

Industrialisation
des produits mécaniques
Brevet de technicien supérieur

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE

Direction générale de l'enseignement supérieur

Service des formations et de l'emploi

Arrêté du 19 juillet 2006 portant
définition et fixant les conditions
de délivrance

du brevet de technicien supérieur
Industrialisation des produits mécaniques

LE MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

Arrête

Article premier – La définition et les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Industrialisation des produits mécaniques sont fixées conformément aux dispositions du présent arrêté.

Article 2 – Le référentiel des activités professionnelles et le référentiel de certification sont définis en annexe I au présent arrêté.

Les unités constitutives du référentiel de certification sont définies en annexe IIa au présent arrêté.

L'annexe IIb précise les unités communes à plusieurs spécialités de brevets de technicien supérieur et les dispenses d'épreuves au titre d'un autre diplôme.

Article 3 – Le règlement d'examen est fixé en annexe IIc au présent arrêté. La définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation est fixée en annexe IId au présent arrêté.

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

Article 5 – La formation sanctionnée par le brevet de technicien supérieur Industrialisation des produits mécaniques comporte un stage en milieu professionnel dont les finalités et la durée exigée pour se présenter à l'examen sont précisées à l'annexe IIIb au présent arrêté.

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

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

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

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

Le brevet de technicien supérieur Industrialisation des produits mécaniques est délivré aux candidats ayant passé avec succès l'examen défini par le présent arrêté conformément aux dispositions du titre III du décret du 9 mai 1995 susvisé.

Article 8 – Les correspondances entre les épreuves de l'examen organisées conformément à l'arrêté du 3 septembre 1997 portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Industrialisation des produits mécaniques et les épreuves de l'examen organisées conformément au présent arrêté sont précisées en annexe IV au présent arrêté.

La durée de validité des notes égales ou supérieures à 10 sur 20 aux épreuves de l'examen subi selon les dispositions de l'arrêté du 3 septembre 1997 précité et dont le candidat demande le bénéfice dans les conditions prévues à l'alinéa précédent, est reportée dans le cadre de l'examen organisé selon les dispositions du présent arrêté conformément à l'article 17 du décret du 9 mai 1995 susvisé et à compter de la date d'obtention de ce résultat.

Article 9 – La première session du brevet de technicien supérieur Industrialisation des produits mécaniques organisée conformément aux dispositions du présent arrêté aura lieu en 2008.

La dernière session du brevet de technicien supérieur Industrialisation des produits mécaniques organisée conformément aux dispositions de l'arrêté du 3 septembre 1997 portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Industrialisation des produits mécaniques aura lieu en 2007. À l'issue de cette session, l'arrêté du 3 septembre 1997 précité est abrogé.

Article 10 – Le directeur général de l'enseignement supérieur et les recteurs sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 19 juillet 2006

Pour le ministre et par délégation,
l'adjoint au directeur de l'enseignement supérieur

Pour le Ministre et par délégation,
l'adjoint au directeur
de l'enseignement supérieur,

Jean-Pierre KOROLITSKI

Jean-Pierre Korolitski

BO n° 31 du 31 août 2006.

JO du 28 juillet 2006.

Nota – Cette brochure est disponible au Centre national de documentation pédagogique, 13 rue du Four, 75006 Paris, dans les centres régionaux et départementaux de documentation pédagogique et en ligne à l'adresse suivante : www.cndp.fr.

ANNEXE I
Référentiels du diplôme

Référentiel des activités professionnelles

Référentiel de certification

Lexique

Référentiel des activités professionnelles (annexe la)

Le métier du technicien supérieur en industrialisation des produits mécaniques

La cible professionnelle

Le titulaire du brevet de technicien supérieur en Industrialisation des produits mécaniques est un spécialiste des procédés de production mécanique, notamment par usinage. Concepteur des processus qui y sont associés, il intervient tout au long de la chaîne d'obtention (définition – industrialisation – réalisation, assemblage et contrôle) des éléments mécaniques constituant les produits industriels, qu'il s'agisse de biens de consommation pour le grand public ou de biens d'équipement pour les entreprises.

Le contexte professionnel

Place dans l'entreprise

Selon la taille de l'entreprise, le titulaire du brevet de technicien supérieur en Industrialisation des produits mécaniques exerce tout ou partie de ses activités dans les différents services d'industrialisation et de production. Dans les grandes entreprises, il intervient sous l'autorité d'un responsable de service (méthode ou production), notamment dans le cadre de la définition des processus et de la mise en production d'un produit. Au sein des PME-PMI, il peut être plus autonome, et exercer des activités concernant à la fois la préparation, la réalisation et l'organisation. Ces activités peuvent l'amener à occuper les fonctions de responsable de zone de production.

Dans tous les cas, le métier s'inscrit soit au sein de l'entreprise, soit avec des partenaires tels que le donneur d'ordre ou les sous-traitants, et dans un cadre d'ingénierie collaborative avec :

- les concepteurs de produits dans la phase de préindustrialisation ;
- les spécialistes des procédés de première transformation (moulage, forgeage...), de traitements thermiques et de traitements de surfaces ;
- les constructeurs de machines et d'équipements de production (outils, outillages...) ;
- les techniciens de l'automatisation et de l'informatisation, de la logistique et de la gestion, de la maintenance.

Types de production

Le contexte professionnel du titulaire du brevet de technicien supérieur en Industrialisation des produits mécaniques dépend de l'importance des productions assurées par l'entreprise.

Dans le cadre des productions continues ou en séries renouvelables, il intervient au niveau :

- de la conception détaillée des produits, ou préindustrialisation, en ingénierie collaborative (intégration, lors de la définition des produits, des contraintes technicoéconomiques induites par les procédés retenus) : sa fonction est celle d'un **technicien procédé en Préindustrialisation** ;
- de l'industrialisation des produits (conception des processus et des outillages) : il est alors **technicien de méthodes en Conception des processus** ;
- de la qualification des processus : il est **technicien de méthodes en Qualification des processus** ;
- du lancement et du suivi des productions : il est **technicien méthodes « Atelier »**.

Pour les fabrications en petites séries non renouvelables, il coordonne les activités de la mise en production, afin de réaliser des pièces ou des produits conformes dans les délais les plus brefs et à moindre coût. Son rôle est celui d'un **technicien Responsable d'atelier ou d'un secteur de production**.

Il intervient donc au niveau :

- du choix éventuel du procédé ;
- de la définition du processus général de réalisation et de la détermination de son coût prévisionnel ;
- de l'encadrement du (des) technicien(s) de fabrication pour la réalisation et le contrôle ;
- de la vérification de la conformité du produit.

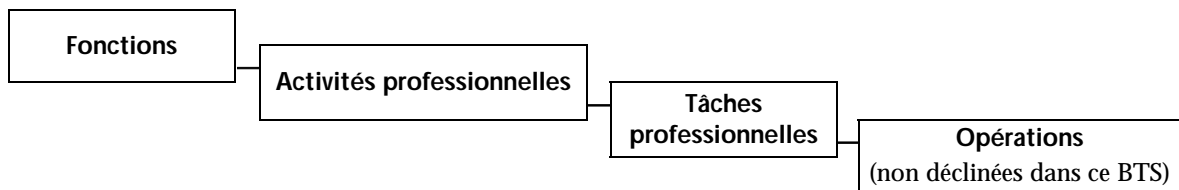
Quel que soit le contexte professionnel, le titulaire de ce BTS est amené à assurer des fonctions de **technicien Responsable de la gestion et de l'organisation des moyens de production** dans le respect du plan qualité de l'entreprise.

Perspectives d'évolution

Au cours de son parcours professionnel, le titulaire du brevet de technicien supérieur en Industrialisation des produits mécaniques pourra assurer des responsabilités de « chargé d'affaire produit » en industrialisation ou/et en production, occuper des postes de responsable d'ingénierie de production ou, encore, utiliser son expérience technique dans des fonctions tournées vers l'extérieur de l'entreprise (achats, ventes, commerce, assistance technique).

Activités et tâches professionnelles

Les activités professionnelles décrites ci-après, déclinées à partir des fonctions d'entreprise, constituent le référentiel des activités professionnelles du technicien supérieur en Industrialisation des produits mécaniques. Les activités sont ensuite déclinées en tâches professionnelles et éventuellement en opérations selon le schéma général ci-dessous.



BTS Industrialisation des produits mécaniques

Fonctions	Activités	Tâches professionnelles
Ingénierie des processus	Exploitation des données de conception et de production	1.1 Participer à la définition du produit du point de vue réalisation.
		1.2 Valider le choix des procédés de réalisation du produit.
		1.3 Définir le cahier des charges des moyens de production et de sous-traitance des procédés.
		1.4 Participer à la détermination du coût prévisionnel du produit d'un point de vue réalisation.
	Industrialisation / Préparation de la réalisation	2.1 Concevoir le processus.
		2.2 Valider le processus.
		2.3 Valider la conformité des moyens par rapport au cahier des charges.
		2.4 Optimiser le processus.
		2.5 Élaborer le dossier d'industrialisation.
	Mise en œuvre des processus	Production
3.2 Garantir la configuration des moyens.		
3.3 Assurer la production.		
3.4 Proposer des améliorations du processus.		
Management en production		4.1 Gérer une équipe de production.
		4.2 Assurer les échanges d'informations en français et en anglais.
		4.3 Gérer des ressources matérielles (charges, maintenance).

