix est conforme aux spécifications imposées et évaluées (même si ces évaluations sont fausses !)</i>.

Contenus associés

Constituants industriels d'acquisition de données

- Structure générale d'une chaîne de mesures¹.
- Caractéristiques métrologiques des capteurs : étendue de mesure, précision, sensibilité, temps de réponse, ...
- Les détecteurs industriels.
Limites, performances et comparaison technico-économique des principales solutions. Choix d'un détecteur industriel : arbres de décision.
- Les capteurs industriels.
Caractéristiques et choix de capteurs pour la commande d'axe.
- Les temporisateurs, retardateurs et compteurs industriels.

Niv.

2*

2

2

1

2

2

* Voir nota 1 page 4

¹ En liaison avec le professeur de physique.

Contenus associés	Niv.
Constituants industriels de commande de puissance	
• Structure générale d'une chaîne de commande ¹ .	2*
• Caractéristiques des préactionneurs et interfaces de commande (T.O.R., proportionnel ou asservi).	2
• Les préactionneurs T.O.R. (technologies pneumatiques, hydrauliques, électriques et électroniques). Comparaison des principales solutions: influence du choix, ou sur le choix, de la PC. Choix d'un préactionneur.	2
• Les constituants de régulation (limiteurs de débit, de tension, de pression, de courant; démarreurs progressifs).	2
• Les variateurs de vitesse industriels.	1
• Les constituants d'interface : — les cartes de sortie d'automate programmable ² ; — les interfaces électropneumatiques.	2
• Les constituants industriels de protection des préactionneurs et des actionneurs ³ .	2
Constituants industriels de traitement	
• Rappel des principales réalisations industrielles de constituants. Caractéristiques industrielles, limites et performances des principales familles de constituants. Choix d'un constituant de commande : — pneumatique (composants logiques) ; — électrique (relais électromagnétiques, contacteurs auxiliaires) ; — électronique : - automates programmables, - micro-ordinateurs industriels.	2 2 2 1
• Les automates programmables pour le traitement numérique de l'information : — processeur, mémoires, unités d'E/S ; unités de communication (bus) ; — opérations élémentaires de traitement : opérations de transfert processeur-mémoires ou E/S ; opérations arithmétiques et logiques ; formats de représentation, codages (codes DCB, GRAY, ASCII, ...) — modes d'adressage: direct, indirect, indexé ; — principes de base de fonctionnement dynamique d'une unité de traitement : cadencement, exécution séquentielle d'instructions ; — problèmes posés par le traitement en temps réel des événements: principes et principales solutions techniques industrielles pour : - le traitement immédiat ⁴ ; - le traitement cyclique ⁵ ; influence du temps de traitement sur le temps de réponse.	2 2 1 2 1 2
• Les constituants industriels de traitement de signaux analogiques : — fonctions principales et structure d'un servomécanisme ; — interprétation technologique de la correction PID ; — principales caractéristique d'utilisation industrielle de constituants de commande de servomécanismes : cartes d'axes de constituants séparés ou distribués (API, micro-ordinateurs) ; boîtes fonctionnelles constructeurs.	2 1 2
• Modules métiers d'automates programmables : — architectures matérielles et logicielles, consoles et boîtiers de programmation, de réglage ; — principaux constituants métiers: applications, mise en œuvre et paramétrage.	1 2

* Voir nota 1 page 4

¹ L'accent sera mis essentiellement sur les caractéristiques fonctionnelles d'E/S de variateurs pour moteurs asynchrones, autosynchrones et à courant continu; les principes et principales solutions constructives sont étudiées en cours de physique.

² L'accent sera mis sur les caractéristiques fonctionnelles et opérationnelles.

³ L'accent sera mis sur la sécurité des circuits électriques de puissance: défauts potentiels, dangers, détection des défauts, réglementation.

⁴ Seulement sous forme de notion

⁵ L'accent sera mis uniquement sur les problèmes posés par la mise en œuvre d'applications simples (sur API par exemple) et sur quelques éléments nécessaires pour dialoguer avec des spécialistes d'applications plus complexes.

Contenus associés

Constituants industriels de dialogue et de communication

- Pupitres, boîtes à boutons, boîtiers industriels.
- Composants industriels de signalisation: voyants, afficheurs ...
- Organes de consigne : boutons-poussoirs, leviers, roues codeuses,
- Constituants industriels de séparation et de coupure : sectionneur, disjoncteur, interrupteur.
- Constituants industriels d'acquisition et périphériques de constituants programmables : claviers, consoles, lecteurs (de cartes magnétiques, de codes-barres, étiquettes programmables, ...)
- Constituants industriels de messagerie: écrans, imprimantes, ...

Méthode de choix technologique d'un constituant industriel

- Spécifications et caractéristiques des constituants de parties commandes.
- Sélection de critères de choix et pondération.
- Sélection des solutions technologiques.
- Évaluation technico-économique: par arbre de décision, tableau d'évaluation, ...
- Décision : adaptation éventuelle du choix et conséquences socio-économiques

Niv.

2*

2

2

2

1

1

2

* Voir nota 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP44 Établir les documents techniques de réalisation de la PC	Un dossier d'étude détaillée de la partie commande d'un sous-ensemble fonctionnel ou d'une sous-partie-commande est fourni, comportant : — des descriptions détaillées du fonctionnement (points de vue préactionneurs/capteurs) ; — la définition précise des constituants de commande associés (y compris borniers, connecteurs, ...) et les documentations techniques associés. • Les normes de représentation normalisée, les normes de réalisation sûre sont disponibles. • Des descriptions génériques sont disponibles (sous forme de dossiers, de documents constructeurs, ...). • Des indications sont éventuellement fournies quant à la méthode de réalisation de certaines fonctions,....)	• Repérage des composants et constituants : <i>repérage exhaustif et conforme à la fois aux données et aux normes.</i> • Listage des modules fonctionnels matériels à réaliser : <i>liste cohérente avec les spécifications et les caractéristiques des constituants adaptés au besoin.</i> • Établissement des schémas de câblage et d'implantation : <i>séparation technique des niveaux fonctionnels et énergétiques, conformité exacte aux recommandations constructeurs, aucune violation flagrante de la sécurité.</i>
	Un dossier d'étude détaillée .. est fourni, comportant : — outre les éléments ci-dessus ; — les schémas de câblage de tous les composants et constituants. • Un langage de programmation est choisi. • Des descriptions génériques sont disponibles (sous forme de procédures types, de dossiers, de documentations constructeurs, ...). • Des progiciels d'assistance sont éventuellement disponibles (CSAO, atelier logiciel, ...), comportant notamment des bibliothèques. • Les normes de représentation normalisée, les normes de réalisation sûre sont disponibles.	• Adressage et codage des variables : <i>codage exhaustif et conforme aux données et aux normes.</i> • Listage des modules logiciels à réaliser : <i>liste cohérente avec les spécifications et les caractéristiques des constituants de commande.</i> • Description logicielle détaillée du fonctionnement : <i>aucune erreur dans l'enchaînement des tâches logicielles, aucune erreur mettant en question les performances ou la sécurité.</i> • Description détaillée des procédures de dialogue d'exploitation : <i>aucune erreur dans l'enchaînement des tâches de dialogue.</i>

Contenus associés

- Schémas de réalisation câblée :
 - principes généraux d'organisation et de représentation des réalisations câblées : séparation fonctionnelle, séparation des communs, séparation des chaînes fonctionnelles, adressage ;
 - schémas électriques, hydrauliques et pneumatiques: principes généraux de représentation (descripteurs, liaisons, repérages, adressages) ¹.
- Langages d'automates programmables.
 - Norme CEI 1131.
 - Langages graphiques, langages inspirés GRAFCET.
- Implantation d'une représentation dans un langage :
 - principes de traitements des données en temps réel : algorithmique, noyau temps réel ;
 - notion de tâches cycliques, événementielles, de tâches de fond, de tâches rapides, ...
 - prise en compte de la simultanéité des événements en logique synchrone et asynchrone ;
 - interprétation algorithmique du GRAFCET, avec ou sans recherche de stabilité ;
 - méthode d'implantation d'un graphe interprété dans un langage de réalisation type échelle à relais ;
 - méthode d'implantation d'un graphe interprété dans un langage littéral ;
 - implantation et codage.
- Outils de documentation et de programmation assistée par ordinateur (CSAO, atelier logiciel) ².
- Outils de production : éditeurs, compilateurs, bibliothèques, ... ²

Niv.
2*
2
1
2
2
2
2
2
2
2
1

* Voir nota 1 page 4

¹ Normes NF E04-056, E04-057, E48-141 à 143, E49-151 à 153, norme EN 60204-1.² Ces outils seront introduits en fonction des possibilités des logiciels disponibles.

Unité U61 - Réalisation, tests et intégration d'un système automatisé de production

(épreuve professionnelle de synthèse)

Cette unité U61 est associée aux compétences professionnelles CP5 « Réaliser une opération technique sur un système automatisé », CP6 « Élaborer tout ou partie d'un dossier relatif à un système automatisé de production » et CP7 « Gérer la réalisation ou l'exploitation d'un système automatisé ».

Communiquer		CP1	S'exprimer sur une problématique professionnelle
		CP13 CP14	Présenter un travail personnel ou d'équipe Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet
Réaliser	Réaliser Intégrer Tester Valider	CP5	Réaliser une opération technique sur un système automatisé
		CP51	Réaliser une opération d'adaptation d'un élément opératif
		CP52	Réaliser les câblages et raccordements de commande
		CP53	Réaliser un module logiciel
		CP54	Effectuer l'assemblage et l'intégration de composants ou sous-systèmes
		CP55	Effectuer les tests statiques et dynamiques de mise au point ou d'intégration de tout ou partie du système automatisé
	Produire Rédiger	CP6	Élaborer tout ou partie d'un dossier relatif à un système automatisé de production
		CP61	Elaborer / mettre à jour un dossier de conception, de réalisation, de test ou d'intégration
		CP62	Elaborer / mettre à jour un dossier d'exploitation-maintenance
Organiser	Conduire Optimiser	CP7	Gérer la réalisation ou l'exploitation d'un système automatisé
		CP71	Conduire la réalisation de tout ou partie du système
		CP72	Optimiser les moyens et procédures de contrôle-commande
		CP73	Gérer une évolution d'un système automatisé

- **Cahier des charges de certification de l'unité U61** (compétences, critères et niveau de performances) et contenus associés.

Capacité: **COMMUNIQUER**Compétence professionnelle globale CP1: **S'exprimer sur une problématique professionnelle**

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP13 Présenter un travail personnel ou d'équipe	Une synthèse d'un travail personnel ou d'un travail d'équipe est disponible (plan, notes manuscrites ou texte rédigé, documents de synthèse). Un objectif de présentation publique est clairement défini par sa nature (bref exposé d'information, revue ou soutenance de projet, formation,...), son public et ses enjeux (groupe restreint de pairs, auditoire important, décideur ou évaluateur,...), sa durée ainsi que ses modalités possibles (support audio-visuel,...). Les moyens informatiques ou audio-visuels éventuellement requis pour préparer la présentation sont disponibles (logiciels de PAO, de présentation ; projecteur).	• Élaboration des supports de présentation adapté à l'objectif : <i>lisibles par tous les destinataires.</i> • Adéquation de la présentation à l'objectif énoncé : <i>aucun dépassement de durée, audition parfaite de l'auditoire.</i> • Qualité technique de la présentation (plan, maîtrise du sujet, ...) : <i>les idées fortes sont dégagées, les conclusions sont claires, l'essentiel du message est compris *.</i> • Qualité formelle de la présentation (clarté, dynamisme, exploitation des supports, ...) : <i>intérêt et écoute suivie de l'auditoire.</i> <i>* Mesurable par les questions posées par l'auditoire ou par restitution en quelques phrases.</i>

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP14 Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet	Un sujet de discussion technique, relatif à une étude en cours ou déjà effectuée, est parfaitement délimité. Les éléments et documents de référence éventuels sont disponibles. L'interlocuteur est parfaitement identifié (membre de l'équipe ou d'un service de l'entreprise, responsable hiérarchique, spécialiste, client, fournisseur).	• Écoute attentive de l'interlocuteur : <i>les points forts de l'argumentaire sont identifiés.</i> • Adaptation permanente de l'argumentaire au point de vue et aux arguments de l'interlocuteur. • Respect de l'interlocuteur : <i>aucune rupture de parole non justifiée, bonne foi et pertinence des arguments.</i> • Capacité à conclure : <i>un accord est obtenu ou les termes du désaccord identifiés.</i> • Maîtrise de soi : <i>aucun emportement injustifié.</i>

Contenus associés aux compétences C13-CP14 CP16 (idem CP11 - CP12)

- Techniques de la langue orale et écrite (voir enseignement de français).
- Revues de projet.
- Techniques de présentation des documents :
 - audio-visuelle
 - informatique : traitement de texte, DAO, PAO.

Niv.
2*
1
2
2
1

* Voir nota 1 page 4

Capacité: RÉALISER
Compétence professionnelle globale CP5 : Réaliser une opération technique sur un système automatisé

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP5 1 Réaliser une opération d'adaptation d'un élément opératif	Est défini un besoin d'adaptation * d'un élément mécanique existant, sans spécification dimensionnelle ou géométrique particulière, sur un matériau ne posant aucun problème particulier. Un dessin de définition de l'élément (éventuellement à main levée) est donné. Les outils et machines requis sont disponibles. * Opération élémentaire: d'usinage sur machine-outil d'atelier (perçage, fraisage, taraudage, tournage), de mise en forme (pliage sur gabarit) ou de renforcement (soudage - poste d'atelier -, collage d'un renfort).	• Définition succincte du mode opératoire et des contraintes à respecter (prise de pièce, mise en position relative outil-pièce . . .) : <i>expression écrite succincte, mais exacte, du mode opératoire.</i> • Réalisation de l'opération. • Définition de la procédure de contrôle de l'opération : <i>expression écrite succincte mais exacte de la procédure de contrôle.</i> • Contrôle de l'opération : <i>l'adaptation est certifiée conforme (dimension et géométrie).</i>

Contenus associés

Processus de fabrication de type unitaire
Travaux élémentaires en sécurité pour réalisation unitaire sur équipement d'atelier.
Techniques de mesure et de contrôle de réalisation unitaire.

Niv.
2*
2
2

* Voir nota 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP52 Réaliser les câblages et raccords des composants de commande	Un dossier de réalisation matérielle d'un sous-ensemble fonctionnel de la partie commande est fourni, comportant : — un cahier des charges de réalisation (nature du câblage, délimitation de l'opération, délais, ...); — un schéma de réalisation câblée, de puissance ou de commande, parfaitement documenté ; — un schéma d'implantation, sur platine ou en armoire ; — une nomenclature détaillée des éléments du schéma ; — tout ou partie du cahier de test unitaire du matériel en et hors armoire (caractéristiques contrôlées, protocoles d'essai ...). Un équipement partiellement câblé est fourni. Les composants de raccordements sont disponibles. Les outillages nécessaires sont disponibles. L'équipement à câbler est consacré.	• Vérification préalable de la consignation de l'équipement : <i>consignation notée.</i> • Sélection et préparation (repérage, regroupement) des composants de liaison : <i>aucune erreur de sélection ou de repérage, regroupements conformes et esthétiques.</i> • Définition succincte de la procédure de câblage : <i>réaction sommaire de la procédure, choix techniques et ordonnancement des opérations globalement cohérents.</i> • Réalisation du câblage : <i>le câblage est conforme, aucune altération de l'existant n'a été faite.</i> • Contrôle de conformité : <i>un procès-verbal de contrôle est établi.</i>

Contenus associés

Habilitation pour travaux de câblage et raccordements potentiellement dangereux.

Méthodes de câblage et de raccordement en sécurité des composants, constituants et réseaux industriels :

- principes et techniques de connectique dans les technologies électriques, pneumatiques, électroniques (identification, préparation, raccordement, isolement, regroupement, repérage, ..., des liaisons) ;
- ordonnancement des opérations pour les réalisations intégrant plusieurs technologies.

Technologie des composants industriels de connectique :

- connecteurs et raccords, borniers, ... industriels ;
- fils, câbles, tuyaux, liaisons, ... standardisés ;
- profilés, embases, racks, ... standardisés.