Activité 1 – exploitation des données de conception et de production

Description des tâches

- 1.1. Participer à la définition du produit du point de vue réalisation.
- 1.2. Valider le choix des procédés de réalisation du produit.
- 1.3. Définir le cahier des charges des moyens de production et de sous-traitance des procédés.
- 1.4. Participer à la détermination du coût prévisionnel du produit d'un point de vue réalisation.

Nota – Les tâches 1.1., 1.2. et 1.3. sont réalisées en participation.

Résultats attendus

- Propositions quant à la définition du produit en adéquation avec le procédé choisi dans une approche technico-économique.
- Décodage de la définition du produit (matériau, morphologie, spécifications dimensionnelles et géométriques...), élaboration d'un processus prévisionnel réalisable au regard des contraintes de production (délais, ressources humaines et matérielles...).
- Définition et mise en œuvre d'un protocole de validation du choix des procédés et interprétation des résultats.
- Caractérisation des moyens (internes ou externes) de production (les machines et leur environnement).
- Devis prenant en compte les contraintes de production.

Conditions de réalisation

- Définition numérique de préconception du produit, bases de données (procédés, matériaux...).
- Outils de simulation procédés et/ou moyens techniques d'essais.
- Modèle spécifié du produit (dessin de définition) et données de production.
- Banques de données techniques (machines, équipements, environnement...).
- Bases tarifaires et protocole de calcul.

Activité 2 – industrialisation, préparation de la réalisation

Description des tâches

- 2.1. Concevoir le processus.
- 2.2. Valider le processus.
- 2.3. Valider la conformité des moyens par rapport au cahier des charges.
- 2.4. Optimiser le processus.
- 2.5. Élaborer le dossier d'industrialisation.

Nota – Toutes ces tâches sont réalisées en autonomie ; les tâches 2.4. et 2.5. sont itératives avec la tâche 3.1. de l'activité 3 : Production.

Résultats attendus

- Projet d'étude de fabrication (nomenclature, avant-projet, contrats de phases) et des données opératoires (spécifications de fabrication, programme FAO, instructions de réglage...).
- Décision de validation du processus à partir des comptes rendus de simulation (spécifications de fabrication, programme, AMDEC process...) et, si nécessaire, les comptes rendus des essais et préséries.
- Réception de l'ensemble des moyens en regard des spécifications imposées, avec rapports de contrôle et comptes rendus des essais.

- Proposition d'amélioration technico-économique du processus résultant de la simulation et/ou de la présérie.
- Ajustement des paramètres de réglage (programme, positions, paramètres de coupe...).
- Stabilisation des moyens de production (machines, outillages, outils...).
- Mise au point des documents opératoires et constitution du dossier de remise en service et de suivi de la production (fiches de lancement, préparation du poste, étude de temps, propositions d'amélioration et protocole de contrôle...).
- Validation d'un protocole de réception du produit et propositions d'actions correctives.

Conditions de réalisation

- Ensemble :
 - des données techniques de définition du produit ;
 - des données de production ;
 - des données économiques.

Dans tous les cas, les informations numériques peuvent être complétées par des documents conventionnels.

- Moyens nécessaires à l'acquisition et au traitement de l'information (modeleur numérique, FAO, simulation...), ainsi que la connexion aux réseaux (Internet, intranet...).

Activité 3 – production

Description des tâches

- 3.1. Organiser le secteur de production et son environnement.
- 3.2. Garantir la configuration des moyens.
- 3.3. Assurer la production.
- 3.4. Proposer des améliorations du processus.

Résultats attendus

- Préparation des machines et de leur environnement de production.
- Mise en production et vérification de la conformité du processus.
- Proposition d'organisation et d'amélioration de l'unité de production du point de vue technico-économique dans le respect des règles liées à la santé et la sécurité au travail, ainsi qu'à la protection de l'environnement.
- Prise en compte des indicateurs de suivi (pilotage de la production).

Conditions de réalisation

- Dossier d'industrialisation.
- Plan d'aménagement de l'unité de production et des postes de travail.
- Procédures de contrôle, d'ajustement et de suivi de la production.
- Plan qualité.
- Définition numérique spécifiée et protocole de réception du produit.
- Moyens de production.

Activité 4 – management en production

Description des tâches

- 4.1. Gérer une équipe de production.
- 4.2. Assurer les échanges d'informations en français et en anglais.
- 4.3. Gérer des ressources matérielles (charges, maintenance).

Nota – Toutes les tâches sont réalisées en responsabilité et en concertation avec l'équipe de production.

Résultats attendus

- Description des profils de poste, composition de l'équipe de production.
- Encadrement de l'équipe de production : animation, formation, évaluation, incitation à l'inventivité, groupe de progrès.
- Identification des situations dangereuses et définition des mesures préventives associées.
- Élaboration des fiches de poste.
- Respect de l'environnement.
- Organisation de réunions, élaboration de notes, création de tableaux de suivi.
- Participation à des échanges en anglais.
- Organisation des moyens et des équipements périphériques, élaboration du plan charge, validation des protocoles de mise en œuvre.
- Élaboration du plan de maintenance.
- Mise en œuvre d'une démarche de projet : revues, contrat d'objectifs, coûts, gain de productivité, AMDEC...

Conditions de réalisation

- Fiches d'embauche établies par la direction des ressources humaines.
- Définition du site de production : implantation, équipements...
- Outils de management et de communication.
- Cahier des charges de production.
- Historiques des équipements et fiches techniques des moyens.
- Code du travail et normes sur l'environnement ISO 14 000.

Nota – Certains des documents cités ci-dessus peuvent être rédigés en français ou en anglais.

Référentiel de certification (annexe Ib)

Activités professionnelles et compétences

Activités	Tâches professionnelles	Compétences
Exploitation des données de conception et de production	1.1. Participer à la définition du produit du point de vue réalisation.	C01. Proposer et argumenter des modifications de la pièce liées aux difficultés techniques et aux surcoûts de production.
	1.2. Valider le choix des procédés de réalisation du produit.	C02. S'impliquer dans un groupe projet.
	1.3. Définir le cahier des charges des moyens de production et de sous-traitance des procédés.	C03. Pour chacun des procédés visés, proposer un processus prévisionnel et des principes d'outillages associés.
	1.4. Participer à la détermination du coût prévisionnel du produit d'un point de vue réalisation.	C04. Valider le choix du couple matériau-procédé d'élaboration au regard de la géométrie et des spécifications de la pièce à produire.
Industrialisation / Préparation de la réalisation	2.1. Concevoir le processus.	C05. Spécifier les moyens de production nécessaires (machines-outils, outils, outillages...).
	2.2. Valider le processus.	C06. Établir les documents destinés aux partenaires cotraitants et sous-traitants.
	2.3. Valider la conformité des moyens par rapport au cahier des charges.	C07. Répondre à une demande de réalisation.
	2.4. Optimiser le processus.	C08. Estimer le coût prévisionnel de réalisation.
	2.5. Élaborer le dossier d'industrialisation.	C09. Élaborer le processus détaillé.
Production	3.1. Organiser le secteur de production et son environnement.	C10. Définir les moyens et les protocoles de contrôle.
	3.2. Garantir la configuration des moyens.	C11. Définir les contraintes d'environnement de production.
	3.3. Assurer la production.	C12. Définir et mettre en œuvre des essais réels et/ou par simulation permettant de qualifier un processus.
	3.4. Proposer des améliorations du processus.	C13. Valider le processus sur les plans technique et économique.
Management en production	4.1. Gérer une équipe de production.	C14. Qualifier des moyens en mode production au regard d'un cahier des charges.
	4.2. Assurer les échanges d'informations en français et en anglais.	C15. Proposer des solutions d'amélioration technico-économique du processus.
	4.3. Gérer des ressources matérielles (charges, maintenance).	C16. Élaborer les documents opératoires de la mise en production du produit.
		C17. Configurer l'unité de production.
		C18. Configurer l'environnement de production.
		C19. Expliciter les consignes de configuration des moyens.
		C20. Valider la configuration des moyens.
		C21. Lancer la production.
		C22. Suivre la production.
		C23. Adapter le planning à une évolution des besoins.
		C24. Identifier les marges de progrès et proposer des améliorations assorties.
		C25. Animer une équipe.
		C26. Établir une fiche de poste.
		C27. Identifier les risques liés à la sécurité des personnes, définir et mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées.
		C28. Transmettre des informations relatives à l'unité de production.
		C29. Gérer les moyens et les stocks de l'unité de production.
		C30. Assurer la disponibilité des biens.
		C31. Appliquer les règles de protection de l'environnement.

Compétences

C01 – proposer et argumenter des modifications de la pièce liées aux difficultés techniques et aux surcoûts de production

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Les éléments du cahier des charges fonctionnel du produit nécessaires à l'étude proposée - La maquette numérique de conception préliminaire du produit et de la pièce et les spécifications fonctionnelles de la pièce - Les exigences de production : lots, délais, coût prévisionnel, moyens envisagés - Le matériau, les procédés initialement prévus et les bases de données techniques et économiques attenantes - Éventuellement, les résultats de simulation des procédés d'obtention de la pièce étudiée à l'aide de logiciels spécialisés - Un contact éventuel avec un spécialiste du métier - Le processus prévisionnel 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les formes géométriques et les spécifications qui posent des problèmes de réalisation et/ou de contrôle. - Inventorier et décrire les causes des difficultés et des surcoûts qu'elles engendrent : matériau, outils, outillages, processus... - Proposer des modifications de la pièce compatibles avec les procédés considérés et n'altérant pas les fonctionnalités du produit. - Décrire les incidences des modifications sur les diverses composantes des procédés et des processus (paramètres, outils, outillages, ordonnancement des phases, posage, préhension...). - Justifier les variations de coût induites par les modifications proposées. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité et pertinence des problèmes identifiés - Précision et exactitude des causes décrites - Les propositions de modifications sont compatibles avec les procédés et préservent les fonctionnalités du produit - Pertinence des simplifications induites par ces modifications sur les diverses composantes des procédés et des processus - La justification des variations de coût est pertinente

C02 – s'impliquer dans un groupe projet

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Un problème technique ou organisationnel intégré dans une démarche de conception/production - Un ou des objectifs à atteindre en phase de préindustrialisation, d'industrialisation, de production et de contrôle - Un groupe d'interlocuteurs identifiés - Les informations techniques et économiques disponibles - Les conditions des échanges : réunion d'information, de travail technique, rapport d'activité, négociation - Éventuellement, les moyens logiciels et matériels de présentation écrite et/ou orale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Situer et décrire le problème technique. - Définir son rôle au sein du groupe par rapport au problème à résoudre. - Argumenter son point de vue en accord avec l'objectif à atteindre. - Rédiger un rapport technique. - Choisir et utiliser le mode de communication approprié. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude et précision des descriptions techniques - Pertinence de la définition du rôle tenu au sein du groupe - Pertinence des interventions - Concision et lisibilité des informations - Pertinence et maîtrise des moyens de communication retenus

C03 – pour chacun des procédés visés, proposer un processus prévisionnel et des principes d'outillages associés

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Les exigences de production : lots, délais, coût prévisionnel, la capacité des moyens mobilisables - La maquette numérique spécifiée de conception préliminaire de la pièce - Les données techniques et économiques relatives aux procédés considérés - Les normes de codage et représentation 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventorier les contraintes des procédés sur la pièce. - Décrire le processus prévisionnel de réalisation de la pièce : nomenclature des tâches, mise en position de la pièce... - Décrire et représenter sous forme de croquis ou de schémas, le principe du ou des outillages nécessaires. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité et exactitude des contraintes - Pertinence du processus proposé et exactitude de sa description - Le principe de l'outillage proposé permet la réalisation de la pièce

C04 – valider le choix du couple matériau-procédé d'élaboration au regard de la géométrie et des spécifications de la pièce à produire

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Le cahier des charges fonctionnel du produit - Les exigences de production : lots, délais, coût prévisionnel, la capacité des moyens mobilisables - La maquette numérique spécifiée de conception préliminaire de la pièce - Les moyens nécessaires pour la mise en œuvre d'essais et/ou les résultats d'essais réalisés par un spécialiste métier - Un outil informatique et des modules métiers relatifs à certains procédés - Les bases de données sur les procédés et les matériaux avec, éventuellement un module d'aide au choix 	<ul style="list-style-type: none"> - Définir un protocole d'essais : objectif, conditions, forme des résultats. - Configurer les moyens d'essais (réels ou par simulation). - Conduire les essais (réels ou par simulation). - Effectuer les relevés. - Vérifier la compatibilité technique et économique entre les caractéristiques de la pièce (matériau, formes et spécifications) et les procédés visés. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence des éléments du protocole d'essai - Respect de la démarche d'essai et validité des résultats - Exploitabilité des résultats - Compatibilité du couple matériau/procédés d'un point de vue technique et économique - Compatibilité des procédés au regard de la forme et des spécifications de la pièce

C05 – spécifier les moyens de production nécessaires (machines-outils, outils, outillages...)

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Les exigences de production : lots, délais, coût prévisionnel - La maquette numérique spécifiée de conception préliminaire de la pièce - Le couple matériau/procédé retenu - L'ensemble des moyens techniques disponibles et leurs notices techniques - Les bases des données relatives au matériau et aux procédés retenus - La description des processus prévisionnels 	<ul style="list-style-type: none"> - Hiérarchiser les contraintes de production (lots, cadences, délais, coûts...) et en déduire les conséquences sur la relation produit – procédé. - Identifier les performances des moyens techniques disponibles (machines, outils, outillages...). - Inventorier et caractériser les machines, les outils, les outillages et les moyens de contrôle adaptés à la pièce à produire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence de la hiérarchisation et compatibilité du couple produit/procédé au regard des contraintes de production - Exhaustivité de l'inventaire des machines, outils, outillages et moyens de contrôle - Exactitude des caractéristiques et des performances des machines, outils, outillages et moyens de contrôle

C06 – établir les documents destinés aux partenaires co-traitants et sous-traitants

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Les exigences de production : lots, délais, coût prévisionnel - Éventuellement, la maquette numérique de conception détaillée de l'ensemble ou du sous-ensemble sous-traité - La maquette numérique de conception détaillée de la pièce sous-traitée - Les documents définissant le processus prévisionnel - Le type de partenaire technique : cotraitant ou sous-traitant (usineur, assembleur, outilleur, fondeur, spécialiste en forgeage...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Rédiger un cahier des charges de production et de contrôle adapté au partenaire. - Définir le protocole de réception. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence de la prestation technique demandée - Rigueur et précision des documents - Interprétation univoque des instructions

C07 – répondre à une demande de réalisation

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Une demande de réalisation unitaire ou en petite série non renouvelable - Les exigences de la réalisation (délais) - La définition spécifiée du produit - La liste des moyens disponibles - Les données techniques et économiques relatives aux moyens considérés (caractéristiques techniques, disponibilité...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Définir les étapes de la réalisation. - Définir l'organisation de la réalisation. - Décider de la faisabilité technique. - Proposer des aménagements éventuels. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adéquation des étapes et de l'organisation au contexte de réalisation - Pertinence du choix des outils méthodologiques utilisés - Pertinence de la décision - Pertinence des aménagements proposés

C08 – estimer le coût prévisionnel de réalisation

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - La maquette numérique de conception détaillée de la pièce - Le cahier des charges de production - Le processus prévisionnel - Éventuellement, les moyens logiciels nécessaires à l'estimation des coûts - Les données économiques relatives aux équipements (coût des machines, des outils, des outillages...) - L'ensemble des données économiques nécessaires : matière, énergie, consommables divers, main-d'œuvre - Base des coûts des productions antérieures 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventorier les diverses composantes du coût de réalisation de la pièce. - Déterminer les temps, les coûts matière et les coûts outils nécessaires à la réalisation de la pièce. - Pour une production complète, estimer l'incidence des coûts machines et outillage sur le prix de revient d'une pièce ou d'un ensemble sous-traité (notion d'amortissement). 	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaustivité de l'inventaire des diverses composantes du coût de réalisation de la pièce - Exactitude des temps de production - Réalisme des coûts calculés ou estimés

C09 – élaborer le processus détaillé

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - La maquette numérique détaillée de la pièce - Les données de définition du brut - Le processus prévisionnel - Banques de données outils, outillages, processus - Le module métier de CFAO adapté 	<ul style="list-style-type: none"> - Adapter le processus prévisionnel au contexte de production ou à des processus déjà existants (choisir les moyens, établir la chronologie des phases et des opérations). - Déterminer les spécifications fabriquées relatives à chaque phase. - Vérifier que les tolérances prévues sont compatibles avec les capacités des moyens de production. - Établir un mode opératoire d'usinage (document de phase : désignation des outils, paramètres de coupe...). - Définir les stratégies d'usinage à intégrer dans un logiciel de FAO en vue de générer un programme pièce. - Adapter ou configurer un outillage à un contexte de production. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adéquation du processus au contexte de production - Exactitude des spécifications de fabrication - Respect de la norme définissant la représentation isostatique - Exactitude du programme - Cohérence avec les exigences définies avec le document de phase - Lisibilité et clarté des schémas et croquis - Pertinence et exactitude des critères d'aptitude à l'emploi - Précision des légendes - Pertinence des commentaires - Cohérence par rapport aux données et aux contraintes

C10 – définir les moyens et les protocoles de contrôle

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - La maquette numérique détaillée de la pièce - Les spécifications à contrôler - Les normes - La liste des moyens de contrôle disponibles (standard, montage de contrôle, MMT, système de mesurage modulaire, appareillage de métrologie au marbre...) - Moyens informatiques et logiciels associés dans le domaine de la métrologie - Données économiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier le type de contrôle (de réception, de qualification, de suivi...). - Identifier et expliciter les spécifications géométriques, microgéométriques et dimensionnelles. - Définir et choisir une méthode et les moyens de mesurage en tenant compte des contraintes technico-économiques. - Définir la gamme de contrôle et les modes opératoires associés. - Définir les paramètres de suivi statistique du processus. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les zones de tolérance sont correctement identifiées. - Adéquation du mode opératoire établi : <ul style="list-style-type: none"> • au type de contrôle à effectuer • à l'exigence de la norme • à la capacité du processus de contrôle - Les paramètres de suivi statistique du processus sont correctement définis.

C11 – définir les contraintes d'environnement de production

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Tout ou partie d'un dossier de réalisation comportant les données techniques et économiques du processus - L'ensemble des moyens associés à un poste de travail - Les normes utiles - Les moyens informatiques, notamment des modules permettant l'implantation des moyens et la simulation des flux 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les tâches associées au processus et relatives aux aspects techniques, temporels, ergonomiques, environnementaux, réglementaires... - Définir tout ou partie de l'agencement du (des) poste(s) de travail : <ul style="list-style-type: none"> • Identifier les différents types d'en-cours (entrants, sortants conformes, rebuts, litiges, dérogations...), • Définir l'architecture des espaces dédiés au stockage, • Choisir, parmi les moyens possibles, le moyen de transfert interne à l'unité de production le plus adapté. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les tâches associées au processus sont clairement identifiées. - Pertinence des propositions : l'environnement technique permet la réalisation de la tâche dans des conditions techniques et temporelles adaptées, en respectant les règles de sécurité.