Tests statiques des connexions :

- tests mécaniques, électriques, d'étanchéité, ... ; moyens de tests statiques (contrôleurs, ...) ;
- techniques et procédures de contrôle et de conformité du câblage.

Niv.
2*
2
2
2
2
1
2
1

* Voir nota 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP53 Réaliser un module logiciel	Un dossier de réalisation d'un module logiciel est fourni, comportant : - un programme détaillé, dans un langage défini ; - une nomenclature détaillée des variables utilisées ; - une définition précise des relations du module à l'ensemble du logiciel de commande ; - tout ou partie du cahier de test unitaire du module. Sont fournis : - le constituant, tout ou partie du programme déjà implanté (le module à réaliser excepté), et ses moyens de programmation ; - un dossier technique documentaire (constituant, langage, essais) ; - un jeu de configuration de tests ou simulation du module ; - éventuellement, une assistance logicielle à la programmation ; - éventuellement, la réalisation du module sur un autre constituant.	• Caractérisation des variables : <i>toutes les variables et tous les bits internes sont identifiés et définis.</i> • Codage du module. • Définition succincte de la procédure de test du module : <i>les points-tests et les configurations principales de tests sont définies.</i> • Test unitaire-simulation du module : <i>les dysfonctionnements éventuels sont notés sur le procès-verbal de contrôle (configuration d'occurrence, effets sur le module, ...).</i> • Définition de la procédure d'intégration du module.

Contenus associés

- Définition et représentation des variables (types: sur bit, mot, ... ; identification adresse physique, mnémonique).
- Adaptation du codage aux spécificités du constituant (en fonction de l'analyse détaillée et du langage de programmation)
- Outils de développement et d'assistance à la programmation
- Consoles et boîtiers de programmation : mode d'introduction des programmes, fonctions éditeur interactives (visualisations, modifications, insertions,...), stockage et chargement des programmes.
- Outils de programmation automatique, de chargement automatique. (Ces outils seront présentés en fonction des moyens disponibles).
- Tests statiques du programme : outils de développement.
- Tests dynamiques du programme :
 - marche pas-à-pas, points-tests, arrêt sur instruction ;
 - observation dynamique du fonctionnement : outils d'analyse et de mise au point, visualisations ;
 - forçage, simulation (E/S, variables).
- Procédures d'intégration logicielle.

Niv.

2*

1

1

2

1

1

2

1

2

1

* Voir nota 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP54 Effectuer l'assemblage et l'intégration de constituants sous-systèmes	Un dossier d'intégration d'un sous-ensemble fonctionnel est fourni, comportant : — les plans d'ensemble et d'implantation de la PO et de la PC ; — les schémas et programmes de la PC, parfaitement documentés ; — la définition des procédures d'intégration et d'essais. Sont fournis : - l'ensemble des constituants à intégrer, en état ; - l'ensemble des procès-verbaux de contrôle des constituants ; - les moyens d'intégration et les documentations nécessaires.	• Assemblage, montage des éléments opératifs : <i>assemblage effectués, sans détérioration des éléments et des liaisons.</i> • Raccordements en énergie et entre constituants : <i>raccordements effectués.</i> • Assemblage des modules logiciels • Intégration de modules logiciels à un logiciel existant : <i>aucune altération de l'existant.</i> • Vérification de conformité des assemblages et des raccordements. • Contrôle de conformité des assemblages, des raccordements, des sous-ensembles opératifs et de commande : <i>les dysfonctionnements éventuels sont notés sur le procès-verbal d'intégration (nature, configuration d'occurrence, effets sur le sous-ensemble, ...) ; des mesures correctives sont éventuellement proposées.</i>

Contenus associés

- Techniques d'assemblage de composants et constituants industriels¹ :
 - éléments standardisés : châssis, glissières, paliers, profilés, armoires, racks, embases, borniers, boîtes à boutons ;
 - éléments d'assemblage et de fixation de composants et constituants mécaniques (visserie, . . .), pneumatique et hydrauliques (raccords industriels, ...) ;
 - procédés d'assemblage industriels.
- Techniques d'assemblage des modules logiciels.
- Techniques de mesurage et de contrôle :
 - de positionnement et d'alignement ;
 - de déplacement et de trajectoire ;
 - de durée.
- Méthodes d'assemblage et de réglage.

Niv.

2*

2

1

1

2

1

2

1

* Voir note 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP55 Effectuer les tests statiques et dynamiques de mise au point ou d'intégration de tout ou partie du système automatisé	Un dossier d'intégration d'un sous-système est fourni, comportant : — les plans d'ensemble et d'implantation de la PO ; — les schémas et programmes de la PC, parfaitement documentés ; — la définition des procédures d'intégration et d'essais ; — les cahiers de tests d'intégration du sous-système ; — tout ou partie du cahier de recette du sous-système. Sont fournis : - le sous-système à tester, en état ; - l'ensemble des moyens de tests et d'essais, l'ensemble des moyens de mesure requis.	• Validation partielle ou globale de la PO : <i>les éventuelles non-conformités et demande(s) de mise en conformité sont consignées.</i> • Validation des ensembles de contrôle-commande : <i>les éventuelles non-conformités sont consignées, des propositions de mise en conformité sont formulées, les demande(s) de mise en conformité sont rédigées.</i> • Validation de la capacité du procédé de commande (simulation de la PO) : <i>le procédé est validé ou les écarts identifiés et consignés</i> • Validation des procédures de sûreté : <i>les défauts de sûreté sont identifiés, toutes les demandes de mise en conformité sont rédigées.</i> • Mise à jour et/ou en conformité des dossiers d'intégration et d'exploitation-maintenance. • Procès verbaux de revue de faisabilité opérationnelle et de recette. • Sous-système en état de produire.

¹ Les connaissances et savoir-faire acquis en Terminale STI seront complétés en fonction des besoins.

Contenus associés

- Principes, méthodes, procédures et moyens d'essais et de mise au point des parties opératives :
 - principes et principaux moyens d'essai et de tests statiques et dynamiques ;
 - moyens de mesurage et de contrôle.
- Principes, méthodes, procédures et moyens de mise au point des parties commande :
 - tests statiques et dynamiques des circuits de puissance et de commande ;
 - outils de simulation.
- Principes, méthodes, procédures et moyens d'intégration des systèmes.
- Principes, méthodes et procédures de mise en cadence des systèmes.

Niv.

1*

1

2

1

2

1

* Voir nota 1 page 4

Capacité: **RÉALISER**Compétence professionnelle globale CP6 : **Élaborer / mettre à jour un dossier relatif à un système automatisé de Production**

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP61 Élaborer ou mettre à jour un dossier de conception, de réalisation, de test ou d'intégration relatif à un système automatisé de production	Un ensemble de documents et fichiers (plans, notices, notes de calcul, tableaux de données ou résultats, comptes rendus, documentations, fiches, ... fichiers, copies d'écran, ...) est disponible. Un objectif de constitution et la nature du dossier sont précisés (revue de projet, soutenance,...). Des logiciels de présentation (DAO; traitement de texte, PAO - avec correcteurs -, ...) sont disponibles. Un modèle de présentation est éventuellement fourni pour tout ou partie des différents documents attendus. Des dossiers modèles sont éventuellement disponibles.	• Définition d'un plan d'organisation générale du dossier : <i>le plan est cohérent avec l'objectif et l'ensemble de documents.</i> • Synthèse, mise en forme et structuration des documents disponibles en « documents dossier » : - chaque "document dossier" comporte une introduction et une conclusion, a un contenu conforme à l'original, est correct sur le plan grammatical ; - respect des modèles imposés. • Présentation du dossier : <i>présence d'un sommaire et d'un index, présentation agréable.</i> Mise à jour effectuée en conformité.

Contenus associés (voir aussi CP12)

Techniques élémentaires d'organisation documentaire

Techniques de présentation des documents (voir CP12)

Niv.

1*

1

* Voir nota 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP62 Élaborer ou mettre à jour tout ou partie d'un dossier d'exploitation-maintenance	Les dossiers et fichiers de conception et de réalisation d'un système automatisé sont fournis. Un besoin d'exploitation-maintenance est clairement défini (organisation opérationnelle de l'exploitation-maintenance : nombre et qualification des personnels, définition précise et répartition des tâches d'exploitation et/ou de maintenance, habilitation(s), sous-traitance éventuelle, ...). Le(s) critère(s) de structuration du dossier (par sous-ensembles fonctionnels, entités organiques - PO, puissance, commande -, tâches intervenant, habilitations, ...) sont définis. Les normes et recommandations de sécurité relatives à l'intervention sur ce type de système sont fournies. Les destinataires du dossier sont consultables. Des logiciels de présentation (DAO, traitement de texte, PAO, avec correcteurs,...) sont disponibles. Un dossier modèle, ou un, ou plusieurs, modèle(s) de présentation de document(s), sont disponibles.	• Découpage du dossier en fonction du (ou des) critère(s) fourni(s) : <i>cohérence du découpage vis-à-vis des critères.</i> • Description des procédures opératoires ou d'intervention en toute sûreté : - <i>chaque procédure est cohérente avec le fonctionnement du processus et l'habilitation du personnel, s'effectue en toute sécurité,</i> - <i>chaque disposition ou procédure de sécurité est clairement expliquée et justifiée, les risques prévenus ; les risques résiduels éventuels, les risques potentiels en cas de contournement des dispositions de sécurité matérielles et logicielles, sont explicitement énoncés.</i> • Présentation du dossier : <i>toutes les références croisées nécessaires entre parties du dossier sont présentes, forme de présentation (texte, schémas, croquis) adaptée au besoin.</i>

Contenus associés (voir aussi CP12)

Sécurité des personnes lors de procédures d'exploitation et de maintenance (normes applicatives de l'EN 292).

Technique de références croisées entre documents liés.

Niv.

2*

2

* Voir nota 1 page 4

Capacité : **ORGANISER**

Compétence professionnelle globale CP7 : **Gérer la réalisation ou l'exploitation d'un système automatisé**

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP7 1 Conduire la réalisation de tout ou partie du système	Un dossier de réalisation d'un sous-ensemble fonctionnel est fourni, comportant : — l'ensemble des documents de réalisation, — le planning d'ordonnancement. Des objectifs de délais sont imposés. Des standards de documents sont imposés.	• Établissement des cahiers des charges de consultation, d'appel d'offre, de sous-traitance, ... : <i>le besoin est parfaitement spécifié (performances, coûts, délais).</i> • Élaboration des documents de commande, de fabrication : <i>les documents, réalisés en autonomie, sont parfaitement conformes.</i> • Lancement de fabrication : <i>les dates au plus tard sont respectées.</i> • Suivi et réception des commandes et des productions : <i>toutes les commandes sont réceptionnées, toutes les non-conformités sont identifiées et consignées (PV de réception).</i> • Suivi de la réalisation : <i>défauts et dysfonctionnements tous identifiés et consignés; opportunité et justesse des mesures correctives proposées.</i> • Suivi de l'échéancier : <i>respect des dates clés, opportunité des décisions d'adaptation.</i> • Suivi des coûts : <i>les dépassements sont repérés.</i>

Contenus associés

	Niv.
• Gestion de projet ¹ :	
— objectifs économiques, d'échéancier et de performances (prévisions, indicateurs, tableaux de bord, Pert, Gantt, courbes, ...);	2*
— organisation et planification du travail d'équipe (outils graphiques, tableaux et/ou logiciels de gestion de projet);	1
— gestion des ressources matérielles et intégration des contraintes liées à des interventions de sous-traitance.	1
• Eléments de comptabilité analytique :	
— catégories de charges: directes (matières premières, main d'œuvre...) et indirectes ;	1
— coûts des composants: d'achat, de production, de distribution ;	2
— coût de revient (démarche).	1
• Documents commerciaux :	
— appels d'offre (clauses, réglementation des marchés) ;	1
— bon de commande ;	2
— bon de livraison.	2
• Documents de fabrication et/ou de produits fabriqués :	
— bon composant, bon de travail, ... ;	2
— fiche de lancement, fiche de contrôle, fiche suiveuse, ...	2

* Voir nota 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP73 Optimiser les moyens et procédures de contrôle-commande	Est donné, pour un système automatisé de production en exploitation : — l'expression d'un besoin d'optimisation pour l'exploitation ou la maintenance (optimisation d'un critère de performance: cadence, disponibilité opérationnelle, fréquence d'intervention,... ; optimisation d'une fonction de commande : régulation, commande d'axe, coordination, ... ; optimisation d'une fonction de sécurité, du dialogue d'exploitation maintenance (acquisition de données, supervision,...), de la maintenance préventive ou prédictive ... — un bilan du fonctionnement actuel du système (tableaux de bord, observations, analyse des dysfonctionnements éventuels, état des maintenances, ...). Les intervenants actuels sont consultables. Tout ou partie des dossiers de conception, de réalisation et d'exploitation-maintenance du système automatisé sont disponibles.	• Définition explicite de l'optimisation ; <i>rédaction d'un cahier des charges d'optimisation (éventuellement sommaire)</i>. • Conception de l'optimisation : <i>conception conforme au cahier des charges.</i> • Réalisation de l'optimisation : <i>réalisation conforme aux documents de conception, respect des contraintes (non arrêt de l'exploitation, délais,...), aucune détérioration de l'existant.</i> • Validation de l'optimisation : <i>conformité au CdC</i> • Mise à jour du dossier d'exploitation maintenance, et éventuellement des dossiers de conception et de réalisation.

¹ L'accent sera mis sur l'interdépendance des contraintes techniques, économiques et d'échéancier.

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP74 Gérer une évolution d'un système automatisé	Est donné, pour un système automatisé de production existant : — soit un avenant au CdCF précisant une évolution du système (évolution d'un critère de performance: cadence disponibilité opérationnelle, fréquence d'intervention,... évolution d'une fonction de dialogue-communication nouveau terminal, connexion à un réseau, supervision prise d'informations ; une évolution technique: nouveau constituant,...) et les contraintes associées (coût, délais, durée maximale d'intégration, ... ; — soit un bilan du fonctionnement du système (tableaux de bord, observations, analyse des dysfonctionnements éventuels, état des maintenances, éventuellement sous forme d'Amdec, ...). Les intervenants actuels sont consultables. Tout ou partie des dossiers de conception, de réalisation et d'exploitation-maintenance du système automatisé sont disponibles.	• Définition explicite du besoin d'évolution ; <i>réalisation éventuelle du cahier des charges de l'évolution (avenant au CdCF).</i> • Conception de l'évolution : <i>conception conforme au CdCF, validée par un PV de revue de projet.</i> • Réalisation de l'évolution: réalisation conforme au dossier de conception, validée par une revue de projet. • Intégration de l'évolution : <i>respect des contraintes (délais,...), aucune détérioration de l'existant.</i> • Recette de l'intégration : <i>l'évolution est validée; réalisation éventuelle d'une Amdec processus.</i> • Mise à jour des dossiers de conception, de réalisation et d'exploitation-maintenance. • Formation éventuelle des intervenants.

Unité U62 - Spécification et conception générale d'un système automatisé de production et de sa partie opérative

(épreuve professionnelle de synthèse)

Cette unité U62 associe trois domaines de capacités et de compétences professionnelles.