C12 – définir et mettre en œuvre des essais réels et/ou par simulation permettant de qualifier un processus

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - La maquette numérique détaillée de la pièce - Les données de définition du brut - Le processus envisagé - Banques de données outils, outillages, processus - Les moyens matériels nécessaires pour la mise en œuvre d'essais et/ou les résultats d'essais antérieurs - Les moyens informatiques, notamment des modules permettant de simuler le comportement de la pièce, des outils et outillages - Éventuellement un logiciel d'aide à la mise en place de plans d'expériences 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les étapes du processus prévisionnel nécessitant des essais. - Identifier les paramètres influant sur les caractéristiques étudiées. - Définir un protocole d'essais : objectif, conditions, forme des résultats. - Configurer les moyens d'essais (réels ou par simulation). - Conduire les essais (réels ou par simulation) - Effectuer les relevés. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence du choix des essais à mettre en place - Pertinence des indicateurs en vue de qualification - Pertinence du protocole d'essai proposé - Les essais sont mis en œuvre de façon à garantir la validité et l'exploitabilité des résultats.

C13 – valider le processus sur les plans technique et économique

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - La maquette numérique détaillée de la pièce - Les données de définition du brut - Le processus envisagé - Banques de données outils, outillages, processus - Les exigences de production : lots, délais, coût prévisionnel, la capacité éventuelle des moyens mobilisables - Les résultats d'essais réels et/ou par simulation des étapes du processus envisagé 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier le respect des exigences de définition et de production au regard des résultats d'essais. - Décider de la qualification du processus envisagé. - Choisir le mode de surveillance des spécifications de fabrication critiques (échantillons initiaux, suivi statistique, surveillance continue...). 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence des conclusions relatives à la qualification (point de vue technique et économique) - Cohérence du mode de surveillance choisi au regard des conclusions relatives à la qualification

C14 – qualifier des moyens en mode production au regard d'un cahier des charges

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Le cahier des charges d'un moyen participant au processus de réalisation du produit - Le moyen à qualifier 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en œuvre le moyen en mode production. - Contrôler les caractéristiques et/ou les performances du moyen au regard des spécifications du cahier des charges. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le moyen est mis en œuvre dans le respect des données de production. - Exactitude du protocole de contrôle des caractéristiques et/ou performances du moyen

C15 – proposer des solutions d'amélioration technico-économique du processus

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Un système de production opérationnel et en phase de stabilisation - L'ensemble de la documentation technique associée - Les exigences de production : lots, délais, coût prévisionnel - Les documents normatifs, procédures et manuels d'assurance qualité de l'entreprise - Des outils de veille technologique, des documents présentant des caractéristiques nouvelles, des solutions innovantes ou des possibilités de transferts de technologies 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les facteurs influents, les critères d'amélioration. - Mettre en œuvre une méthode ou un outil d'amélioration de la qualité. - Identifier des nouvelles solutions techniques, des améliorations du processus issues de l'innovation technologique. - Intégrer et adapter des modifications dans le processus. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence de l'identification des critères d'amélioration technico-économiques - Exactitude de la mise en œuvre de la méthode ou de l'outil d'amélioration de la qualité - Pertinence des améliorations proposées - Les modifications sont correctement intégrées au processus.

C16 – élaborer les documents opératoires de la mise en production du produit

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Un système de production opérationnel et en phase de stabilisation - L'ensemble de la documentation technique associée - Les données économiques - Les documents normatifs, procédures et manuels d'assurance qualité de l'entreprise - Les moyens informatiques, notamment des modules permettant l'élaboration de documents utilisés en production 	<ul style="list-style-type: none"> - Élaborer et rédiger les procédures de mise en production : <ul style="list-style-type: none"> • des machines (réglages, changement rapide de production...); • des outils (fiches opératoires...), des outillages (manutention, préparation, réglages...). - Élaborer les documents de suivi (cartes de contrôle, journal de bord, rapports de contrôle, fiche suiveuse de lot...). 	<ul style="list-style-type: none"> - Lisibilité, clarté et intelligibilité du message - Les étapes de préparation nécessaires à la mise en production sont identifiées. - Exactitude des procédures rédigées

C17 – configurer l'unité de production

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Document de phase (ou ensemble de documents d'opérations) - Dossier outils : désignation univoque des outils à utiliser, définition dimensionnelle des outils spéciaux, définition du (ou des) points pilotés - Données relatives à l'outillage : identification de l'équipement et de sa position, définition des dimensions caractéristiques, procédures de réglage et de préparation particulières - Une unité de production en attente de réglage - L'ensemble des moyens associés à un poste de travail - Les programmes de pilotage de l'unité de production. 	<ul style="list-style-type: none"> - Assurer la préparation des outils de coupe, des outillages de prise de pièce et de contrôle. - Assurer les pré-réglages, la mesure des jauges d'outils, la détermination des dimensions caractéristiques des montages de prise de pièce et de contrôle. - Éditer et charger dans la mémoire du directeur de commande numérique (DCN) les paramètres outils et ceux liés aux montages, ainsi que le programme de pilotage du moyen de production. - Vérifier l'état des outils et gérer un parc d'outils (approvisionnements, codage, stockage, suivi de l'usure). - Produire une présérie de pièces. - Respecter une organisation de production existante. - Restituer une unité de production dans l'état initial en fin de production. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les caractéristiques des outils et équipements sont déterminées avec précision. - Les paramètres sont transmis sans erreur aux machines du processus de production. - Les matériels mis en œuvre sont pris aux endroits identifiés dans les dossiers et remis en place après la fin de la production. - Après utilisation, les outillages sont reconfigurés conformément aux données initiales avant rangement (maintenance).

C18 – configurer l'environnement de production

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Données de gestion des lots à produire - Caractéristiques des contenants entrants et sortants du processus de transformation - Une unité de production en cours de production - Les moyens de transfert de pièces internes à l'unité de production ou entre unités de production - Limites et performances des moyens de transfert 	<ul style="list-style-type: none"> - Respecter une organisation des zones de stockage. - Adapter un moyen de transfert existant aux exigences particulières de l'unité de production. 	<ul style="list-style-type: none"> - Au cours de la production, tous les produits présents dans l'unité de transformation sont identifiés et correctement rangés dans les espaces adaptés. - Les moyens de transfert retenus permettent d'assurer la productivité, la qualité, les contraintes d'ergonomie et de sécurité.

C19 – expliciter les consignes de configuration des moyens

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Dossier de production - Procédures de réglage ou d'étalonnage d'équipements de production en place - Dossiers relatifs à la mise en œuvre et à la programmation des moyens de production 	<ul style="list-style-type: none"> - Garantir le respect des procédures de réglage d'un équipement ou d'un processus. - Définir la méthode de réglage optimale d'un équipement ou d'un processus. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les procédures de réglage en place sont respectées. - Les procédures définies permettent de garantir la qualité et la productivité des moyens mis en œuvre.

C20 – valider la configuration des moyens

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Dossier de définition du produit à obtenir à la sortie du processus de production - Procédures de contrôle de processus existant - Données de gestion des lots de production - Moyens de contrôle et de mesure des performances de l'unité de production - Limites et performances des moyens de mesure et de contrôle mis en œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les paramètres à mesurer ou à contrôler pour garantir la qualité d'un produit ou les performances d'un processus. - Choisir ou définir des moyens de contrôle ou de mesure qui permettent de quantifier la valeur d'un paramètre de contrôle du processus. - Mettre en œuvre un moyen et une procédure de contrôle afin de déterminer : <ul style="list-style-type: none"> • les performances d'un processus ; • la qualité d'un produit. - Quantifier les résultats obtenus au cours de la production (qualité du produit, cadence, coût...). - Corréler les erreurs observées avec les causes assignables de dérèglement du processus de transformation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les procédures de contrôle existantes sont respectées. - Les méthodes et moyens de mesure et de contrôle retenus sont capables de fournir des indications de performance de l'unité de production. - Les écarts entre les résultats attendus et ceux observés sur la production sont quantifiés. - Les causes d'erreur sont énumérées et hiérarchisées. - La relation entre les causes d'erreurs et leurs conséquences sur la production sont établies.

C21 – lancer la production

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Une unité de production configurée pour une production - Dossier de contrôle d'une production - Planning de production d'une unité de production - Tous documents nécessaires au lancement 	<ul style="list-style-type: none"> - Effectuer le démarrage de la production dans les délais imposés par le planning. - Mettre en œuvre un programme de contrôle lors du démarrage de la production. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les protocoles de mesure sont respectés. - Les différentes phases de production sont démarrées conformément au planning établi. - Les écarts entre le planning prévisionnel et le démarrage effectif de la production sont relevés et les causes d'écart sont énumérées.

C22 – suivre la production

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Une unité en cours de production - Dossier de contrôle d'une production - Planning de production d'une unité de production - Tout document nécessaire au suivi et à la clôture d'une production 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en œuvre un programme de contrôle en cours de production ou en clôture de production. - Évaluer les niveaux de non-qualité de la production, en rendre compte et, éventuellement, y remédier. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les protocoles de mesure et de contrôle sont respectés. - La production réalisée respecte les exigences de qualité imposées ou à défaut, est conforme aux dérogations demandées. - Les écarts entre le planning prévisionnel et le déroulement effectif de la production sont relevés et les causes d'écart sont énumérées. - Les documents établis relatent de façon univoque les aléas de production. - Les propositions d'amélioration sont argumentées, leur impact sur la production est apprécié, leur coût est estimé.