Communiquer	S'informer Inform Animer	CP1	<i>S'exprimer sur une problématique professionnelle</i>
		CP11	Rechercher une information
		CP12	Analyser, organiser, synthétiser des informations
		CP13	Présenter un travail personnel ou d'équipe
		CP14	Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet
		CP15	Préparer et animer une réunion de travail
Analyser	Analyser Spécifier	CP2	<i>Analyser tout ou partie d'un système de production automatisé</i>
		CP21	Analyser un besoin de production automatisé (voir CP11)
		CP22	Spécifier tout ou partie d'un système (voir CP12)
		CP23	Analyser une solution technique existante
Concevoir	Imaginer	CP3	<i>Concevoir la partie opérative d'un système automatisé</i>
		CP31	Imaginer une solution technique opérative

• **Cahier des charges de certification de l'unité U6.2** (compétences, critères et niveau de performances) et contenus associés

Capacité : **COMMUNIQUER**

Compétence professionnelle globale CP1 : ***S'exprimer sur une problématique professionnelle***

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP11 Rechercher une information	1 - Le besoin d'information, relatif à un projet de système automatisé en cours, est formulé explicitement¹ (données techniques, scientifiques ou économiques, solutions, ...). Les sources potentielles d'information sont identifiées et accessibles² : rapports et synthèses, revues, ouvrages, documentations, bases de données, interviews, ...	• Obtention de l'information : <i>l'information est actuelle, la (ou les) source(s) est précisément identifiée, aucune source notoirement connue n'a été omise, les recoupements ou divergences éventuels en cas de sources multiples sont clairement formulés, le niveau de fiabilité de l'information est estimé.</i> • Traçabilité détaillée du processus de recherche (chronologie, courriers, notes de lecture, comptes rendus d'entretiens, ...). • Caractérisation de l'information et de ses sources en vue d'archivage. Éventuellement : — rédaction d'une note de synthèse ; — identification d'un besoin d'extension de la recherche.
	2 - Le besoin d'information est informel, relevant de la veille technologique. La découverte de l'information exploitable est contextuelle, non programmable. Les sources potentielles d'information sont diversifiées et ouvertes.	• Association de l'information à une problématique en cours ou future : la relation entre l'information et ses implications est cohérente, l'intérêt à court terme de l'information est bien identifié. • Identification et caractérisation de la source. • Rédaction sous forme de note des implications potentielles de l'information.

¹ Le besoin est énoncé par un responsable du projet (industriel, membre de l'équipe pédagogique) ou par l'étudiant (résultant de l'état de l'avancement du projet).

² La recherche de l'information nécessite des échanges de courrier, des consultations de documents ou des entretiens.

Contenus associés

- Les sources d'informations sur les entreprises et les techniques: édition technique (ouvrages et revues ¹), édition d'entreprise (documentations revues internes, rapports et synthèses, . . .), centres nationaux de documentation et d'information (INPI, AFNOR, Documentation française,...), bases de données informatiques et télématiques, centres et instituts techniques ou universitaires, bibliothèques et médiathèques, archives, salons et expositions, spécialistes industriels et universitaires, . . .
- Techniques et outils documentaires usuels. Techniques de recherche d'informations.
- Techniques d'interview et de consultation ².

Niv.

2*

2

1

* Voir nota 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP12 Analyser, organiser, synthétiser des informations	1- Un ensemble de supports d'informations est disponible, ou fourni, sur un sujet délimité en relation avec une étude en cours (documentations, extraits de presse ou d'ouvrages, dossier ou rapport, comptes rendus d'entretiens, audio-visuels, ...). Un objectif d'organisation est clairement défini en vue d'un archivage matériel ou logiciel (base documentaire, base de données, ...). Les principes d'organisation ou de codage de la base sont connus et précisément définis. Les moyens informatiques éventuellement requis sont disponibles (scanner, logiciel de gestion de base de données, tableur, ...).	• Identification des informations clés de chaque support: la (ou les) information(s) primaire(s) est identifiée, 80 % des informations clés sont identifiées. - Caractérisation des informations clés dans la logique de la base: le codage et le rangement de toutes les informations identifiées sont exacts. - Mise à jour de la base de données ou de documents: sans erreur et sans modification intempestive de l'existant.
	2 - Un ensemble de supports d'informations est retenu, ou fourni, sur un sujet parfaitement délimité, en relation directe avec une étude en cours ou déjà effectuée (documentations, extraits de presse ou d'ouvrages, dossier ou rapport, comptes rendus d'entretiens, audio-visuels, ...). Un objectif de synthèse est clairement défini par son sujet, sa forme (note, exposé, compte rendu, rapport : de stage, de projet, ...), son destinataire (membre de l'équipe, groupe) et son échéancier. Les moyens informatiques ou audio-visuels éventuellement requis sont disponibles (logiciels de PAO ou de présentation ; projecteur, ...).	• Identification précise des éléments d'information des supports en relation avec le sujet: différenciation nette entre l'essentiel et l'accessoire. • Hiérarchisation et logique de structuration des informations de la synthèse: plan cohérent avec le sujet et le développement • Respect des délais: aucun dépassement non négocié. • Adéquation de l'expression synthétique à la forme imposée et au destinataire: précision du vocabulaire, orthographe quasi parfaite. • Qualité et clarté de la présentation.
CP13 ³ Présenter un travail personnel ou d'équipe	Voir U61 page 29	
CP14 Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet	Voir U61 page 30	

¹ La connaissance des principales revues techniques industrielles françaises, ainsi que des revues plus spécialisées dans le domaine des automatismes fait partie du socle de connaissances exigibles.

² Ces contenus, associés essentiellement aux enseignements de français et de langues, feront l'objet de compléments spécifiques en tant que de besoin. Ils feront l'objet d'activités pratiques, individuelles et/ou collectives, menées à l'occasion de visites de centres documentaires, de salons.

³ Les compétences CP13 et CP14 sont des transversales et sont donc développées à l'occasion de tous les enseignements professionnels. Leur évaluation a lieu sur plusieurs sujets techniques correspondant aux unités de l'épreuve professionnelle de synthèse

CP15 Préparer et animer une réunion de travail	Les objectifs, l'ordre du jour et les contraintes (lieu, durée) d'une réunion de travail sont clairement définis. Les participants sont parfaitement identifiés (membres de l'équipe ou d'un service de l'entreprise, responsable hiérarchique, spécialiste, client, fournisseur). Les moyens de communication et d'animation (audio-visuel local ou à distance, logiciels de présentation, reprographie...) sont disponibles.	• Organisation-planification de la réunion (accueil, planning, documents, mise en place des moyens). • Élaboration d'un canevas de réunion: énoncé des points-clés à traiter. • Maîtrise du déroulement de la réunion : respect de l'ordre du jour, synthèses intermédiaires, contrôle des conflits... • Capacité à conclure: une décision est prise, une synthèse est faite. • Rédaction d'un compte rendu synthétique.
---	---	--

Contenus associés aux compétences CP12 à CP15 (voir U61 p30)

Capacité : ANALYSER
Compétence professionnelle globale CP2 : Analyser tout ou partie d'un système de production automatisée

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP21 Analyser un besoin de production automatisé (voir CP11)	Le besoin d'évolution d'un système existant est formulé ou identifié. Les objectifs prévisionnels de l'entreprise sont connus et clairement définis. Le bilan de l'existant est effectué précisément. Les niveaux d'intervention et de responsabilité des différents acteurs sont clairement identifiés. Les systèmes similaires éventuels, existants ou en développement, sont identifiés.	• Recensement exhaustif et hiérarchisé des attentes, des objectifs et des contraintes des intervenants et responsables concernés. • Formulation écrite de l'expression du besoin, validée par l'ensemble des personnes concernées.

Contenus associés

- Expression fonctionnelle du besoin (NF 50-151 à 153) :
 - objectifs de l'entreprise, du SAP (composantes de la compétitivité : coûts, qualité, innovation, disponibilité, sûreté de fonctionnement, ...) ;
 - cycle de vie d'un système; les acteurs de l'exploitation, de la conception-réalisation d'un système ;
 - spécification du besoin des acteurs : les vues d'un SAP; points de vue ;
 - besoins, risques, contraintes ;
 - spécifications générales, spécifications particulières d'un équipement de production automatisée.

Niv.

2*

2

2

1

1

* Voir nota 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP22 Spécifier tout ou partie d'un système (voir CP12)	Une expression fonctionnelle du besoin d'évolution ou de création d'un SAP est donnée (comptes rendus d'entretiens, documents de synthèse, ...). Les fonctions du système sont identifiées et listées. Les spécifications générales des CdCF de l'entreprise sont données. Un cadre d'expression formelle de cahier des charges est donné, éventuellement sous forme logicielle.	• Caractérisation détaillée de l'expression du besoin en termes de contraintes et de critères des fonctions du SAP : <i>toutes les spécifications sont affectées à une fonction, toutes les fonctions sont critériées, chaque critère est, au moins, défini par un niveau.</i> • Exhaustivité de la transcription : <i>aucune spécification n'est omise.</i> • Respect du formalisme imposé.

Contenus associés

- Cahier des charges fonctionnel (CdCF : normes NF 50-150 à 153).
Fonctions. Critères : désignation, niveau, flexibilité.
Coût prévisionnel. Échéancier. Planning des activités.
Cahiers des charges de consultation, de prestation.
- Recherche et identification des fonctions : méthodes et outils associés (APTE).
- Analyse de la valeur.
- Modélisation des systèmes et des équipements de production :
 - typologie des fonctions et des tâches : tâches opératives, tâches informationnelles, tâches d'exploitation ;
 - modèles de représentation topofonctionnelle : FAST, blocs-fonctions et boîtes fonctionnelles, ... ;
 - modèles de représentation chronofonctionnelle : GRAFCET, GEMMA, Gantt.
- Aides informatiques

Niv.

2*

2

1

2

1

2

2

2

1

* Voir nota 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP23 Analyser une solution technique existante	Tout ou partie d'une solution (solution technique de la PO ou de la PC, présente sur un système existant ou proposée pour un futur système, projet de solution ou solution constructeur, ...) est fournie sous forme d'un ensemble de supports d'informations (documentations, dossier, rapport, ...). L'ensemble des éléments nécessaires à la compréhension des choix est défini (éléments de cahier des charges, de notes de calculs, de coûts, de résultats expérimentaux, ...). Un objectif d'analyse est clairement précisé (caractéristique ou performance technique, bilan économique, représentation du fonctionnement, procédure de réalisation, comparaison à une autre solution, ...). Des contraintes (délai, méthode ou technique d'analyse, outil de représentation, ...) sont éventuellement imposées.	• Résultat d'analyse conforme à l'objectif, dans le respect des contraintes. • Identification des points-clés de la solution : <i>aucun point essentiel n'est omis.</i> • Expression précise des hypothèses éventuellement effectuées : <i>cohérence des hypothèses avec les données disponibles.</i> • Traçabilité de la démarche d'analyse : <i>les différentes étapes sont indiquées, les choix possibles sont signalés, les décisions sont commentées.</i> • Rédaction d'un compte rendu d'analyse. • Respect de la (ou des) contrainte(s) éventuellement imposée(s).

Contenus associés

- Méthodes et outils d'analyses productique, technologique et procédurale : méthodes et outils d'analyse fonctionnelle : voir § ci-dessus ;
 - méthodes et outils d'analyse organique¹ : schémas d'architecture système (en sous-ensembles fonctionnels, chaînes fonctionnelles, constituants, ...) ; schémas d'architecture mécanique, schéma cinématique, graphe de liaisons, dessin technique en 2D et 3D (éclatés, perspectives) ; schémas d'architecture de contrôle-commande (synoptiques, vues fonctionnelles, pupitres et tableaux, boîtes fonctionnelles, ...) ; schémas technologiques normalisés : électriques, électroniques, pneumatiques, hydrauliques, ... ;
 - techniques pratiques d'analyse : méthode interrogative, diagramme cause-effet, diagramme de Pareto ;
 - méthodes et outils d'analyse procédurale : chronogramme, GRAFCET, algorithme, description des modes de production et d'exploitation, ... ;
 - méthodes et outils d'analyse des risques produit et/ou système : matrice de criticité, analyse préliminaire des risques, AMDEC produit et/ou AMDEC fonctions et/ou AMDEC processus ;
 - méthodes et outils d'évaluation des coûts.
- Aides informatiques : logiciels généraux (tableurs, éditeur de texte) et spécifiques.

Niv.

Voir le tableau détaillé ci-après

1*

* Voir nota 1 page 4

¹ Dans le cadre de l'analyse des systèmes, on mettra notamment l'accent sur les principales caractéristiques des solutions constructives d'un point de vue technique (performances), économique (coûts) et opérationnelles (montage et implantation, maintenance, durée de vie).

Indication du niveau de compétence vis à vis des outils d'analyse (et de conception)

Une échelle à deux niveaux de performance est retenue :

- niveau 2 : maîtrise globale de l'outil (capacité de type « auteur »);
- niveau 1 : exploitant d'une description (capacité de type « acteur, utilisateur, lecteur » : comprendre, interpréter, exploiter).

Outil	Niveau	
	1	2
CdCF		
APTE		
FAST		
Blocs-fonctions		
Boîtes fonctionnelles		
SADT		
GRAFCET		
GEMMA		

Outil	Niveau	
	1	2
Schéma d'architecture		
Schéma cinématique		
Graphe de liaisons		
Dessin technique 2D		
Dessin en perspective		
Schémas électriques		
Schémas pneumatiques		

Outil	Niveau	
	1	2
Schémas électroniques		
Chronogramme		
Algorithme		
AMDEC		
Évaluation des coûts		
Diagramme cause-effet		
Diagramme de Pareto		

Capacité : **CONCEVOIR**

Compétence professionnelle globale CP3 : Concevoir la partie opérative d'un système automatisé

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP31 Imaginer une solution technique opérative	Un cahier des charges partiel relatif à un sous-ensemble fonctionnel est fourni, comportant : — la (ou les) fonction(s) à assurer pour tout ou partie, et leurs critères d'appréciation ; — les contraintes liées aux éléments existants ; — les résultats de prédéterminations éventuelles. Des éléments technico-économiques relatifs à des solutions homologues existantes sont disponibles sous forme de dossiers, de documents constructeurs, ... Des choix de composants et des caractéristiques dimensionnelles sont éventuellement précisés.	• Définition technologique et dimensionnelle à main levée de solution(s) : <i>satisfaisant l'ensemble des fonctions spécifiées, aucune ambiguïté dans la représentation.</i> • Respect de l'ensemble des critères d'évaluation spécifiés, ou, à défaut, justification précise quant aux critères non respectés. • Expression des points-clés quant à la faisabilité des solutions, notamment du point de vue de la cohérence avec les choix de commande.

Contenus associés

- Méthodes d'approche progressive des spécifications et de conception générale de la partie opérative :
 - définition des limites de la prestation de l'automaticien (frontière PO-PC) ;
 - exploitation du cahier des charges fonctionnel du système automatisé ;
 - hiérarchisation des fonctions (fonctions de service et fonctions techniques) ;
 - découpage en sous-ensembles et en chaînes fonctionnelles.
 - Brevets et protection industrielle.
 - État de l'art de l'existant¹.
 - Techniques de créativité ; techniques de transférabilité.
 - Principes généraux de conception des équipements unitaires et semi-unitaires : modularité, genericité et standardisation, maintenabilité, sûreté de fonctionnement.
 - Typologie des solutions et constituants industriels associés aux principales fonctions opératives (alimenter, transférer/déplacer, positionner, maintenir, grouper/dégrouper, assembler, stocker, contrôler. . .) et fonctions techniques des parties opératives (motoriser, adapter le mouvement, guider en translation ou en rotation, accoupler, embrayer/accoupler, ...).
- Arbres de solutions. Limites et performances des principales solutions constructives.

Niv.

2*
2
2
2
1
1
1*
2
2
2

* Voir nota 1 page 4

¹ On insistera sur la démarche permettant de faire cet état et l'on l'appliquera à quelques fonctions techniques (voir aussi CP 11 et CP 12).

Contenus associés

- Sûreté de fonctionnement machines et équipements (voir aussi compétence CP41) :
 - concepts de base, normalisation : normes EN292 et satellites (notamment EN 614-1 : Principes ergonomiques de conception des machines ; EN 1050 : Appréciation du risque ; EN 99g : positionnement des dispositifs de protection) ;
 - typologie des risques liés aux parties opératives ;
 - principes d'obtention hiérarchisée de la sûreté de fonctionnement (méthode des trois étapes de l'EN292) : par prévention intrinsèque (élimination d'une cause première, éloignement, exclusion mutuelle en zone dangereuse, tolérance à la faute, redondance, comportement orienté), par dispositions de mise en sécurité, par protection, par instructions ;
 - démarche d'obtention de la sûreté par points de vue successifs ;
 - typologie de solutions de sécurité des personnes, des biens et de l'environnement : enceintes, protecteurs fixes ou amovibles (EN 953), portillons d'accès, détecteurs de sécurité, dispositifs sensibles (cellules, tapis, . . .), dispositifs de verrouillage et d'interverrouillage (EN 1088), bloqueurs et verrous, chasse-corps, . . .
- Ergonomie de conception des équipements pour l'exploitation et la maintenance :
 - principaux facteurs influents, facteurs humains ; principes ergonomiques généraux (postures, efforts admissibles) ;
 - techniques pratiques ergonomiques de conception des postes de travail et des parties opératives.
- Procédés et matériaux industriels pour constructions unitaires.
- Critères de choix techniques. Tableaux de décision multicritères.
- Représentation graphique des solutions opératives : croquis et schéma, perspectives et dessin à main levée. Règles d'exécution des schémas.

Niv.

2

2

2

1

1

1

2

2

2

2

* Voir nota 1 page 4

Unité U63

- Connaissance professionnelle de l'entreprise
- Exploitation d'un système automatisé de production

(épreuve professionnelle de synthèse)

Cette unité U63 est associée aux compétences professionnelles CP1 « S'exprimer sur une problématique professionnelle » et CP7 « Gérer la réalisation et l'exploitation d'un système automatisé ».

Communiquer	S'informer Inform Conseiller Encadrer	CP1	S'exprimer sur une problématique professionnelle
		CP11	Rechercher une information
		CP12	Analyser, organiser, synthétiser des informations
		CP13	Présenter un travail personnel ou d'équipe
		CP14	Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet
		CP16	Conseiller, assister, transmettre un savoir-faire
Analyser	Analyser Spécifier	CP2	Analyser tout ou partie d'un système de production automatisé
		CP21	Analyser un besoin de production automatisé (voir CP11)
		CP22	Spécifier tout ou partie d'un système (voir CP12)
		CP23	Analyser une solution technique existante
Organiser	Exploiter	CP7	Gérer la réalisation ou l'exploitation d'un système automatisé
		CP72	Exploiter un SAP en situation industrielle de production
		CP75	Participer à la vie de l'entreprise

Capacité : **COMMUNIQUER****Compétence professionnelle globale CP1 : S'exprimer sur une problématique professionnelle**

Compétence comp osante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP11 Rechercher une information	Voir U62 page 38	
CP12 Analyser, organiser, synthétiser des informations	Voir U62 page 39	
CP13 ¹ Présenter un travail personnel ou d'équipe	Voir U61 page 29	
CP14 Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet	Voir U61 page 30	
CP16 Conseiller, assister, transmettre un savoir-faire	Un besoin d'assistance est formulé par une personne en entreprise, par autre étudiant ou par un élève. Les connaissances et savoir-faire requis sont maîtrisés. Les documents et moyens nécessaires sont disponibles.	• La personne est satisfaite de l'assistance apportée.

Contenus associés aux compétences CP13, CP14 et CP16 ; voir U61 p30.

¹ Les compétences CP13 et CP14 sont des transversales et sont donc développées à l'occasion de tous les enseignements professionnels. Leur évaluation s'effectue sur plusieurs sujets techniques correspondant aux unités de l'épreuve professionnelle de synthèse

Capacité : **ANALYSER****Compétence professionnelle globale CP2** : Analyser tout ou partie d'un système de production automatisée

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP21 Analyser un besoin de production automatisé (voir CP11)	Voir U62 page 40	
CP22 Spécifier tout ou partie d'un système (voir CP12)	Voir U62 page 40	
CP23 Analyser une solution technique existante	Voir U62 page 41	

Contenus associés aux compétences CP21 à CP23 : Voir U62 pages 40 et 41.Capacité : **ORGANISER****Compétence professionnelle globale CP7** : Gérer la réalisation ou l'exploitation d'un système automatisé

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP72 Exploiter un SAP en situation industrielle de production	En entreprise. Sur un système (poste, machine, ligne) en état d'exploitation normale de production. L'ensemble des dossiers existants d'exploitation du système sont disponibles.	• Description précise des tâches effectuées par le système : <i>qualité synthétique de la description du système.</i> • Conduite-pilotage du système en situation de production : <i>aucune action intempestive mettant en jeu la sécurité ou l'intégrité du système, respect des procédures de conduite, vérification de la mise en œuvre effective des dispositions et procédures de sécurité.</i> • Élaboration d'un Gemma ou validation d'un Gemma donné : <i>recensement exhaustif et respect des modes de fonctionnement du système.</i> • Description d'une situation réelle de production et son expression en termes de résultats économiques (coûts, disponibilité, ...) : <i>fidélité de la description, qualité de la description synthétique des observations chiffrées sur le système.</i> • Proposition éventuelle d'amélioration, suite à un dysfonctionnement observé : <i>élaboration de tout ou partie d'une Amdec processus.</i>

Contenus associés

- Modes de marche et modes de fonctionnement des systèmes de production.
- Techniques d'observation des systèmes en production.
- Indicateurs de production et d'exploitation.
- AMDEC processus.

Niv.
2*
1
1
1

* Voir nota 1 page 4

Compétence composante	Conditions de réalisation	Critère(s) et niveau(x) de performance
CP75 Participer à la vie	Stage en entreprise	• Connaissance de l'organisation de l'entreprise de stage : <i>l'organisation (au moins pour partie), le marché de l'en-</i>

en entr eprise		<i>treprise et son positionnement, la politique de production, sont dégagés et co mme ntés.</i> • Connaissance de la vie de l'entreprise de stage : <i>l'organisation des relations collectives et personnelles, les instances de représentations, sont commentées en référence au droit du travail.</i> • Contenu et qualité de présentation du rapport du rapport de stage : <i>lisible et accepté par tous les dest inataires.</i>
----------------	--	---

Contenus associés de l'enseignement de gestion et vie des entreprises associé à la compétence CP75 ¹.

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 ;
- mise en place d'une organisation et prise en compte des interdépendances des diff érentes fonctions ;
- relations avec l'environnement : rapports avec les administrations et les organismes profe ssionnels.

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 industrielles.

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 ; établissement 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 : notion de bilan et de compte de résu ltat.

4 - Le cadre juridique

4.1 - Notions de droit civil, commercial et fiscal :

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

4.2 - 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, conditions de travail, congés, C.H.S.C.T., 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.

5 - Traitement de l'information dans le cadre des activités productives

¹ L'objectif de l'initiation à la gestion des entreprises dans les sections de techniciens supérieurs Mécanique et automatismes industriels est de faire acquérir aux étudiants les connaissances suffisantes pour situer l'entreprise dans la vie économique, pour en comprendre la structure et le fonctionnement, pour déceler et participer à la résolution des problèmes de gestion qui se posent à eux dans l'exercice de leur activité, pour permettre à certains d'entre eux d'envisager la création de leur propre entreprise.

Le programme d'initiation à la gestion des entreprises est constitué de thèmes ne recouvrant pas forcément l'ensemble de l'activité de l'entreprise, mais devant intéresser plus particulièrement des techniciens du secteur industriel. Ces thèmes seront étudiés en prenant en considération chaque fois que cela est possible les travaux réels réalisés par la section.

5.1 - Notions relatives aux outils d'aide à la décision.

5.2 - Opérations sur fichiers (manuels ou informatiques).

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

5.4 - La communication professionnelle.

5.5 - Logiciels de traitement de texte, gestionnaire de base de données, tableurs.

5.6 - Méthodes et outils de la planification.

ANNEXE II

STAGE EN MILIEU PROFESSIONNEL

STAGE EN MILIEU PROFESSIONNEL

OBJECTIFS ET FINALITÉS DU STAGE EN MILIEU PROFESSIONNEL

Tous les candidats préparant un brevet de technicien supérieur Mécanique et Automatismes Industriels doivent avoir accompli, pour une durée minimale de six semaines, une, ou plusieurs période(s) l'activités en entreprise (stage effectué d'un seul tenant dans une même entreprise, ou périodes fractionnées, dans une ou plusieurs entreprises).

Dans tous les cas, une phase d'une durée d'au moins deux semaines doit avoir été consacrée à des activités d'exploitation de système industriel en production; les autres activités peuvent être, selon les entreprises et les périodes, soit des activités de conception de systèmes automatisés, soit des activités sur systèmes automatisés (intégration, exploitation, réalisation, éventuellement participation à la maintenance).

- **Objectifs du stage en milieu professionnel**

Le stage en milieu professionnel répond à deux finalités distinctes:

- Connaissance de la Vie de l'entreprise

Cette finalité correspond à un stage en milieu industriel, avec pour objectifs de :

- conduire à une connaissance de l'entreprise afin d'en :
 - saisir les données constitutives ;
 - comprendre le fonctionnement, dans ses aspects techniques, ses savoir-faire et son organisation ;
- permettre d'exercer des activités de conception, de réalisation, d'intégration ou d'exploitation sur système(s) automatisé(s) en production.

- Exploitation de système

La définition de l'épreuve professionnelle de synthèse implique que tout candidat ait effectué, en entreprise, une période d'activité d'exploitation sur système automatisé en production, d'une durée minimale de deux semaines (10 jours ouvrés).

Cette activité d'exploitation de système réel en état de production a pour objectifs :

- une définition précise des tâches effectuées sur le système ;
- la conduite pilotage d'un système en situation de production ;
- la description fidèle d'une situation réelle de production, et son expression en termes de résultats économiques (disponibilité, coûts,...) ;
- éventuellement, une proposition d'amélioration à un dysfonctionnement observé.

Le candidat formalisera le bilan de cette activité par un ensemble de documents succincts :

- un document synthétique¹ général de description du système support ;
- un GEMMA (ou une autre expression formalisée) des modes de marche et d'arrêt de la machine ;
- un document de synthèse chiffrée des observations sur le système ;
- un historique des dysfonctionnements et des interventions sur le système, comportant une interprétation des causes, les effets sur la production, sur la disponibilité ou la sécurité, et autant que possible une caractérisation des actions de maintenance effectuées.

¹ Un modèle académique de ce document est fourni au candidat.

- **Durée du stage en milieu professionnel**

Durée normale	au moins 6 semaines, dont 2 en activité d'exploitation sur système automatisé de production
Durée minimale exigée en formation continue dans le cas d'une décision de positionnement	4 semaines, dont 2 en activité d'exploitation sur système automatisé de production
Durée minimum exigée dans le cadre d'une formation aménagée	4 semaines, dont 2 en activité d'exploitation sur système automatisé de production

MODALITÉS D'ORGANISATION

- **Candidats en formation scolaire ou en formation continue**
(soit en situation de première formation, soit en situation de reconversion)

Les périodes de stage en milieu professionnel sont organisées par l'établissement fréquenté par l'étudiant et l'entreprise, ou les entreprises, d'accueil. Les conventions de stage devront être établies conformément aux dispositions en vigueur (circulaires des 30 octobre 1959, B.O.E.N. n° 24 du 14 décembre 1959 et 26 mars 1970, B.O.E.N. n° 17 du 23 avril 1970).

Pendant chaque période, le candidat a obligatoirement la qualité d'étudiant stagiaire et non celle de salarié. En fin de chaque période, un certificat lui est remis par le responsable de l'entreprise ou son représentant, attestant sa présence.

Un candidat qui, pour une raison de force majeure dûment constatée, n'a effectué qu'une partie de la durée obligatoire de six semaines peut, dans certaines conditions ¹, être autorisé par le recteur à se présenter à l'examen. Le jury est informé de la situation de ce candidat.

Deux phases de stage doivent être distinguées :

- Phase "Vie de l'entreprise"

Cette phase correspond à un stage organisé entre la fin de la première année scolaire de formation et la fin de l'année civile correspondante. Il peut s'avérer souhaitable de prolonger le stage pendant les vacances scolaires. A l'issue de cette phase, l'étudiant rédige un rapport de stage qui sera évalué lors de l'épreuve professionnelle de synthèse.

- Phase d'activité "Exploitation de système"

Il est recommandé que cette période s'effectue en seconde année. Elle peut être fractionnée pour être adaptée aux besoins de chaque étudiant, compte tenu des contraintes de formation. L'activité et l'ensemble des documents font l'objet d'une fiche d'appréciation, réalisée conjointement par l'équipe pédagogique et le responsable du suivi de l'activité du stagiaire en entreprise.

Le rapport de stage, comme l'ensemble des documents d'exploitation, doivent être remis à la commission d'interrogation 15 jours avant le début de l'épreuve professionnelle de synthèse.

- **Candidats justifiant de 3 ans de pratique professionnelle ou candidats de la formation continue** (en situation de perfectionnement)

Les certificats d'activités en entreprise peuvent être remplacés par un ou plusieurs certificats de travail attestant que l'intéressé a effectué des activités relevant de l'exploitation et de la conception de système automatisé, en qualité de salarié à temps plein 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.

Les candidats ayant bénéficié de cette disposition en raison d'un emploi salarié et qui échouent à l'examen conservent le bénéfice de leur dispense durant les cinq sessions suivant celle au cours de laquelle ils n'ont pas été déclarés admis.

Les candidats rédigent un rapport sur leur activité professionnelle. Ce rapport doit également comporter un volet consacré à une période d'exploitation sur système automatisé en production. Ce volet comporte les mêmes éléments que ceux décrits pour les candidats en formation scolaire.

- **Candidats en formation par l'apprentissage**

Pour les apprentis, les certificats d'activité en entreprise seront remplacés par la photocopie du contrat d'apprentissage ou par une attestation de l'employeur confirmant le statut du candidat comme apprenti dans son entreprise.

Les candidats ayant bénéficié de cette disposition en raison d'une formation par l'apprentissage et qui échouent à l'examen, en conservent le bénéfice durant les cinq sessions suivant celle au cours de laquelle ils n'ont pas été déclarés admis.

Les éléments à fournir par les candidats apprentis pour l'épreuve professionnelle de synthèse sont semblables à ceux des candidats scolaires (rapport sur leur activité professionnelle, ensemble de documents d'exploitation et fiche d'appréciation correspondante).

¹ L'étudiant doit dans tous les cas avoir accompli une activité d'exploitation sur système automatisé en production pendant une période d'au moins une semaine pour pouvoir bénéficier d'une dérogation.

- **Candidats en formation à distance**

Ces candidats relèvent, selon leur statut (scolaire, formation continue ou par l'apprentissage), de l'un des cas précédents. En conséquence ils doivent fournir lors de l'inscription :

- si leur statut relève des candidats scolaires, ou des candidats de la formation continue en situation de première formation ou en situation de reconversion: un, ou des, certificat(s) de stage ;
- si leur statut relève des candidats en formation continue en situation de perfectionnement: un, ou plusieurs, certificats de travail ;
- si leur statut relève de l'apprentissage: une photocopie du contrat d'apprentissage ou une attestation de l'employeur confirmant le statut du candidat comme apprenti dans son entreprise.

- **Candidats scolaires 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 portés par le jury sur les différents volets de l'épreuve professionnelle de synthèse, effectuer une nouvelle période en entreprise en vue d'élaborer de nouveaux documents d'exploitation ou un nouveau rapport de stage. Pour les candidats scolaires redoublants, une (ou plusieurs) période(s) d'activités en entreprise peuvent être aménagée(s) entre le début de l'année scolaire et la fin des vacances d'hiver, afin de mener des activités d'exploitation permettant l'élaboration de nouveaux documents d'exploitation et la fiche d'appréciation associée, et/ou recommencer leur stage et rédiger alors un nouveau rapport.

ANNEXE III

HORAIRE

ORGANISATION DES ENSEIGNEMENTS

ENSEIGNEMENTS	1ère année (cours + TD + TP)	2ème année (cours + TD + TP)
Expression française	(2 + 1 + 0)	(2 + 1 + 0)
Langue vivante étrangère	(1 + 1 + 0)	(1 + 1 + 0)
Mathématiques	(2 + 1 + 0)	(3 + 0 + 0)
Sciences physiques	(2 + 0 + 2 ^a)	(2 + 0 + 2 ^a)
Conception des parties opératives	(3 + 4 + 2 ^a)	(3 + 0 + 6 ^a)
Conception des parties commandes	(3 + 2 + 3 ^a)	(3 + 0 + 4 ^a)
Réalisation, tests et intégration dans l'entreprise dans l'entreprise d'un système	(0 + 0 + 4 ^b)	*(0 + 0 + 6 ^b)
Connaissance professionnelle de l'entreprise (Économie et gestion des entreprises)	(0 + 1 + 0)	
TOTAL	34 = (13+10+11)	34 = (14+2+18)

(a) : Travaux pratiques.