C23 – adapter le planning à une évolution des besoins

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Événement non planifié qui doit être pris en compte dans la production (charge supplémentaire, panne, maintenance...) - Une unité de production en fonctionnement - Planning de production d'une unité de production 	<ul style="list-style-type: none"> - Évaluer la capacité à produire de l'unité de production. - Proposer des modifications d'ordonnancement de la production visant à respecter les délais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le délai de production global de l'unité de production est respecté.

C24 – identifier les marges de progrès et proposer des améliorations assorties

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Une unité de production en fonctionnement - Un relevé chronologique des dysfonctionnements de l'unité de production 	<ul style="list-style-type: none"> - Relever et traiter des données caractéristiques du fonctionnement d'une unité de production. - Identifier les gains potentiels en qualité, en coût... - Proposer des solutions d'amélioration matérielle ou organisationnelle. - Identifier les éléments permettant d'évaluer le coût d'une modification. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les données relevées reflètent le fonctionnement effectif de l'unité de production. - Les causes de dysfonctionnement sont hiérarchisées. - Les solutions proposées sont pertinentes.

C25 – animer une équipe

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Une équipe de collaborateurs - Un problème de réalisation, de contrôle, d'assurance de la qualité, de sécurité - Une technologie ou une procédure nouvelle 	<ul style="list-style-type: none"> - Animer une réunion d'information. - Animer une réunion de motivation. - Animer une réunion de résolutions de problèmes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les modalités d'organisation de la réunion sont pertinentes. - Les messages sont transmis et enregistrés par les collaborateurs. - Le groupe adhère au changement proposé.

C26 – établir une fiche de poste

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Une situation de production à caractère industriel réelle ou simulée - Historique des fiches de postes de l'entreprise et, éventuellement, liste des compétences associées. 	<ul style="list-style-type: none"> - Déterminer et décrire les activités correspondant à un poste de travail, et identifier les compétences correspondantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence de l'inventaire des activités caractéristiques du poste de travail. - Pertinence des compétences identifiées.

C27 – identifier les risques liés à la sécurité des personnes, définir et mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Une situation de travail réelle ou reconstituée sous forme d'un dossier (multimédia...) - Des outils d'analyse (AMDEC, arbre des causes, check-list, arbre des défaillances, grilles d'observation...) - Une analyse de situation de travail - Les critères de choix d'une mesure de prévention - Charte ou plan de sécurité de l'entreprise - La réglementation en vigueur 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les risques pour la santé et la sécurité au travail au niveau des procédés de fabrication, des équipements de travail, des aménagements de lieux de travail et de la définition des postes de travail. - Déterminer les mesures de prévention au regard des risques identifiés. - Appliquer les mesures de prévention. - Effectuer l'analyse des risques après dysfonctionnement, incident, accident. - Formaliser l'évaluation des risques dans le cadre du « Document unique d'évaluation des risques professionnels ». - Aménager un poste de travail selon une démarche ergonomique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence des procédures de santé et sécurité au travail aux postes de travail - Adéquation entre les solutions retenues et les impératifs de production, qualité et conditions de travail - Évaluation correcte des principaux risques présents dans la situation de travail - Pertinence des mesures de prévention mises en œuvre - Exactitude de la démarche ergonomique employée

C28 – transmettre des informations relatives à l'unité de production

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Une situation de production à caractère industriel, réelle ou simulée - Une information à transmettre - L'origine et la destination de l'information - Les moyens de communications oraux, écrits, télématiques, multimédias... - Un ou des interlocuteurs s'exprimant en anglais 	<ul style="list-style-type: none"> - Choisir une stratégie de communication adaptée. - Formaliser les messages. - Choisir les supports de communication. - Rédiger un rapport. - Transmettre, par écrit et oralement, en français et en anglais, des informations relatives à l'unité de production. - Dialoguer en français et en anglais sur le sujet avec un ou des interlocuteurs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le rapport écrit est lisible et concis. - Les comptes rendus sont pertinents. - Le message est concis et sans ambiguïté. - Le vocabulaire est précis. - L'expression orale est claire. - L'objectif, le public visé, le message, sont clairement identifiés. - Le résultat escompté est atteint. - La formulation orale en langue anglaise est intelligible. - Les idées échangées par l'ensemble des interlocuteurs sont compréhensibles.

C29 – gérer les moyens et les stocks de l'unité de production

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Le cahier des charges de production (sous-traitance, heures supplémentaires possibles...) - Les capacités du système de production et un historique des éléments aléatoires intervenant sur les délais - Des propositions de lancement du service ordonnancement - Les ressources humaines - Les nomenclatures des phases avec les temps prévisionnels - Les priorités des ordres de fabrication - L'état des stocks en matière et composants - Un système informatique de gestion d'atelier et de gestion des stocks 	<ul style="list-style-type: none"> - Assurer le pilotage en temps réel d'un secteur de production. - Suivre l'avancement de la production. - Gérer les stocks (matière, pièces, outils, outillages...). 	<ul style="list-style-type: none"> - Les ruptures d'approvisionnement et les excès de stocks sont évités. - L'optimisation des réglages machines permet la réduction des temps d'arrêt. - Les délais de livraison sont respectés. - La prise en compte des ressources humaines est pertinente.

C30 – assurer la disponibilité des biens

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> - Un système de production et son dossier technique d'exploitation et de maintenance - Des outils d'analyse (AMDEC, arbre des causes, check-list, arbre des défaillances, grilles d'observation...) - Une analyse de situation de travail et/ou de défaillance - Les critères de choix d'une mesure de prévention - Historiques des équipements et fiches techniques des moyens 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les indices apparents de dysfonctionnement d'un bien (comportement, résultat). - Décrire et transmettre les circonstances dans lesquelles se sont produits les défauts. - Décider des actions à conduire en cas de défaillance du système de production. - Proposer un éventuel fonctionnement dégradé. - Participer à l'élaboration et à la mise en œuvre du plan de maintenance préventive. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le diagnostic est exact. - Les circonstances susceptibles d'être à l'origine du défaut sont recensées. - Les solutions retenues sont pertinentes et tiennent compte des impératifs de la production, de la qualité et des conditions de travail. - L'analyse met en évidence et évalue les principaux risques présents dans la situation de travail. - La communication entre dépanneurs et exploitants est efficace. - Les mesures de prévention sont adaptées, la mise en œuvre et le protocole de validation sont corrects. - La décision d'action est pertinente et rapide.

C31 – appliquer les règles de protection de l'environnement

Données	Compétence détaillée	Critères et/ou indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none">- La réglementation en matière de protection de l'environnement- L'étiquetage des produits- Les fiches de données et de sécurité (FDS)- Les informations relatives aux installations de traitement des effluents et d'évacuation des déchets.- Code du travail et normes sur l'environnement ISO 14000	<ul style="list-style-type: none">- Identifier et lister les effluents et les déchets.- Proposer des solutions pour réduire les effluents et les déchets.- Mettre en œuvre la politique relative au traitement et à l'évacuation des effluents et des déchets.- Réaliser une amélioration continue des performances environnementales.	<ul style="list-style-type: none">- Les effluents et déchets présentant un danger pour l'environnement sont identifiés.- La politique environnementale est correctement mise en œuvre.- Les propositions d'amélioration sont pertinentes.

Savoirs associés aux compétences

Les savoirs associés aux compétences ont été organisés autour de 13 thèmes distincts (S1 à S13), listés ci-dessous. Pour chaque thème sont ensuite définis :

- les connaissances (partie de gauche) ;
- les niveaux d'acquisition et de maîtrise de ces connaissances dont la définition est précisée ci-après.

S1. Culture générale et expression

S2. Anglais

S3. Mathématiques

S4. Sciences physiques appliquées

- S4.1 Analyse du comportement dynamique d'un système électromécanique
- S4.2 Régimes sinusoïdaux
- S4.3 Régimes périodiques
- S4.4 Structure des systèmes asservis
- S4.5 Machines électriques : principes et pilotage

S5. Étude des produits et des outillages

- S5.1 Fonctionnalités des produits
- S5.2 Conception des outillages
- S5.3 Représentation d'un ensemble mécanique et chaîne numérique

S6. Mécanique industrielle

- S6.1 Étude cinématique des mécanismes
- S6.2 Étude statique des pièces et composants
- S6.3 Résistance et déformation des pièces et composants
- S6.4 Comportements dynamique et énergétique des équipements

S7. Procédés

- S7.1 Élaboration des pièces métalliques semi-ouvrées
- S7.2 Élaboration des pièces en matières synthétiques
- S7.3 Procédés d'assemblage
- S7.4 Matériaux rencontrés en production mécanique (matière d'œuvre, outils et outillages)
- S7.5 Traitements des pièces
- S7.6 Obtention des pièces par usinage

S8. Conception des processus

- S8.1 Chaîne numérique et conception des processus
- S8.2 Élaboration d'avant-projets
- S8.3 Données de fabrication
- S8.4 Aspects technico-économiques

S9. Qualité et contrôle

- S9.1 La qualité dans l'entreprise
- S9.2 La conformité d'une pièce au regard des spécifications

S10. Gestion de la production

- S10.1 Organisation de l'unité de production
- S10.2 Gestion de l'unité de production