(b) : Travaux d'atelier.

* Cet horaire englobe l'enseignement de Vie des entreprises, assuré par études de cas en étroite liaison avec les industriels du bassin d'emplois et notamment ceux avec qui sont menés les projets industriels. Dans ce cadre, une heure au plus, parmi les 6, peut être assurée par un enseignant d'Économie et gestion avec pour objectifs le suivi législatif, économique et industriel des projets, leur intégration dans l'entreprise,

ANNEXE IV

RÈGLEMENT D'EXAMEN

RÈGLEMENT D'EXAMEN

				Voies scolaires, apprentissage, formation professionnelle continue dans établissements publics et privés, enseignement à distance, candidats justifiant de trois ans d'expérience professionnelle		Formation professionnelle continue dans les établissements publics habilités	
Épreuve / sous-épreuve		Unité	Coef	Forme	Durée	Forme	Durée
Épreuve 1	Expression française	U1	2	écrit	4h	CCF	2 à 6h
Épreuve 2	Langue vivante étrangère	U2	2	écrit + oral	2h + 20'	CCF	2h + 20'
Épreuve 3	Mathématiques et sciences physiques			ponctuelle			
Sous-épreuve 31	Mathématiques	U31	2	écrit	2h	CCF	2 à 4h
Sous-épreuve 32	Sciences physiques	U32	2	écrit	2h	CCF	2 à 4h
Épreuve 4	Conception détaillée de la partie opérative			ponctuelle			
Sous-épreuve 41	Dimensionnement et validation des parties opératives	U41	2	écrit	3h	CCF	3 à 6h
Sous-épreuve 42	Étude détaillée de la partie opérative	U42	2	écrit	4h	CCF	4 à 5h
Épreuve 5	Conception de la partie commande			ponctuelle			
Sous-épreuve 51	Analyse et étude détaillée des fonctions de commande	U51	2	écrit	4h30	CCF	4 à 5h
Sous-épreuve 52	Choix technologiques et description de la réalisation de la partie commande	U52	2	écrit	3h30	CCF	4 à 5h
Épreuve 6 **	Épreuve professionnelle de synthèse			ponctuelle		ponctuelle	
Sous-épreuve 61	Réalisation, test, intégration d'un système automatisé de production	U61	4	soutenance orale	50' ou 35'*	soutenance orale	50' ou 35'*
Sous-épreuve 62	Spécifications et conception générale d'un système automatisé de prod. et de sa partie opérative	U62	2	soutenance orale	5' ou 25'*	soutenance orale	5' ou 25'*
Sous-épreuve 63	Connaissance professionnelle de l'entreprise, exploitation d'un système automatisé de production	U63	2	soutenance orale	25' ou 30'*	soutenance orale	25' ou 30'*

* Candidats justifiant de 3 ans d'expérience professionnelle

** L'épreuve 6 «épreuve professionnelle de synthèse» est l'épreuve ponctuelle obligatoire pour tous les candidats.

ANNEXE V

DÉFINITION DES ÉPREUVES

ÉPREUVE E 1 : Expression française**Coefficient : 2****U1****I Finalités et objectifs de l'épreuve :**

Elle a pour but de vérifier l'aptitude du candidat, d'une part, à saisir dans un texte les idées essentielles et leur organisation logique, d'autre part, à s'exprimer correctement et avec simplicité.

Elle consiste :

- soit en une contraction d'un texte, suivie de questions dont l'une invite à un travail de composition française ;
- soit en une synthèse de documents.

I Contenus de l'épreuve :Premier type d'épreuve

On propose un texte d'environ 900 mots qui offre par lui-même un sens assez complet, qui soit clair et bien composé et qui se prête à une analyse d'idées.

Le texte proposé porte sur un des problèmes de la vie moderne, problèmes de culture personnelle et de relations sociales qui peuvent intéresser un futur technicien.

Le candidat doit :

- résumer le texte en un nombre fixé de mots ;
- répondre à quelques questions destinées à lui faire préciser les principales idées et expliquer le sens de mots importants du texte et lui permettant d'exploiter la culture qu'il a reçue ;
- exposer sous la forme d'un commentaire composé succinct ses réflexions sur l'ensemble ou sur un aspect particulier du texte.

Deuxième type d'épreuve

On propose plusieurs documents (quatre ou cinq de nature différente: textes littéraires, textes non littéraires, messages graphiques, tableaux statistiques...) centrés sur un problème précis. Chacun d'eux est daté et situé dans son contexte. L'énoncé du sujet précise le problème posé. Il peut comporter une ou deux questions mais qui n'imposent aucun plan. Il invite le candidat à formuler en conclusion une opinion personnelle.

Le candidat doit :

- composer une synthèse objective en confrontant les documents fournis ;
- rédiger son travail de manière claire, concise, personnelle ;
- élaborer une brève conclusion, exprimant son propre point de vue en référence aux documents fournis.

I Formes de l'évaluation :

- **Ponctuelle :** Écrite, d'une durée de 4 heures, pour un coefficient de 2.
- **Contrôle en cours de formation :** Une ou deux évaluations écrites, d'une durée de 3 à 4 heures organisées par l'équipe enseignante chargée de l'enseignements du français. Le niveau de difficulté du sujet est équivalent à celui des sujets de l'épreuve ponctuelle nationale des années précédentes.

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

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

- les sujets donnés pour chaque situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- une fiche de synthèse des résultats obtenus dont une copie sera adressée au jury.

Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs à la ou les situations d'évaluation, seront tenus à la disposition du jury et des autorités académiques jusqu'à la session suivante. Le jury pourra en exiger communication et, à la suite d'un examen approfondi, formulera toutes remarques et observations qu'il jugera utiles et arrêtera la note.

ÉPREUVE E 2 : Langue vivante étrangère**Coefficient : 2****U2****I Finalités et objectifs de l'épreuve :**

La partie écrite doit permettre de vérifier les capacités du candidat à :

- lire et rendre compte d'une lettre à caractère technique ;

- comprendre des articles de revues spécialisées ;
- utiliser des notices, modes d'emploi, diagrammes et schémas en langue étrangère concernant des matériels étrangers.

La partie orale consiste en un entretien en langue étrangère, prenant appui sur des documents en relation avec l'activité professionnelle et permettant d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- dialoguer dans une perspective professionnelle;
- exploiter des sources d'information professionnelles dans la langue considérée.

cf. Note de service n° 93.308 du 28 octobre 1993 concernant les instructions relatives aux modalités des épreuves d'anglais aux examens des brevets de technicien supérieur (B.O.E.N. n° 37 du 4 novembre 1993).

I Contenus de l'épreuve :

La partie écrite comprendra d'abord la traduction ou le compte rendu en français d'un texte ou d'un passage extrait d'un document technique; lui fera suite la rédaction en langue étrangère d'un texte ou de réponses à des questions se rapportant au document proposé.

L'usage d'un dictionnaire bilingue est autorisé.

La partie orale peut prendre des formes diverses : brève présentation en continu du document, réponses en langue étrangère à des questions simples, échanges plus larges, résumé, ...

I Formes de l'évaluation :

• Ponctuelle :

Partie écrite : durée 2 h.

Partie orale : durée 0 h 20.

Coefficient : 2 (la partie écrite entrera dans la note pour 2/3 et la partie orale pour 1/3).

- **Contrôle en cours de formation :** Une ou deux évaluations écrites et orales, de durées équivalentes à celles prévues en évaluation ponctuelle, organisées par l'équipe enseignante chargée de l'enseignements de langue vivante étrangère. Le niveau de difficulté du sujet est équivalent à celui des sujets de l'épreuve ponctuelle des années précédentes.

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

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

- les sujets donnés pour chaque situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- une fiche de synthèse des résultats obtenus dont une copie sera adressée au jury.

Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs à la ou les situations d'évaluation, seront tenus à la disposition du jury et des autorités académiques jusqu'à la session suivante. Le jury pourra en exiger communication et, à la suite d'un examen approfondi, formulera toutes remarques et observations qu'il jugera utiles et arrêtera la note.

ÉPREUVE E 3 : Mathématiques et sciences physiques

Coefficient : 2

U31-U32

I Finalités et objectifs de l'épreuve :

Elle comprend deux sous-épreuves indépendantes.

Les objectifs et la nature de la sous-épreuve de mathématiques du BTS Mécanique et automatismes industriels sont définis par l'annexe III de l'arrêté du 30 Mars 1989 fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur.

La sous-épreuve écrite de sciences physiques a pour but de vérifier que le candidat possède les connaissances fondamentales nécessaires à la compréhension et à la résolution de problèmes liés, d'une part, aux aspects scientifiques fondamentaux d'applications expérimentales ou pratiques, d'autre part, à l'étude des lois et résultats physiques qui font partie du programme.

SOUS - ÉPREUVE 31 : Mathématiques

Coefficient : 2

U31

I Contenus de la sous-épreuve :

Les sujets comportent deux exercices de mathématiques recouvrant une part très large du programme. Les thèmes mathématiques qu'ils mettent en œuvre portent principalement sur les chapitres les plus utiles pour les sciences physiques, la mécanique et la technologie.

I Formes de l'évaluation :

- **Ponctuelle :** Écrite, d'une durée de 2 heures, pour un coefficient de 2.
- **Contrôle en cours de formation :** Une ou deux évaluations écrites pour une durée du même ordre que celle prévue en évaluation ponctuelle, organisées par l'équipe enseignante chargée de l'enseignements de mathématiques. Le niveau de difficulté est équivalent à celui des sujets de l'épreuve ponctuelle des années précédentes.

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

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

- les sujets donnés pour chaque situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- une fiche de synthèse des résultats obtenus dont une copie sera adressée au jury.

Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs à la ou les situations d'évaluation, seront tenus à la disposition du jury et des autorités académiques jusqu'à la session suivante. Le jury pourra en exiger communication et, à la suite d'un examen approfondi, formulera toutes remarques et observations qu'il jugera utiles et arrêtera la note.

SOUS - ÉPREUVE 32 : Sciences physiques, physique appliquée**Coefficient : 2****U32****| Contenus de la sous-épreuve :**

Aucun sujet ne porte exclusivement sur une partie d'un programme antérieur, mais on ne s'interdit pas, si cela s'avère nécessaire, de faire appel à toute connaissance acquise antérieurement et supposée connue.

L'épreuve comporte deux exercices portant sur des parties différentes du programme. Chaque exercice comporte une part d'analyse d'une situation expérimentale ou pratique, au sens de la physique générale ou de l'électricité appliquée, et des applications numériques destinées à tester la capacité du candidat de mener à bien, jusqu'à ses applications numériques, l'étude précédente. Une question de connaissance du cours peut, éventuellement, être glissée dans la progression graduée de chaque exercice.

| Critères d'évaluation :

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 celle des 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.

| Formes de l'évaluation :

- **Ponctuelle :** Écrite, d'une durée de 2 heures, pour un coefficient de 2.
- **Contrôle en cours de formation :** Une ou deux évaluations écrites pour une durée du même ordre que celle prévue en évaluation ponctuelle, organisées par l'équipe enseignante chargée de l'enseignements des sciences physiques. Le niveau de difficulté est équivalent à celui des sujets de l'épreuve ponctuelle des années précédentes.

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

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

- les sujets donnés pour chaque situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- une fiche de synthèse des résultats obtenus dont une copie sera adressée au jury.

Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs à la ou les situations d'évaluation, seront tenus à la disposition du jury et des autorités académiques jusqu'à la session suivante. Le jury pourra en exiger communication et, à la suite d'un examen approfondi, formulera toutes remarques et observations qu'il jugera utiles et arrêtera la note.

ÉPREUVE E 4 : Conception détaillée de la partie opérative**Coefficient : 4****U41-U42****| Finalités et objectifs de l'épreuve :**

Elle comprend deux sous-épreuves portant sur un même support relatif à une partie opérative de système automatisé de production en exploitation industrielle.

La sous-épreuve 4.1 a pour but de valider l'unité U4.1 associée à tout ou partie de la compétence CP33 du référentiel du diplôme.

La sous-épreuve 4.2 a pour but de valider l'unité U4.2 associée à tout ou partie des compétences CP32 et CP34 du référentiel du diplôme.

SOUS - ÉPREUVE 41 : Dimensionnement et validation des parties opératives**Coefficient : 2****U41****| Contenus de la sous-épreuve :**

On pourra demander au candidat de montrer son aptitude à justifier un modèle cinématique d'une partie opérative, à modéliser le comportement mécanique de la partie opérative et à en évaluer les performances, à interpréter les résultats d'un calcul en termes d'évolution d'une solution technique.

Les travaux suivants pourront faire l'objet d'un questionnement :

- dimensionnement statique des constituants mécaniques, hydrauliques ou pneumatiques ;
- dimensionnement cinématique et dynamique des constituants mécaniques, hydrauliques ou pneumatiques ;
- interprétation de résultats logiciels et de choix techniques ;
- etc.

I Formes de l'évaluation :

- **Ponctuelle** : Écrite, d'une durée de 3 heures, pour un coefficient de 2. La commission de correction est composée d'un professeur de S.T.I. enseignant la conception des parties opératives par établissement.
- **Contrôle en cours de formation** : Deux évaluations écrites et une évaluation pratique pour une durée totale de 5 à 6h, organisées par l'équipe enseignante chargée de l'enseignement de la conception des parties opératives.

Première situation (CP331, CP334 et 335), durée 1,5 à 2h : dimensionnement statique des constituants mécaniques, hydrauliques ou pneumatiques.

Seconde situation (CP332 et 333), durée 1,5 à 2h : dimensionnement cinématique et dynamique des constituants mécaniques, hydrauliques ou pneumatiques (module 1).

Troisième situation (CP332 et/ou 333 et/ou 334 et/ou 335), durée 2h : interprétation de résultats logiciels et de choix techniques (module 1). Pour cette situation d'évaluation l'étudiant met en œuvre, en toute autonomie, au moins un logiciel de calcul et/ou de simulation mécanique, pour, à partir d'un ensemble de données, élaborer des résultats et les exploiter.

Le niveau de difficulté de chaque partie est équivalent à celui des sujets de l'épreuve ponctuelle des années précédentes. Les périodes choisies pour l'évaluation pouvant être différentes pour chacun des candidats, leurs choix relèvent de la responsabilité des enseignants.

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

- les sujets donnés pour chaque situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat, conforme au modèle défini par instruction du ministère de l'éducation nationale, qui sera adressée au jury.

Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs à la situation d'évaluation, seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectorale 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 formulera toutes remarques et observations qu'il jugera utiles et arrêtera les notes.

SOUS - ÉPREUVE 42 : Étude détaillée de la partie opérative**Coefficient : 2****U42****| Contenus de la sous-épreuve :**

On pourra demander au candidat de montrer son aptitude à :

- schématiser, construire en conformité à un cahier des charges et représenter tout ou partie d'un mécanisme d'animation d'une partie opérative ou d'une implantation de constituants d'automatisation (capteurs, actionneurs, ...) sur la partie opérative ;
- éventuellement, définir et coter pour tout ou partie un élément de la partie opérative devant satisfaire une ou plusieurs spécifications fonctionnelles.

| Formes de l'évaluation :

- **Ponctuelle** : Écrite, d'une durée de 4 heures, pour un coefficient de 2. La commission de correction est composée d'un professeur de S.T.I. enseignant la conception des parties opératives par établissement.

- **Contrôle en cours de formation** : Deux évaluations écrites pour une durée totale de 4 à 5h, organisées par l'équipe enseignante chargée de l'enseignements de la conception des parties opératives.

Première situation (CP32), durée 2,5 à 3h : Construire un sous-ensemble opératif cinématiquement défini (dessin de projet).

Seconde situation (CP34), durée 1 à 1,5h : Établir les documents techniques de réalisation de la partie opérative (dessin de définition).

Le niveau de difficulté de chaque partie est équivalent à celui des sujets de l'épreuve ponctuelle des années précédentes. Les périodes choisies pour l'évaluation pouvant être différentes pour chacun des candidats, leurs choix relèvent de la responsabilité des enseignants.

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

- les sujets donnés pour chaque situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat, conforme au modèle défini par instruction du ministère de l'éducation nationale, qui sera adressée au jury.

Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs à la situation d'évaluation, seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectorale 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 formulera toutes remarques et observations qu'il jugera utiles et arrêtera les notes.

ÉPREUVE E 5 : Conception de la partie commande**Coefficient : 4****U51-U52****| Finalités et objectifs de l'épreuve :**

Elle comprend deux sous-épreuves portant sur un même support relatif à une partie commande de système automatisé de production en exploitation industrielle.

La sous-épreuve 5.1 a pour but de valider l'unité U5.1 associée aux compétences CP41 et CP42 du référentiel du diplôme

La sous-épreuve 5.2 a pour but de valider l'unité U5.2 associée aux compétences CP43 et CP44 du référentiel du diplôme.

SOUS - ÉPREUVE 51 : Analyse et étude détaillée des fonctions de commande**Coefficient : 2****U51****I Contenus de la sous-épreuve :**

Le travail demandé portera sur les compétences :

- CP41 : analyser les fonctions de commande et proposer des solutions techniques d'organisation fonctionnelle et topographique de la partie commande ;
- CP42 : décrire fonctionnellement ou technologiquement le fonctionnement détaillé d'une partie commande.

I Formes de l'évaluation :

- **Ponctuelle** : Écrite, d'une durée de 4h30, pour un coefficient de 2. La commission de correction est composée d'un professeur de S.T.I. enseignant la conception des parties commandes par établissement.

- **Contrôle en cours de formation** : Deux évaluations écrites, pour une durée totale équivalente à celle de l'épreuve ponctuelle, organisées par l'équipe enseignante chargée de l'enseignements de la conception des parties commandes.

Première situation (CP41), durée 3h : Imaginer une solution technique de commande.

Seconde situation (CP42), durée 1h30 : Décrire le fonctionnement détaillé d'une partie commande.

Le niveau de difficulté de chaque partie est équivalent à celui des sujets de l'épreuve ponctuelle des années précédentes. Les périodes choisies pour l'évaluation pouvant être différentes pour chacun des candidats, leurs choix relèvent de la responsabilité des enseignants.

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

- les sujets donnés pour chaque situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat, conforme au modèle défini par instruction du ministère de l'éducation nationale, qui sera adressée au jury.

Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs à la situation d'évaluation, seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectorale 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 formulera toutes remarques et observations qu'il jugera utiles et arrêtera les notes.

SOUS - ÉPREUVE 52 : Choix technologiques et description de la réalisation de la partie commande**Coefficient : 2****U52****I Contenus de la sous-épreuve :**

On pourra demander au candidat de montrer son aptitude à :

- (CP43) dimensionner, évaluer les performances et choisir un constituant de commande (module d'E/S . . .), d'animation de la partie opérative (capteurs, préactionneurs, actionneurs) ou de dialogue-communication ;
- (CP43) évaluer les paramètres, selon un point utilisateur, d'un constituant métier ;
- (CP44) établir, en conformité avec les normes de sécurité et de représentation, le schéma d'animation et/ou de commande d'un sous-ensemble fonctionnel ;
- (CP44) une procédure de traitement logique ou algorithmique étant décrite, la traduire dans un langage fourni (langage littéral ou langage métier).

I Formes de l'évaluation :

- **Ponctuelle** : Écrite, d'une durée de 3h30, pour un coefficient de 2. La commission de correction est composée d'un professeur de S.T.I. enseignant la conception des parties commandes par établissement.

- **Contrôle en cours de formation** : Trois évaluations écrites pour une durée totale de 4 à 4h30, organisées par l'équipe enseignante chargée de l'enseignements de la conception des parties opératives.

Première situation (CP43), durée 1h : Dimensionner, évaluer les performances et choisir un constituant de commande.

Seconde situation (CP44), durée 1h : Établir un schéma.

Troisième situation (CP44), durée 2 à 2h30 : Détailler une description logicielle

Le niveau de difficulté de chaque partie est équivalent à celui des sujets de l'épreuve ponctuelle des années précédentes. Les périodes choisies pour l'évaluation pouvant être différentes pour chacun des candidats, leurs choix relèvent de la responsabilité des enseignants.

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

- les sujets donnés pour chaque situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;

- une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat, conforme au modèle défini par instruction du ministère de l'éducation nationale, qui sera adressée au jury.

Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs à la situation d'évaluation, seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectorale 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 formulera toutes remarques et observations qu'il jugera utiles et arrêtera les notes.

ÉPREUVE E 6 : Épreuve professionnelle de synthèse
Coefficient : 8
U61-U62-U63
I Finalités et objectifs de l'épreuve :

L'épreuve professionnelle de synthèse a pour objet de valider les unités U61 à U63 du référentiel de certification, associées aux compétences respectives :

- (unité U61) certifier la conformité au dossier de conception de tout ou partie d'un système automatisé en état de fonctionnement, dont le candidat a assuré la réalisation, les tests et l'intégration : CP5, CP6, CP71, CP73 et CP74 (ainsi que CP13 et CP14 ¹);
- (unité U62) argumenter les choix et décisions relatifs à tout ou partie des activités de conception générale et détaillée d'un système automatisé : CP11, CP12, CP13, CP14 ¹, CP15, CP2 ², CP31 ;
- (unité U63) :
 - exploiter un système automatisé en situation de production industrielle : CP72, CP13 et CP14 ¹, CP16, CP2 ².
 - communiquer sa connaissance professionnelle et humaine de l'entreprise : CP75, CP11 et CP12 ², CP13, CP14 ¹ ;

Elle comporte en conséquence trois sous-épreuves, chacune associée à une ou plusieurs activités professionnelles caractéristiques du métier de technicien supérieur «Mécanique et automatismes industriels».

On distingue trois formes de modalités d'évaluation selon l'origine du candidat :

- a - candidats en formation par la voie scolaire, par la formation continue ou par l'apprentissage (et candidats en formation à distance relevant de l'un des trois statuts précédents) ;
- b - candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels» (article 7c du décret 86.496 du 14 mars 1986 modifié) ;
- c - candidats ayant échoué à une session antérieure de l'examen.

¹ Ces compétences sont transversales à l'ensemble des unités U61 à U63.

² Pour l'évaluation, les compétences CP21 et CP22 permettent d'évaluer CP11 et CP12 au travers d'une situation professionnelle particulière.

I Organisation générale de l'épreuve :

a - candidats en formation par la voie scolaire, par la formation continue ou par l'apprentissage (et candidats en formation à distance relevant de l'un des trois statuts précédents). Durée : 1h20'.

Elle comporte trois sous-épreuves, éventuellement dissociées :

- la soutenance du dossier de réalisation-test-intégration : exposé, suivi d'un entretien avec la commission d'interrogation sur ce dossier (unité U61) ;
- l'évaluation des activités de spécifications et de conception (unité U62) ;
- la soutenance du rapport de stage, sous forme d'un exposé suivi d'un entretien avec la commission d'interrogation sur ce rapport (unité U63) ainsi que l'examen et l'évaluation des activités d'exploitation d'un système automatisé de production.

Nota : l'examen et l'évaluation par la commission d'interrogation des supports d'évaluation associés aux activités de conception et d'exploitation d'un système automatisé de production s'effectuent hors de la présence du candidat.

Supports d'évaluation :

- l'équipement de production automatisée, en état d'exploitation, et le dossier de réalisation-tests-intégration de la partie de l'équipement sous la responsabilité du candidat ;
- le rapport de stage ;
- le dossier de conception et les documents d'exploitation ;
- les fiches d'appréciation des activités de conception et d'exploitation proposées à la commission d'interrogation.

b - candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels». Durée 1h30'.

Elle comporte trois sous-épreuves, d'ordre indifférent :

- la soutenance du dossier de réalisation-test-intégration ;
- la soutenance du dossier de spécifications, de conception générale et de la PO ;
- la soutenance du rapport d'activités en entreprise et des documents d'exploitation. La sous-épreuve 63 peut éventuellement être dissociée des précédentes.

L'épreuve s'appuie sur les supports résultats d'activités et d'évaluation suivants :

- un dossier de réalisation-tests-intégration de tout ou partie d'un équipement de production automatisée, en état d'exploitation (identique ou distinct de l'équipement support du dossier de conception), et éventuellement, l'équipement concerné¹ ;
- un dossier de conception générale et détaillée de tout ou partie d'un équipement de production automatisée² ;
- un rapport d'activités en entreprise.

Nota : 1 - Ces supports d'épreuve nécessitent que les candidats aient exercé en entreprise des activités de conception et d'exploitation³ sur système automatisé de production.

2 - Les dossiers de conception et de réalisation-tests-intégration peuvent correspondre :

- soit à des activités que le candidat a effectué au cours de son activité professionnelle, dans le cadre d'une création, rénovation ou adaptation de tout ou partie d'un, ou de plusieurs, système(s) de production automatisée, et qu'il souhaite valoriser ;
- soit à des dossiers remis au candidat, sur sa demande, par M. le Recteur de l'académie en vue d'une soutenance devant la commission d'interrogation.

c - candidats ayant échoué à une session antérieure de l'examen.

Tout candidat ayant échoué à une session antérieure de l'examen peut conserver, s'il le juge nécessaire, le bénéfice d'une sous-épreuve de l'épreuve professionnelle pour laquelle il a obtenu une note supérieure à 10, et ceci pour une durée maximale de 5 ans. Il peut par ailleurs conserver tout ou partie des supports d'épreuve de la (ou des) session(s) antérieure(s), à savoir :

- les fiches d'appréciation (proposées par l'équipe pédagogique et le responsable de l'activité d'exploitation en entreprise, ou élaborées par la précédente commission d'interrogation) ;
- le dossier de réalisation-tests-intégration ;
- le rapport de stage ou d'activités en entreprise.

- *Candidats redoublant la préparation*

Pour toute sous-épreuve pour laquelle le candidat n'a pas demandé le bénéfice de conserver la note d'une session antérieure, le déroulement et les modalités, à partir des supports conservés ou des nouveaux supports élaborés, sont ceux de la sous-épreuve correspondante de tous les candidats en formation.

Nota : l'élaboration de nouveaux documents d'exploitation et/ou d'un nouveau rapport de stage peut être consécutive à une ou plusieurs périodes d'activités en entreprise, aménagée(s) entre le début de l'année scolaire et la fin des vacances d'hiver.

- *Candidats ne redoublant pas la préparation*

Comme les candidats redoublant une préparation, tout candidat, quel que soit son origine, peut demander à conserver, au vu des notes afférentes, le bénéfice de fiches d'appréciation relatives aux unités U6.2 et U6.3.

¹ Équipement facilement transportable, ou vidéogramme de l'équipement en exploitation.

² Qui peut être remis au candidat, sur sa demande, par le Recteur de l'académie.

³ Il est demandé que les durées minimales des activités de conception et d'exploitation soient respectivement d'environ quatre semaines et deux semaines.

En ce qui concerne la sous-épreuve 6.1, si le candidat n'a pas demandé le bénéfice de conserver la note d'une session antérieure, son déroulement et ses modalités, à partir des supports conservés ou des nouveaux supports élaborés, sont ceux des candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant (§ b).

Pour chaque sous-épreuve 6.2 ou 6.3 pour laquelle le candidat n'a pas demandé le bénéfice de conserver la note d'une session antérieure, et selon qu'il demande ou non à conserver le bénéfice de la fiche d'appréciation correspondante, le déroulement et les modalités, à partir des supports conservés ou des nouveaux supports élaborés, sont :

- soit ceux de la sous-épreuve correspondante des candidats relevant du § a, dans le cas où il demande à conserver le bénéfice de la fiche d'appréciation ;
- soit ceux de la sous-épreuve correspondante des candidats relevant du § b dans le cas contraire.

Remarque relative au choix du dossier de conception : si le candidat bénéficie du régime des candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant (§ b), les modalités de choix du dossier de conception sont celles de tous ces candidats; sinon, il doit présenter à la commission d'interrogation, pour l'évaluation de l'unité U6.2, soit les éléments (dossier ou documents) établis précédemment en formation et éventuellement remaniés, soit un nouveau dossier.

Remarques relatives au choix du dossier d'exploitation et du rapport de stage :

- si le candidat bénéficie du régime des candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant (§ b), les modalités de choix du dossier d'exploitation sont celles de tous ces candidats ; sinon, il doit présenter à la commission d'interrogation pour l'évaluation de l'unité U6.3, soit les éléments (dossier ou documents) établis précédemment en formation, éventuellement remaniés, soit un nouveau dossier ;
- la présentation des activités en entreprise peut également s'effectuer à partir d'un nouveau support, établi par le candidat à l'issue de périodes d'activités professionnelles.

Évaluation : Pour chaque sous-épreuve, les modalités et les critères d'évaluation sont ceux des sous-épreuves du régime correspondant (candidats relevant du § a ou du § b).

I Composition de la commission d'interrogation :

Elle comprend un représentant de la profession, et :

- pour les sous-épreuves 61 et 62, deux professeurs de S.T.I. enseignant la réalisation de la partie opérative ou de la partie commande ;
- pour la sous-épreuve 63, un professeur de S.T.I et un enseignant de français.

Nota : l'absence d'un représentant de la profession ne peut être une cause d'invalidation.

I Approbation de l'organisation pédagogique des projets de réalisations :

Une commission interacadémique, présidée par un Inspecteur pédagogique régional, se réunit chaque année, dans le courant du premier trimestre de la seconde année scolaire, pour examiner et valider les propositions des équipes enseignantes.

Le dossier d'organisation pédagogique du projet de réalisation de l'équipement de production automatisée, mis au point par l'équipe pédagogique de l'établissement et établi contractuellement avec le demandeur, est présenté, pour approbation de l'organisation pédagogique, à une commission interacadémique. Le dossier d'organisation pédagogique du projet de réalisation de l'équipement comporte :

- le cahier des charges fonctionnel du système ou du sous-système ;
- les documents de référence du projet, éventuellement son dossier de conception ;
- les sources de financement de la réalisation;
- l'organisation pédagogique du projet de réalisation-tests-intégration, notamment :
 - le nombre d'étudiants chargés de la réalisation-tests-intégration ;
 - pour un système, la structuration opérationnelle en sous-systèmes ;
 - la répartition entre les différents étudiants des sous-systèmes et des tâches associées, ainsi que les critères de répartition retenus ;
 - le planning prévisionnel des activités de réalisation, de tests et d'intégration.

SOUS - ÉPREUVE 61 : Soutenance de réalisation, tests et intégration d'un SAP

Coefficient : 4

U61

I Contenus de la sous-épreuve :

Le candidat effectue une démonstration préalable du fonctionnement du sous-système (ou du système complet), en état d'exploitation.

Il décrit ensuite l'ensemble de la démarche suivie pour garantir la conformité au dossier de conception du résultat des activités de réalisation-tests-intégration relatives au sous-système dont il a assumé l'entière responsabilité ; ceci en s'appuyant sur le dossier de réalisation-tests-intégration de ce sous-système. Il justifie les démarches retenues, les solutions de réalisation, les techniques et les procédures utilisées. Il doit justifier les adaptations éventuelles du dossier de conception, requises lors de la réalisation pour atteindre les objectifs spécifiés du projet. Il présente ou met en œuvre tout ou partie de certaines procédures de certification. Il dresse un bilan économique détaillé.

Il démontre, sur demande, l'obtention de la conformité d'une spécification de conception.

A l'issue de l'exposé, la commission d'interrogation, qui a fait un examen approfondi du dossier de réalisation-tests-intégration du sous-système, engage un dialogue avec le candidat, avec pour but d'apprécier :

- son autonomie dans l'exécution des activités de réalisation-tests-intégration dont il assumait la responsabilité ;

- sa capacité à répondre avec une argumentation pertinente à des questions posées relatives au dossier de réalisation-tests-intégration ;
- sa capacité à mobiliser rapidement les connaissances nécessaires à la justification ou à la certification d'un choix technique de réalisation ou d'une procédure.