S11. Gestion technique et économique d'une affaire

- S11.1 L'entreprise de production
- S11.2 Le cadre juridique
- S11.3 Éléments généraux de gestion de l'entreprise
- S11.4 Coûts et coûts de revient constatés
- S11.5 Devis, facturation et budget

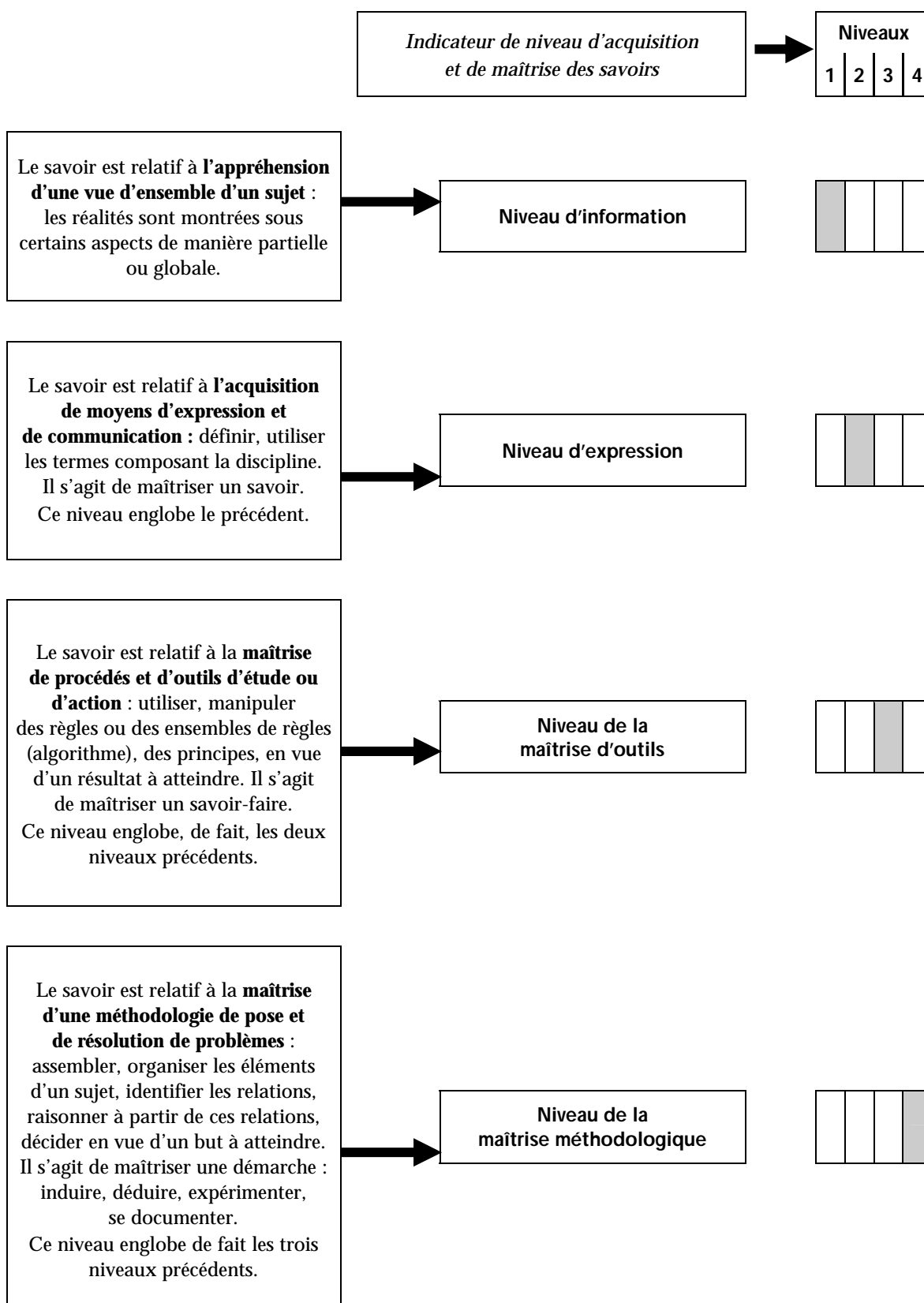
S12. Systèmes de production et maintenance

- S12.1 Intégration numérique des systèmes de production
- S12.2 Architecture des équipements de production numériques
- S12.3 Maintenance préventive

S13. Sécurité – environnement

- S13.1 Santé et sécurité au travail
- S13.2 Protection de l'environnement et risques industriels

Spécification des niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs



S1 – culture générale et expression

BO n° 7 du 17 février 2005. JO du 28 janvier 2005.

Objectifs et contenus

Le but de l'enseignement du français dans les sections de techniciens supérieurs est de donner aux étudiants la culture générale dont ils auront besoin dans leur vie professionnelle et dans leur vie de citoyen et de les rendre aptes à une communication efficace à l'oral et à l'écrit.

Culture générale

La culture générale est développée par la lecture de tout type de textes et de documents (presse, essais, œuvres littéraires, documents iconographiques, films) en relation avec les questions d'actualité rencontrées dans les médias, les productions artistiques, les lieux de débat.

En première année, le choix des thèmes de réflexion, des textes et documents d'étude est laissé à l'initiative du professeur qui s'inspire des principes suivants :

- créer une culture commune chez des étudiants arrivant d'horizons scolaires variés ;
- développer la curiosité des étudiants dans le sens d'une culture générale ouverte sur les problèmes du monde contemporain (questions de société, de politique, d'éthique, d'esthétique) ;
- développer le sens de la réflexion (précision des informations et des arguments, respect de la pensée d'autrui, formation à l'expression d'un jugement personnel) en proposant des textes et documents de qualité en accord avec les compétences de lecture du public concerné.

En deuxième année, deux thèmes sont étudiés. Ces thèmes, dont l'un est renouvelé chaque année, font l'objet d'une publication au *BO*. Cette publication précise un intitulé, une problématique et des indications bibliographiques qui orientent et délimitent la problématique de chaque thème.

Expression

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

Des exercices variés concourent à cette maîtrise : débat oral, exposé oral, analyse des interactions verbales ; analyse et résumé d'un texte, comparaison de textes plus ou moins convergents ou opposés, étude logique d'une argumentation, constitution et analyse d'une documentation, compte rendu d'un livre lu, composition d'une synthèse à partir de textes et de documents de toute nature, rédaction d'un compte rendu, d'une note, d'une argumentation personnelle.

Capacités et techniques

Cette annexe se présente sous la forme d'un répertoire des capacités et techniques dont la maîtrise constitue l'objectif de l'enseignement du français dans les sections de techniciens supérieurs. Il comprend une analyse de ces capacités et ces techniques, un recueil de situations dans lesquelles il est possible d'acquérir, d'exercer et d'évaluer ces compétences, un recensement de critères spécifiques d'évaluation.

Les situations proposées sont des situations de formation. Certaines d'entre elles peuvent servir de supports à une évaluation (par exemple, l'exercice de synthèse). D'autres ne figurent pas en tant que telles dans les épreuves de certification mais sont essentielles dans un parcours de formation (l'exercice de résumé, par exemple, ou encore les activités d'expression orale).

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

Chaque professeur de français conserve la responsabilité de définir son projet pédagogique, en déterminant ses priorités et sa progression. Il prend en charge, selon les horaires dont il dispose, les exigences professionnelles propres aux sections où il enseigne et répond aux besoins recensés chez ses étudiants ou ses stagiaires.

Chaque fois que cela est possible, il veille à établir des liens entre l'enseignement qu'il dispense et les enseignements généraux et professionnels que ses étudiants reçoivent dans leur section.

Capacité A – communiquer oralement

Compétences caractéristiques

Être capable de :

1. Connaître et respecter les conditions préalables et indispensables à toute communication orale (attention, écoute, disponibilité...).
2. Mémoriser et restituer par oral un message écrit ou oral.
3. Reformuler un message oral.
4. Se fixer un ou des objectifs (informer, expliquer, justifier, réfuter, convaincre, persuader) et le (ou les) faire connaître.
5. Choisir, ordonner, structurer les éléments de son propre message.
6. Produire un message oral :
 - en fonction d'une situation de communication donnée ;
 - en respectant le sujet, les données du problème, le ou les objectifs fixés ;
 - en tenant compte du destinataire.
7. Recentrer le sujet de discussion ou le thème d'un débat.

Situations possibles

Auditoire familier ou non

1. Avec ou sans support présent
 - 1.1 Formulation de consignes.
 - 1.2 Questionnement à des fins d'information.
 - 1.3 Communication téléphonique.
 - 1.4 Entretien.
 - 1.5 Réponse argumentée à une demande.
 - 1.6 Restitution d'un message, reformulation personnalisée d'un message.
 - 1.7 Prise de parole.
 - 1.8 Exposé bref, entretien, préparés en temps limité ; exposé (seul ou à plusieurs).
 - 1.9 Débat.
2. Avec support présent
 - 2.1 Commentaire d'images isolées ou en suite.
 - 2.2 Commentaire de documents non textuels (organigramme, tableau de statistiques, schéma, graphique, diagramme...)
 - 2.3 Revue de presse.
 - 2.4 Rapport.
 - 2.5 Présentation et soutenance d'un dossier.
3. Sans support présent
 - 3.1. Compte rendu d'un événement dans l'entreprise, d'une visite de chantier, d'une réunion, d'une lecture, d'un spectacle.
 - 3.2. Prise de parole, discussion.
 - 3.3. Jeu de rôles, simulation d'entretien.