Nota : Le dossier complet de réalisation de l'équipement, le dossier complet de conception et notamment la partie du dossier de conception servant de référence pour les activités de réalisation-tests-intégration sous la responsabilité du candidat, sont à la disposition de la commission d'interrogation.

I Critères d'évaluation :

Pour arrêter sa note, la commission d'interrogation prend en compte la valeur des solutions techniques de réalisation, de tests et d'intégration, la qualité de l'expression écrite et orale et la pertinence des réponses du candidat à ses interrogations quant à la certification de certains éléments du dossier de conception.

La proposition de note est communiquée au jury au moyen d'une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat, conforme au modèle défini par instruction du ministère de l'éducation nationale.

I Supports de l'activité et de l'évaluation :

1 - L'équipement de production automatisée, en état d'exploitation, à la réalisation de tout ou partie duquel le candidat a participé¹.

L'équipement de production automatisée est réalisé, testé et intégré par le candidat au cours de la seconde année pour les candidats en formation. Il est relatif à un sous-système de production automatisée (d'un système renoué ou créé). Il fait l'objet d'un contrat de réalisation avec un partenaire industriel, éventuellement avec un établissement d'enseignement.

2 - Le dossier de réalisation-tests-intégration de la partie de l'équipement sous la responsabilité du candidat, établi par lui au cours de la seconde année pour les candidats scolaires, au cours de son activité professionnelle pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels».

Le dossier de réalisation-tests-intégration décrit l'ensemble des solutions techniques, des procédures et des décisions prises par le candidat pour assurer la conformité au dossier de conception de la partie de l'équipement dont il assure l'entière responsabilité. Il comporte la fiche d'approbation par la commission interacadémique de l'organisation pédagogique du dossier de réalisation.

I Formes de l'évaluation :

- **Ponctuelle :** Orale, sous forme d'une soutenance suivi d'un entretien avec la commission d'interrogation, d'une durée de 0h50', partagées en 30' d'exposé et 20' d'entretien (0h35', partagées en 20' d'exposé et 15' d'entretien, pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels»). Le coefficient de cette sous épreuve est de 4. La commission d'interrogation pour cette sous-épreuve est constituée d'un représentant de la profession, et de deux professeurs de S.T.I. enseignant la réalisation de la partie opérative ou de la partie commande.

SOUS - ÉPREUVE 62 : Spécification et conception générale d'un système automatisé de production et de sa partie opérative Coefficient : 2	U62
--	------------

I Contenus de la sous-épreuve :

La commission d'interrogation dispose, d'une part, de l'ensemble des documents de spécification et conception élaborés par le candidat, d'autre part, des documents de suivi de ces activités et leur fiche d'appréciation² par l'équipe pédagogique.

Nota : L'étude des fiches d'appréciation s'effectuant hors de la présence des candidats, cette phase peut éventuellement donner lieu à des modalités de regroupements variables selon les commissions d'interrogation.

Pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels», le déroulement de l'épreuve consiste en un exposé, suivi d'un entretien.

Après une présentation succincte du cahier des charges, le candidat décrit la démarche qui l'a conduit à choisir les solutions retenues³. Il détaille les points clés et les contraintes de l'étude ainsi que les éléments ayant requis des analyses particulières (essais de validation, calculs, . . .), justifie les décisions majeures de l'étude, notamment sur le plan économique. Il commente les problèmes et les modifications éventuellement survenus lors de la réalisation.

I Critères d'évaluation :

Pour arrêter sa note, la commission d'interrogation prend essentiellement en compte la fiche d'appréciation⁸ des activités de conception générale et de conception de la PO.

¹ Équipement facilement transportable, ou vidéogramme de l'équipement en exploitation, pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels», ou les candidats ayant échoué à une session antérieure et ne redoublant pas la préparation.

² Le modèle de fiche d'appréciation des activités de spécification, de conception générale de sous-système et de conception de la partie opérative est défini par instruction du ministère de l'éducation nationale.

³ Dans le cas où le candidat soutient un dossier qui lui a été remis, il justifie, ou critique éventuellement, les solutions retenues en regard du cahier des charges.

Pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels», l'évaluation du dossier de conception s'effectue selon les mêmes modalités que pour les candidats relevant du § a : la commission d'interrogation établit une fiche d'appréciation⁸ à partir des grilles d'évaluation communes à tous les candidats.

I Supports de l'activité et de l'évaluation :

Les activités de spécification et de conception générale du système, et de conception de la partie opérative, effectuées par le candidat au cours de la seconde année de formation, donnent lieu à l'élaboration d'un dossier de conception générale et de la PO ainsi qu'à une fiche d'appréciation⁸ par l'équipe pédagogique.

Le dossier de conception comporte, pour le sous-système dont le candidat a assumé la responsabilité, l'ensemble des documents de spécification générale, de conception générale et de définition de la partie opérative.

Le suivi de ces activités de spécification et de conception, comme le résultat de ces activités, font l'objet, par l'équipe pédagogique, de la rédaction d'une fiche d'appréciation, qui est proposée à la commission d'interrogation pour évaluer le suivi et la validation des activités de conception générale et détaillée effectuées en établissement scolaire.

Pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels», un dossier de conception générale et détaillée de tout ou partie d'un équipement de production automatisée servira de support à cette sous-épreuve.

I Formes de l'évaluation :

• Ponctuelle : (coefficient 2)

Pour les candidats en formation par la voie scolaire, par la formation continue ou par l'apprentissage (et candidats en formation à distance relevant de l'un des trois statuts précédents) : évaluation par la commission d'interrogation des supports associés. Pour cela la commission, qui a pris connaissance des dossiers et des réalisations des candidats, dispose de 5'.

Pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels», le déroulement de l'épreuve consiste en un exposé de 12', suivi d'un entretien de 8' avec la commission d'interrogation.

La commission d'interrogation pour cette sous-épreuve est constituée d'un représentant de la profession, et de deux professeurs de S.T.I. enseignant en section de technicien supérieur mécanique et automatismes industriels.

SOUS - ÉPREUVE 63 : Connaissance professionnelle de l'entreprise et exploitation d'un système automatisé de production.

Coefficient : 2

U63

I Contenus de la sous-épreuve :

Le candidat, qui s'appuie sur son rapport de stage, décrit pendant 15' l'ensemble des activités menées pendant son stage en entreprise. Il synthétise et communique sa connaissance de l'entreprise sur les plans de la technique industrielle, de l'organisation et de la gestion.

A l'issue de cette présentation, la commission d'interrogation, qui a fait un examen approfondi du rapport de stage, s'entretient avec le candidat pour apprécier ses capacités à saisir les données constitutives de l'entreprise, notamment son fonctionnement, et à interpréter le bilan de ses propres activités en entreprise.

La partie exploitation d'un système automatisé de production est évaluée à partir de l'ensemble des documents d'exploitation élaborés par le candidat et d'une fiche d'appréciation¹, établie par l'équipe pédagogique et le responsable des activités en entreprise, à l'issue de la phase d'exploitation en entreprise.

Pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels», il s'agit d'une soutenance du rapport d'activités en entreprise d'environ 20', suivi d'un entretien de 10' avec la commission d'interrogation.

Le candidat répartit son temps de présentation à parts sensiblement égales entre la présentation générale de ses activités en entreprise et la présentation des documents d'exploitation.

Les objectifs de la présentation des activités en entreprise sont similaires à ceux de la présentation du rapport de stage pour les candidats en formation.

En ce qui concerne la phase d'exploitation d'un système, le candidat présente et commente les documents d'exploitation, dégage les principaux points forts et faibles de l'équipement en termes d'exploitation, et propose éventuellement des améliorations potentielles.

A l'issue de cette présentation, la commission d'interrogation, qui a fait un examen approfondi du rapport d'activités, s'entretient avec le candidat pour apprécier sa capacité à saisir les données constitutives de l'entreprise, notamment son fonctionnement, à interpréter le bilan de ses propres activités en entreprise et à synthétiser ses observations sur l'exploitation d'un système.

I Critères d'évaluation :

¹ Le modèle de fiche d'appréciation des activités d'exploitation est défini par instruction du ministère de l'éducation nationale.

Pour arrêter sa note de stage¹, la commission d'interrogation prend en compte la qualité de la description et de l'analyse des activités effectuées en entreprise, le niveau de connaissance de l'entreprise et la pertinence de l'analyse de la situation industrielle rencontrée, la qualité de l'expression écrite et orale.

La commission d'interrogation a à sa disposition, d'une part l'ensemble des documents d'exploitation élaborés par le candidat, d'autre part, les documents de suivi de ces activités et leur fiche d'appréciation. Pour arrêter sa note d'exploitation d'un système automatisé de production, elle prend essentiellement en compte la fiche d'appréciation des activités d'exploitation d'un SAP.

Pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels», l'évaluation du rapport d'activités s'effectue selon les mêmes critères que pour les candidats relevant du § a. L'évaluation des documents d'exploitation donne lieu à l'établissement d'une fiche d'appréciation par la commission d'interrogation, à partir des grilles d'évaluation communes à tous les candidats.

I Supports de l'activité et de l'évaluation :

Le rapport de stage ou rapport d'activité, établi à l'issue de la (ou des) période(s) d'activités en entreprise (voir annexe II "Stage en milieu professionnel).

Les documents d'exploitation, établis par le candidat au cours de la phase "Exploitation de système" en entreprise, correspondent à :

- un document synthétique général de description du système support ;
- une expression formalisée des modes de marche et d'arrêt du système ;
- une fiche de synthèse chiffrée des observations sur le système ;
- un journal de bord des interventions et dysfonctionnements observés, et éventuellement de leurs causes et leurs effets.

Ils font l'objet d'une fiche d'appréciation², établie par l'équipe pédagogique et le responsable des activités en entreprise, à l'issue de la phase d'exploitation en entreprise.

Pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels» : Un rapport d'activités en entreprise, complété d'un ensemble de documents d'exploitation de système, établi par le candidat à l'issue d'une activité d'exploitation sur système automatisé de production.

I Formes de l'évaluation :

- **Ponctuelle** : Orale, sous forme d'une soutenance suivi d'un entretien avec la commission d'interrogation, d'une durée de 0h25', partagées en 15' d'exposé et 10' d'entretien avec la commission d'interrogation.

Le coefficient de 2 est partagé entre cette soutenance et l'évaluation par la commission d'interrogation des documents fournis par le candidat et de la fiche d'appréciation¹⁶ des activités d'exploitation d'un système automatisé de production.

Nota: L'évaluation des fiches d'appréciation s'effectuant hors de la présence des candidats, cette phase peut éventuellement donner lieu à des modalités de regroupements des évaluations variables selon les commissions d'interrogation.

Pour les candidats ayant occupé pendant trois ans au moins un emploi dans le domaine professionnel correspondant aux finalités du BTS «Mécanique et automatismes industriels», l'exposé de soutenance du rapport d'activités en entreprise dure 0h20' et l'entretien 0h10'.

La commission d'interrogation pour cette sous-épreuve est constituée d'un représentant de la profession, d'un professeur de S.T.I. enseignant en section de technicien supérieur mécanique et automatismes industriels et d'un professeur de français.

¹ Le modèle de grille d'évaluation du rapport de stage est défini par instruction du ministère de l'éducation nationale.

² Le modèle de fiche d'appréciation des activités d'exploitation est défini par instruction du ministère de l'éducation nationale.

ANNEXE VI

**TABLEAU DE CORRESPONDANCE
D'ÉPREUVES**

TABLEAU DES CORRESPONDANCES ENTRE UNITÉS OU ÉPREUVES

Diplôme ancien			Diplôme actuel	
Épreuves	Épreuves (UCC)	UCC	Épreuves	Unités
1 : Français	1 : Français	D4	E1 : Expression française	U1
2 : Langue vivante	2 : Langue vivante	D6	E2 : Langue vivante étrangère	U2
3 : Mathématiques et sciences physiques Mathématiques Sciences physiques	3 : Mathématiques et sciences physiques Mathématiques	D2	E3 : Mathématiques et sciences physiques E31 - Mathématiques	U31
	Sciences physiques	D3	E32 - Sciences physiques	U32
4 : Étude des parties opératives	4 : Conception détaillée de la partie opérative Mécanique appliquée	UTI dont : UC12	E4 : Conception détaillée de la partie opérative E41 - Dimensionnement et validation de la partie opérative	U41
	Construction mécanique	UC11	E42 - Étude détaillée de la partie opérative	U42
5 : Étude des parties commandes	5 : Conception de la partie commande Analyse et représentation des parties commandes	UT2 dont : UC21	E5 : Conception de la partie commande E51 - Analyse et étude détaillée des fonctions de commande	U51
	Technologie des parties commandes	UC22	E52 - Choix technologiques et description de la réalisation de la partie commande	U52
6 : Étude et réalisation d'un système	6 : Épreuve prof. de synthèse Réalisation, test et intégration d'un système automatisé de production	UT3	E6 : Épreuve prof. de synthèse E61 - Réalisation, test et intégration d'un système automatisé de production	U61
	Conception		E62 - Spécification et conception générale d'un système automatisé de production et de sa PO	U62
7 : Soutenance du rapport de stage	Activités en entreprises Exploitation d'un système automatisé de production		E63 - Connaissance professionnelle de l'entreprise et exploitation d'un système automatisé de production	U63

ANNEXE VII

**FICHES D'APPRÉCIATION ET D'ÉVALUATION
POUR LE CONTRÔLE EN COURS DE
FORMATION ET L'EXAMEN**
(pour publication des instructions)

FICHES D'ÉVALUATION ET D'APPRÉCIATION

Les documents ci-joints correspondent aux fiches :

- d'appréciation des compétences obtenues par chaque candidat lors de la formation, à l'occasion des activités de conception (une fiche), et de l'exploitation d'un système automatisé de production lors du stage en entreprise (une fiche) ;
- d'évaluation à l'usage de la commission d'interrogation lors des soutenances du rapport de stage (une fiche), des activités de réalisation-tests-intégration (une fiche), ou à l'usage des évaluateurs pour toutes les épreuves entrant dans le cadre du contrôle en cours de formation ;
- d'évaluation en mathématiques (grille).

L'ensemble de ces documents, prévus par le règlement d'examen, doivent être utilisés par les équipes pédagogiques et les membres du jury.

Utilisation des fiches :

Il convient, pour respecter l'équité, d'uniformiser le mode d'utilisation de ces documents.

- Les fiches d'appréciation :

Les auteurs de ces documents (professeurs, tuteurs en entreprise) **ne doivent pas porter de note en bas des fiches**. Celle-ci sera donnée par la commission d'évaluation (jury du centre d'examen) dont relève le candidat. Ces fiches sont des éléments d'appréciation à l'usage de la commission d'interrogation, au même titre que les dossiers des candidats et les systèmes réalisés.

La note attribuée par la commission d'interrogation s'appuie notamment sur le «profil» du candidat tel qu'il apparaît dans le tableau et sur les commentaires et appréciations portés par les rédacteurs dans la partie réservée à cet effet. Ces éléments permettent de compléter la perception du jury du travail du candidat.

Le «profil» est obtenu par un grisage progressif de la gauche vers la droite des cases en regard de chaque compétence mentionnée, de E (très insuffisant) à A (excellent). Par exemple :

Domaines de compétences	Profil proposé				
	E	D	C	B	A
CP11 Rechercher une information					

Ce candidat réalise une performance faible dans la recherche d'information, par manque d'autonomie, capacité insuffisante à trier les informations utiles, etc.

Exemple complet :

Domaines de compétences	Profil proposé				
	E	D	C	B	A
CP11 Rechercher une information.					
CP12 Analyser, organiser, synthétiser des informations.					
CP13 Présenter un travail personnel ou d'équipe.					
CP14 Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet.					
CP21 Analyser un besoin de production automatisée. Spécifier tout ou partie d'un système.					
CP23 Analyser une solution technique existante.					
CP31 Imaginer une solution technique opérationnelle ou s'approprier une PO existante.					
CP34 Établir les documents techniques de réalisation de la PO.					

Ce candidat présente un «profil» tel que la surface grisée est supérieure à la moitié de la surface totale, **selon ses formateurs il aurait donc plus que la moyenne**.