Critères d'évaluation

1. Adaptation à la situation

Maîtrise des contraintes de temps, de lieu, d'objectif.

2. Adaptation au destinataire

- 2.1 Choix des moyens d'expression appropriés (images, exemples, répétitions volontaires, usage du métalangage, formules de relations sociales...).

- 2.2 Prise en compte du discours et de l'attitude de l'interlocuteur (écouter, saisir les nuances, reformuler, s'adapter).
- 3. Organisation du message
 - 3.1 Unité de sens (en rapport direct avec le sujet et la situation).
 - 3.2 Structure interne (déroulement chronologique, articulation logique, progression appropriée à l'objectif visé).
- 4. Contenu du message
 - 4.1 Intelligibilité du message.
 - 4.2 Précision des idées.
 - 4.3 Pertinence des exemples.
 - 4.4 Valeur de l'argumentation.
 - 4.5 Netteté de la conclusion.

Technique α – la langue orale

Compétences caractéristiques

Être capable de :

1. Prendre la parole, se faire entendre.
2. Adapter sa voix et son attitude aux contraintes de la situation.
3. Choisir et maîtriser le registre de langue approprié.
4. Utiliser un vocabulaire précis et varié.
5. Produire un message oral dont les éléments forment des productions achevées (en tenant compte des spécificités de la langue orale).

Situations possibles

1. Les mêmes que pour la capacité A.
2. Certains exercices spécifiques pour apprendre à :
 - 2.1 Poser sa voix, articuler, contrôler le débit, varier l'intonation.
 - 2.2 Maîtriser le regard, les gestes, les mimiques.
 - 2.3 Utiliser l'espace.
 - 2.4 Respecter les contraintes de temps.

Critères d'évaluation

1. Présence
 - 1.1 Voix (articulation, débit, volume, intonation).
 - 1.2 Regard.
 - 1.3 Attitude.
 - 1.4 Utilisation des documents.
 - 1.5 Spontanéité de la formulation (distance par rapport au message écrit).
2. Langue
 - 2.1 Registre (courant, soutenu) adapté à la situation de communication et à l'auditoire.
 - 2.2 Lexique (précision, variété).
 - 2.3 Structure syntaxique (phrases simples ou complexes, achevées ou non...).

Capacité B – s’informer – se documenter

Compétences caractéristiques

Être capable de :

1. Rechercher, c'est-à-dire :
 - 1.1 Maîtriser les outils et les techniques documentaires usuels.
 - 1.2 Établir une problématique de la recherche envisagée.
 - 1.3 Réduire un axe de recherche à des notions et à des mots-clés.
 - 1.4 Fixer l'ordre des opérations documentaires.
2. Trier et traiter, c'est-à-dire :
 - 2.1 Identifier le support de l'information et en apprécier la pertinence.
 - 2.2 Repérer une information dans un ensemble organisé ou non.
 - 2.3 Sélectionner, selon un ou plusieurs critères, une information, une documentation.
 - 2.4 Analyser, classer, ordonner informations et documents en fonction d'objectifs explicités.
 - 2.5 Relativiser les informations en fonction de leur environnement (contextes et connotations).
 - 2.6 Préparer une conclusion.

Situations possibles

Toute situation de recherche, de tri et de traitement d'informations (écrites, orales, visuelles) sur des ensembles organisés ou non.

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

Critères d'évaluation

1. Adéquation de la méthode de recherche à la situation.
2. Pertinence des choix opérés.
3. Cohérence de la production (classement et enchaînement des éléments).
4. Pertinence des conclusions en fonction des documents de référence.

Capacité C – appréhender un message

Compétences caractéristiques

Être capable de :

1. S'interroger pour :
 - 1.1 Prendre en compte les caractères spécifiques du code (écrit, oral, iconique, gestuel) ou des codes employés.
 - 1.2 Reconnaître le statut du texte (genre, registre, type de discours, destinataire).
 - 1.3 Situer le message dans ses contextes (historique, linguistique, référentiel, idéologique...).
 - 1.4 Discerner les marques d'énonciation.
 - 1.5 Distinguer les idées et les mots-clés du message.

- 1.6 Percevoir les effets de sens dus au langage (ambiguïtés, connotations, figures de style...).
 - 1.7 Mettre en relation les éléments d'un même document ou des éléments appartenant à des documents différents, repérer les idées convergentes et divergentes.
 - 1.8 Découvrir le système ou les systèmes de cohérence d'un message (chronologique, logique, symbolique...).
2. Rendre compte de la signification globale d'un message
 3. Restructurer un message à partir d'éléments donnés

Situations possibles

1. Lecture silencieuse d'un ou de plusieurs textes.
2. Étude comparée de textes.
3. Audition d'un message oral (revue de presse, exposé, discours argumenté, etc.).
4. Lecture d'images fixes isolées ou en séquences, lecture de films.
5. Lecture de documents écrits non textuels (organigramme, tableau de statistiques, schéma, graphique, diagramme, etc.).

Critères d'évaluation

Selon les situations :

1. Pertinence dans le relevé des idées et mots-clés du message définis selon son ou ses systèmes de cohérence.
2. Exactitude, précision, cohérence dans l'analyse et la mise en relation de ces éléments.
3. Interprétation justifiée des moyens mis en œuvre dans le message (registre de langue, syntaxe, structure, système des connotations, figures, etc.).
4. Mise en perspective du message par rapport à son ou à ses contextes.
5. Fidélité à la signification globale du message.

Capacité D – réaliser un message

Compétences caractéristiques

Être capable de :

1. Respecter les éléments constitutifs d'une situation de communication (destinataire, niveau de langue).
2. Recenser les données d'un problème.
3. Se fixer des objectifs avant de formuler ou de rédiger un message (informer, expliquer, justifier, réfuter, convaincre, persuader).
4. Rassembler des éléments d'information et des moyens d'argumentation.
5.
 - 5.1 Élaborer une idée à partir d'un fait, d'un exemple, d'un document.
 - 5.2 Développer des idées à partir d'une notion, d'une question, d'une idée donnée.
 - 5.3 Illustrer une idée à l'aide d'exemples, de citations.
6. Organiser les données et les idées en fonction des objectifs retenus.
7. Choisir les moyens d'expression appropriés à la situation et au destinataire.
8. Nuancer, relativiser, si besoin, l'expression de sa pensée.
9. Donner, si besoin, un tour personnel à un message.

Situations possibles

Toutes les situations qui permettent la création d'un message, avec ou sans implication de l'émetteur, notamment :

1. Réponse à une demande, à une question.
2. Préparation d'un questionnaire.
3. Correspondance professionnelle, administrative.
4. Compte rendu d'un événement dans l'entreprise, d'une visite de chantier, d'une réunion, d'une lecture, d'un spectacle.
5. Résumé.
6. Rapport.
7. Synthèse de documents.
8. Discours argumenté :
 - 8.1 Exposé bref, entretien, préparés en temps limité avec ou sans support présent.
 - 8.2 Exposé (seul ou à plusieurs).
 - 8.3 Commentaire de textes, développement composé, essai...
9. Présentation et soutenance d'un dossier.

Critères d'évaluation

1. En toute situation.
 - 1.1 Compréhension du message par le destinataire.
 - 1.2 Présentation matérielle adaptée au type de message.
 - 1.3 Présence et exactitude des informations, des données, des notions requises par le sujet traité.
 - 1.4 Organisation et cohérence du message.
 - 1.4.1 Unité de sens (en rapport direct avec le sujet et la situation).
 - 1.4.2 Structure interne (déroulement chronologique, articulation logique, progression adaptée à l'objectif visé).
2. Selon les situations.
 - 2.1 Efficacité du message (densité du propos, netteté de la conclusion...).
 - 2.2 Implication ou non de l'émetteur (attendue dans un rapport, proscrite dans un résumé, par exemple).
 - 2.3 Exploitation opportune des références culturelles, de l'expérience personnelle.
 - 2.4 Originalité de l'écriture, du contenu.

Capacité E – apprécier un message ou une situation

Compétences caractéristiques

Être capable de :

1. Apprécier les données d'une situation vécue (événement, conduite, débat, etc.).
2. Évaluer l'intérêt, la pertinence, la cohérence, la portée d'un message (y compris de son propre message) ou de certains de ses éléments.
3. Justifier son point de vue.
4. Établir un bilan critique.

Situations possibles

1. Formulation d'un jugement critique après lecture, étude, audition, observation (*voir* situations évoquées en A, B, C, D).
2. Auto-évaluation.

Critères d'évaluation

1. En toute situation.

1.1 Choix motivé et utilisation judicieuse des éléments de la situation ou du message examinés :

- distinction entre l'essentiel et l'accessoire ;
- recul par rapport au message ou à la situation ;
- mise en perspective des éléments retenus ;
- jugement critique.

1.2 Pertinence des arguments logiques et hiérarchisation de ces arguments.

2. En situation d'auto-évaluation

Perception juste de l'effet produit sur autrui, de la valeur de sa prestation par rapport aux exigences requises.

Technique β – la langue à l'écrit

Compétences caractéristiques

1. Rédiger un message lisible (graphie, ponctuation, mise en page).
2. Respecter le code linguistique écrit (morphologie, orthographe lexicale et grammaticale, syntaxe).
3. Respecter la logique d'un texte écrit (connecteurs, marques de chronologie, reprises anaphoriques).
4. Prendre en compte la situation d'écriture (niveau de langue, précision lexicale).

Situations possibles

1. Les situations de production de message écrit évoquées en D.
2. Toute activité spécifique permettant de consolider la maîtrise du code écrit.