Le nombre de cases grisées étant d'environ 2/3 du total, sa note brute serait donc, toujours de l'avis des formateurs, de l'ordre de 13 / 20. Les appréciations et commentaires portés à la rubrique suivante de la fiche permettent d'éclairer, préciser, tempérer ou appuyer l'évaluation globale traduite par le profil.

Ce document doit aussi permettre éventuellement l'harmonisation par le jury de délibération, qui est seul habilité à le faire à partir des différentes propositions des commissions d'interrogation.

- Les fiches d'évaluation :

Ces fiches d'évaluation sont à utiliser par les commissions d'interrogation et doivent être remises avant délibération au président du jury.

La mise en œuvre de ces fiches est intuitive et ne nécessite pas de précision particulière.

Il appartient à la commission d'évaluation de renseigner ces fiches de la manière la plus complète possible pour, à la fois, éclairer les délibérations du jury et justifier la note en cas de contestation ultérieure.

La répartition des points est conforme au règlement d'examen et ne doit en aucun cas être modifiée.

Les grilles d'évaluation pour le contrôle en cours de formation sont à archiver dans le dossier du candidat par le centre de formation et une copie est à transmettre aux autorités académiques, qui les mettent à la disposition du jury dans les mêmes conditions que ci-dessus.

Brevet de technicien supérieur « Mécanique et automatismes industriels »

Proposition faite par l'équipe pédagogique

Date :

Unité **6.2**

Épreuve professionnelle de synthèse

Sous épreuve de conception générale d'un système automatisé de production et de sa partie opérative

Identification du candidat :

Nom :

Établissement de formation :

Prénom :

Entreprise :

Domaines de compétences *	Profil proposé **				
	E	D	C	B	A
CP11 Rechercher une information.					
CP12 Analyser, organiser, synthétiser des informations.					
CP13 Présenter un travail personnel ou d'équipe. CP14 Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet. CP15 Préparer et animer une réunion de travail.					
CP21 Analyser un besoin de production automatisée.					
CP22 Spécifier tout ou partie d'un système.					
CP31 Imaginer une solution technique opérative ou s'approprier une PO existante.					
CP23 Analyser une solution technique existante ***					

* On se reportera au référentiel pour le détail des compétences (conditions de réalisation, critères et niveaux de performance).

** Griser ou cocher les cases, de gauche à droite de l'appréciation la moins favorable (E) à la plus favorable (A).

*** Si la possibilité se présente.

Appréciation globale des évaluateurs :

.....

Noms et qualités des évaluateurs (équipe pédagogique) et cachet de l'établissement :

.....

Note proposée par la commission
d'évaluation :

/ 40

ATTENTION ! LA NOTE CI-DESSUS N'EST PAS À PORTER PAR LES FORMATEURS DU CANDIDAT.

Brevet de technicien supérieur « Mécanique et automatismes industriels »

Proposition faite par le responsable de l'activité d'exploitation en entreprise et l'équipe pédagogique

Date :

Unité **6.3**

Épreuve professionnelle de synthèse

Sous épreuve d'exploitation d'un système automatisé de production

Identification du candidat :

Nom :

Établissement de formation :

Prénom :

Entreprise :

Domaines de compétences *	Profil proposé **				
	E	D	C	B	A
CP72 Exploiter un SAP en situation de production (conduite et pilotage du système)					
• document synthétique général de description du système support					
• expression formalisée des modes de marche et d'arrêt du SAP					
• fiche de synthèse chiffrée des observations sur le SAP					
• journal de bord des interventions et dysfonctionnement observés éventuellement analyse des causes et effets					
CP2 *** Analyser tout ou partie d'un système automatisé de production CP13 Présenter un travail personnel CP14 Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet CP16 Conseiller, assister, transmettre un savoir faire					

* On se reportera au référentiel pour le détail des compétences (conditions de réalisation, critères et niveaux de performance).

** Griser ou cocher les cases, de gauche à droite de l'appréciation la moins favorable (E) à la plus favorable (A).

*** Couplée avec CP11 (rechercher une information) et CP12 (analyser, organiser, synthétiser des informations).

Appréciation globale des évaluateurs :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Noms et qualités des évaluateurs et cachets de l'établissement et de l'entreprise :

.....

.....

.....

.....

.....

Note proposée par la commission
d'évaluation :

/ 20

ATTENTION ! LA NOTE CI-DESSUS N'EST PAS À PORTER PAR LES FORMATEURS DU CANDIDAT.

FICHE D'ÉVALUATION DU RAPPORT DE STAGE
Brevet de technicien supérieur « Mécanique et automatismes industriels »

Proposition faite par la commission d'interrogation

Date :

Unité **6.3**

Épreuve professionnelle de synthèse

Sous épreuve de connaissance professionnelle de l'entreprise

Identification du candidat :

Nom :

Établissement de formation :

Prénom :

Entreprise :

Domaines d'évaluation des compétences *	Note	Commentaires
A - Connaissance professionnelle et humaine de l'entreprise CP11 - Rechercher une information CP12** et CP75 (Analyser, organiser, synthétiser des informations en vue de comprendre le fonctionnement d'une entreprise sur le plan de la technique, de l'organisation, de la gestion).	/ 12	
B - Présentation CP13 - Présenter un travail personnel ou d'équipe, (en analysant les problèmes techniques et humains rencontrés et les démarches adoptées en respectant une construction claire, lisible et bien composée).	/ 4	
C - Entretien CP14 - Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet (en dégageant, ordonnant et mettant en valeur les points essentiels d'un document à caractère technique ou économique).	/ 4	

* On se reportera au référentiel pour le détail des compétences (conditions de réalisation, critères et niveaux de performance).

** Dans le cadre de CP 21 (Analyser un besoin de production automatisée).

Appréciation globale des évaluateurs :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Noms et qualités des examinateurs et cachet du centre d'examen :

.....

.....

.....

.....

.....

Note proposée par la commission d'évaluation :

/ 20

FICHE D'ÉVALUATION DE SOUTENANCE DE DOSSIER R.T.I.
Brevet de technicien supérieur « Mécanique et automatismes industriels »

Proposition faite par la commission d'interrogation

Date :

Unité **6.1**

Épreuve professionnelle de synthèse

Sous épreuve de **réalisation, test et intégration d'un système automatisé de production**

Identification du candidat :

Nom :

Établissement de formation :

Prénom :

Domaines d'évaluation des compétences *		Note	Commentaires
CP5 : CP51 CP52 CP53 CP54 CP55	Démonstration et conformité vis-à-vis du cahier des charges et de la fiche d'approbation, ou nature des événements, modifications... Réaliser une opération d'adaptation d'un élément opératif. Réaliser les câblages et raccordements de commande. Réaliser un module logiciel. Effectuer l'assemblage et l'intégration de constituants ou sous-systèmes. Effectuer les tests statiques et dynamiques de mise au point ou d'intégration de tout ou partie du système automatisé.	/ 20	
CP6 : CP61 CP62 CP7 : CP71 CP73 CP74	Appropriation de la conception générale Elaborer, mettre à jour un dossier de conception, de réalisation, de test ou d'intégration, un dossier d'exploitation-maintenance. Justification des démarches, solutions, adaptations, techniques et procédures utilisées pour la partie réalisée par le candidat Conduire la réalisation de tout ou partie du système. Optimiser les moyens et procédures de contrôle-commande. Gérer une évolution d'un système automatisé.	/ 45	
CP13 CP14	Présenter un travail personnel ou d'équipe Dialoguer avec un interlocuteur sur un sujet (dont aptitude à répondre avec une argumentation pertinente)	/ 15	

* On se reportera au référentiel pour le détail des compétences (conditions de réalisation, critères et niveaux de performance).

** Voir le détail des compétences dans la description de l'unité du référentiel.

Appréciation globale des évaluateurs :	
Noms et qualités des examinateurs et cachet du centre d'examen :	Note proposée par la commission d'évaluation : / 80

GRILLE D'ÉVALUATION DE MATHÉMATIQUES
Brevet de technicien supérieur « Mécanique et automatismes industriels »

Proposition faite par la commission d'interrogation

Unité **3.1**

Épreuve de mathématiques et sciences physiques
Sous épreuve de mathématiques

Identification du candidat :

Nom :
Prénom :

Établissement de formation :
.....

Année scolaire 19 - 19	Type d'activité - Date	B I L A N

Évaluation générale des capacités et compétences

Posséder les connaissances figurant au pr ogramme					
Utiliser les sources d'information					
Trouver une stratégie adaptée à un problème					
Mettre en œuvre une stratégie	Mettre en œuvre des savoir-faire m a- thématiques				
	Argumenter				
	Analyser la pertinence d'un r ésultat				
Com-muniquer	Par écrit				
	Oralement				

Évaluation par module des capacités et compétences

Nombres complexes	1				
	2				
Calcul différentiel et intégral	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
Transformation de Laplace	1				
	2				
Équations différentielles	1				
	2				
	3				
	4				
Statistique descriptive	1				
	2				
	3				
Calcul des probabilités	1				
	2				
Statistique inférentielles	1				
	2				
	3				
Courbes planes	1				

FICHE D'ÉVALUATION DANS LE CADRE DU CCF
Brevet de technicien supérieur « Mécanique et automatismes industriels »

Proposition faite par l'équipe pédagogique

Date :

Unité **4.1**

Épreuve de conception détaillée de la partie opérative
Sous épreuve de dimensionnement et validation des parties opératives

Identification du candidat :

Nom :

Établissement de formation :

.....

.....

Prénom :

Académie de :

Description de la première situation d'évaluation S1 :

Dimensionnement statique des constituants mécaniques, hydrauliques ou pneumatiques

durée :

Description sommaire du travail demandé sur lequel porte l'évaluation :

.....
.....
.....
.....
.....

Données fournies au candidat pour l'évaluation :

.....
.....
.....
.....

Lister les données mises à la disposition du candidat.

Commentaires :

.....
.....
.....

Description de la seconde situation d'évaluation S2 :

Dimensionnement cinématique et dynamique des constituants méca., hydrau. ou pneu.

durée :

Description sommaire du travail demandé sur lequel porte l'évaluation :

.....
.....
.....
.....
.....

Données fournies au candidat pour l'évaluation :

.....
.....
.....
.....

Lister les données mises à la disposition du candidat.

Commentaires :

.....
.....
.....

Description de la troisième situation d'évaluation S3 :

Interprétation de résultats logiciels et de choix techniques.

durée :

Description sommaire du travail demandé sur lequel porte l'évaluation :

.....

.....

.....

.....

.....

Données fournies au candidat pour l'évaluation :

.....

.....

.....

.....

Lister les données mises à la disposition du candidat.

Commentaires :

.....

.....

.....

Évaluation :

Domaines de compétences *		Profil évalué **				
		E	D	C	B	A
S1	CP331 Évaluer les performances d'un mécanisme d'un point de vue statique					
	CP334 Évaluer les caractéristiques d'une poutre isostatique					
	CP335 Évaluer les performances d'un mécanisme hydraulique ou pneumatique					
S2	CP332 Évaluer les performances cinématiques d'un mécanisme					
	CP333 Évaluer les performances dynamiques et énergétiques d'un mécanisme					
S3	CP332 Évaluer les performances cinématiques d'un mécanisme					
	CP333 Évaluer les performances dynamiques et énergétiques d'un mécanisme					
	CP334 Évaluer les caractéristiques d'une poutre isostatique					
	CP335 Évaluer les performances d'un mécanisme hydraulique ou pneumatique					

* On se reportera au référentiel pour le détail des compétences (conditions de réalisation, critères et niveaux de performance).

** Griser ou cocher les cases, de gauche à droite de l'appréciation la moins favorable (E) à la plus favorable (A).

Appréciation globale des évaluateurs :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Noms et qualités des évaluateurs et cachet de l'établissement :

.....

.....

.....

.....

Note proposée :

/ 40

FICHE D'ÉVALUATION DANS LE CADRE DU CCF Brevet de technicien supérieur « Mécanique et automatismes industriels »

Proposition faite par l'équipe pédagogique

Date :

Unité 4.2

Épreuve de conception détaillée de la partie opérative
Sous épreuve d'étude détaillée de la partie opérative

Identification du candidat :

Nom :

Établissement de formation :

Prénom :

Académie de :

Description de la première situation d'évaluation S1 :

Construire un sous-ensemble opératif cinématiquement défini (dessin de projet)

durée :

Description sommaire du travail demandé sur lequel porte l'évaluation :

[illegible]

Données fournies au candidat pour l'évaluation :

[illegible]

Lister les données mises à la disposition du candidat.

Commentaires :

[illegible]

FICHE D'ÉVALUATION DANS LE CADRE DU CCF Brevet de technicien supérieur « Mécanique et automatismes industriels »	
--	--

Proposition faite par l'équipe pédagogique

Date :

Unité **5.1**

Épreuve de conception de la partie commande

Sous épreuve Analyse et étude détaillée des fonctions de commande

Identification du candidat :

Nom :

Établissement de formation :

Prénom :

Académie de :

Description de la première situation d'évaluation S1 :

Imaginer une solution technique de commande

durée :

Description sommaire du travail demandé sur lequel porte l'évaluation :

[illegible]

Données fournies au candidat pour l'évaluation :

[illegible]

Lister les données mises à la disposition du candidat.

Commentaires :

[illegible]

Description de la seconde situation d'évaluation S2 :
 Décrire le fonctionnement détaillé d'une partie commande

durée :

Description sommaire du travail demandé sur lequel porte l'évaluation :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Données fournies au candidat pour l'évaluation :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lister les données mises à la disposition du candidat.

Commentaires :

.....

.....

.....

Évaluation :

Domaines de compétences *		Profil évalué **				
		E	D	C	B	A
S1	CP41 Imaginer une solution technique de commande					
S2	CP42 Décrire le fonctionnement détaillé d'une partie commande					

* On se reportera au référentiel pour le détail des compétences (conditions de réalisation, critères et niveaux de performance).

** Griser ou cocher les cases, de gauche à droite de l'appréciation la moins favorable (E) à la plus favorable (A).

Appréciation globale des évaluateurs :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Noms et qualités des évaluateurs et cachet de l'établissement :

.....

.....

.....

.....

Note proposée :

/ 40

FICHE D'ÉVALUATION DANS LE CADRE DU CCF
Brevet de technicien supérieur « Mécanique et automatismes industriels »

Proposition faite par l'équipe pédagogique

Date :

Unité **5.2**

Épreuve de conception de la partie commande

Sous épreuve : Choix technologiques et description de la réalisation de la partie commande

Identification du candidat :

Nom :

Établissement de formation :

.....

.....

Prénom :

Académie de :

Description de la première situation d'évaluation S1 :

Dimensionner, évaluer les performances et choisir un constituant de commande

durée :

Description sommaire du travail demandé sur lequel porte l'évaluation :

.....
.....
.....
.....

Données fournies au candidat pour l'évaluation :

.....
.....
.....
.....

Lister les données mises à la disposition du candidat.

Commentaires :

.....
.....
.....

Description de la seconde situation d'évaluation S2 :

Établir un schéma

durée :

Description sommaire du travail demandé sur lequel porte l'évaluation :

.....
.....
.....
.....

Données fournies au candidat pour l'évaluation :

.....
.....
.....
.....

Lister les données mises à la disposition du candidat.

Commentaires :

.....
.....
.....

Description de la troisième situation d'évaluation S3 :

Détailler une description logicielle

durée :

Description sommaire du travail demandé sur lequel porte l'évaluation :

.....

.....

.....

.....

.....

Données fournies au candidat pour l'évaluation :

.....

.....

.....

.....

.....

Lister les données mises à la disposition du candidat.

Commentaires :

.....

.....

.....

.....

Évaluation :

	Domaines de compétences *	Profil évalué **				
		E	D	C	B	A
S1	CP43 Dimensionner, évaluer les performances et choisir un constituant de commande					
S2	CP44 Établir un schéma					
S3	CP44 Détailler une description logicielle					

* On se reportera au référentiel pour le détail des compétences (conditions de réalisation, critères et niveaux de performance).

** Griser ou cocher les cases, de gauche à droite de l'appréciation la moins favorable (E) à la plus favorable (A).

Appréciation globale des évaluateurs :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Noms et qualités des évaluateurs et cachet de l'établissement :

.....

.....

.....

.....

Note proposée :

/ 40