Critères d'évaluation

Ces critères sont définis par les compétences caractéristiques énumérées ci-dessus.

S2 – anglais

Objectifs

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

Pour l'étudiant de brevet de technicien supérieur, cette étude est une composante de la formation professionnelle et la maîtrise de l'anglais est une compétence indispensable à l'exercice de la profession.

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

Compétences fondamentales

Elles seront développées dans les domaines suivants :

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

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

Contenus

Grammaire

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

Lexique

On réactivera et renforcera le vocabulaire élémentaire de la langue de communication et le programme de second cycle des lycées. C'est à partir de cette base nécessaire que l'on devra renforcer, étendre et diversifier les connaissances en fonction des besoins spécifiques de la profession.

Éléments culturels des pays utilisateurs d'une langue vivante étrangère

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

S3 – mathématiques

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs « Industrialisation des produits mécaniques » se réfère aux dispositions de l'arrêté du 8 juin 2001 fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur.

Les dispositions de cet arrêté sont précisées pour le BTS « Industrialisation des produits mécaniques » de la façon suivante.

Lignes directrices

Objectifs spécifiques à la section

L'étude de phénomènes continus issus des sciences physiques et de la technologie est essentielle dans la formation des techniciens supérieurs en Industrialisation des produits mécaniques. Ils sont décrits mathématiquement par des fonctions obtenues le plus souvent comme solutions d'équations différentielles.

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

La connaissance de quelques méthodes statistiques, notamment pour contrôler la qualité d'une fabrication, est indispensable dans cette formation.

Organisation des contenus

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

- une étude des fonctions usuelles (exponentielles, puissances et logarithme) et la résolution d'équations différentielles dont on a voulu marquer l'importance, en relation avec les problèmes d'évolution ;
- la résolution de problèmes géométriques rencontrés dans le domaine technologique, y compris en conception et fabrication assistées par ordinateur, permettant de développer la vision dans l'espace et la maîtrise des solides usuels ;

- 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 moyens informatiques appropriés : calculatrice programmable à écran graphique, ordinateur muni d'un tableur, de logiciels de calcul formel, de géométrie ou d'application (modélisation, simulation...).

Organisation des études

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

Programme

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

Nombres complexes 1.

Fonctions d'une variable réelle.

Calcul différentiel et intégral 2, où pour le TP 2, on privilégiera les exemples d'étude de modèles géométriques utilisés, notamment dans l'industrie automobile ou aéronautique, pour obtenir une forme satisfaisant certaines contraintes (courbes de Bézier...).

Équations différentielles, à l'exception du TP 3 et où, pour la résolution des équations linéaires du second ordre, on se limitera à celles à coefficients réels constants dont le second membre est une fonction exponentielle $t \rightarrow e^{at}$, où $a \in \mathbb{R}$, un polynôme, ou une fonction $t \rightarrow \cos(\omega t + \varphi)$.

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

Statistique descriptive.

Calcul des probabilités 2.

Statistique inférentielle, à l'exception du TP 5.

Calcul vectoriel, à l'exception du produit mixte.

Configurations géométriques.

Nombres complexes 1

Dans cette brève étude, on insistera sur l'intervention des nombres complexes en analyse (résolution d'équations différentielles) et sur leur utilisation en électricité et en électronique.

a) Somme $a + bi$ telle que $i^2 = -1$: égalité, somme, produit, conjugué, inverse

Représentation géométrique

Lignes de niveau des fonctions $z \mapsto \Re(z)$ et $z \mapsto \Im(z)$

b) Module d'un nombre complexe ; argument d'un nombre complexe non nul

Notation $e^{i\theta}$; forme trigonométrique $z = r e^{i\theta}$ où $r > 0$

Lignes de niveau des fonctions $z \mapsto |z - a|$ et $z \mapsto \text{Arg}(z - a)$

Passage de la forme algébrique à la forme trigonométrique et inversement

Relation $e^{i\theta} e^{i\theta'} = e^{i(\theta+\theta')}$; lien avec les formules d'addition

c) Formule de Moivre. Formules d'Euler

La construction de \mathbb{C} n'est pas au programme.

Les étudiants doivent connaître la notation $x + jy$, utilisée en électricité.

Aucune connaissance sur les applications des nombres complexes à la géométrie n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

Le repérage polaire $\rho e^{i\theta}$, où ρ est de signe quelconque, est hors programme.

Travaux pratiques

1° Exemples de mise en œuvre des formules de Moivre et d'Euler : linéarisation de polynômes trigonométriques

Cette activité est à mener en liaison avec l'enseignement des sciences physiques ; toute virtuosité en ce domaine est exclue ; aucune connaissance à ce sujet n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques et toutes les indications utiles doivent être fournies.

2° Résolution des équations du second degré à coefficients réels

La résolution d'équations à coefficients complexes et l'étude des racines $n^{\text{ième}}$ d'un nombre complexe sont hors programme.

Fonctions d'une variable réelle

On se place dans le cadre des fonctions à valeurs réelles ou complexes, définies sur un intervalle de \mathbb{R} , qui servent à modéliser mathématiquement des « phénomènes continus ». Les étudiants devront savoir traiter les situations qui se prêtent à une telle modélisation.

On consolidera les acquis sur les fonctions en tenant compte, notamment sur les limites, des programmes de mathématiques suivis antérieurement par des étudiants.

Ce module de programme énumère les fonctions intervenant dans les autres modules d'analyse, modules où figurent les rubriques de travaux pratiques concernant ces fonctions.

En particulier dans l'ensemble de ces modules, on utilisera largement les moyens informatiques (calculatrice, ordinateur), qui permettent notamment de faciliter la compréhension d'un concept ou d'une méthode en l'illustrant graphiquement, numériquement ou dans un contexte lié à la spécialité considérée, sans être limité par d'éventuelles difficultés techniques.

Les calculs à la main, nécessaires pour développer la maîtrise des méthodes figurant au programme, ont leur cadre défini dans les rubriques de travaux pratiques, le plus souvent dans la colonne de commentaires.

Le champ des fonctions étudiées se limite aux fonctions usuelles suivantes :

a) Fonctions en escalier, fonctions affines par morceaux, fonction exponentielle $t \mapsto \exp t$ ou $t \mapsto e^t$, fonction logarithme népérien $t \mapsto \ln t$, fonctions puissances $t \mapsto t^\alpha$ où $\alpha \in \mathbb{R}$, fonctions circulaires, fonctions qui se déduisent de façon simple des précédentes par opérations algébriques ou par composition.

Comparaison des fonctions exponentielles, puissances et logarithme au voisinage de $+\infty$

b) Fonctions circulaires réciproques, on donnera leurs dérivées

c) Fonctions $t \rightarrow e^{it}$ et $t \mapsto e^{at}$ avec $a \in \mathbb{C}$

Les représentations graphiques doivent jouer un rôle important.

Selon les besoins des autres disciplines (chimie, acoustique...), on pourra mentionner la fonction logarithme décimal $x \mapsto \log x$, mais aucune connaissance n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

La dérivabilité de ces fonctions sera admise.

Calcul différentiel et intégral 2

Le programme se place dans le cadre de fonctions à valeurs réelles ou complexes définies sur un intervalle I de \mathbb{R} .

Il n'y a pas lieu de reprendre la présentation des concepts de dérivée et d'intégrale, et aucune difficulté théorique ne doit être soulevée à ce sujet. Les interprétations géométrique et cinématique de la dérivée en un point doivent être connues.

On consolidera et on approfondira les acquis de terminale technologique sur la pratique du calcul des dérivées et des primitives.

Dans le cas de deux variables t et x liées par une relation fonctionnelle $x = f(t)$, on introduira la notation différentielle $df = f'(t) dt$; on donnera son interprétation graphique et on montrera l'intérêt de la différentielle pour les problèmes d'approximation. Aucune difficulté ne sera soulevée sur le statut mathématique de la notion de différentielle.

Pour l'intégration, sauf cas indispensable (pour lequel aucune difficulté théorique ne sera soulevée), on se limitera comme en terminale technologique, au cas de fonctions dérivables.

Aucune théorie de la notion d'aire n'est au programme; on admettra son existence et ses propriétés élémentaires.

Les exemples de calculs d'approximation cités dans le programme n'ont d'autre but que d'exercer les étudiants à mettre en œuvre sur des exemples simples, une démarche algorithmique qui puisse être facilement interprétée graphiquement.

a) Étant donné un point a de I et une fonction f dérivable sur I ,

la fonction $x \mapsto \int_a^x f(t) dt$ est l'unique primitive de f sur I prenant la valeur zéro au point a .

Propriétés de l'intégrale

- Relation de Chasles
- Linéarité
- Positivité : si $a \leq b$ et $f \geq 0$, alors

$$\int_a^b f(t) dt \geq 0$$

intégration d'une inégalité

$$\text{Inégalité } \left| \int_a^b f(t) dt \right| \leq \int_a^b |f(t)| dt$$

- Inégalité de la moyenne : si $a \leq b$ et $m \leq f \leq M$ alors

$$m(b-a) \leq \int_a^b f(t) dt \leq M(b-a) ;$$

de même si $a \leq b$ et si $|f| \leq k$, alors

$$\int_a^b |f(t)| dt \leq k(b-a).$$

- Inégalité des accroissements finis :

si $a \leq b$ et si $|f'| \leq k$, alors

$$|f(b) - f(a)| \leq k(b-a).$$

b) Intégration par parties

c) Intégration par changement de variable.

d) Illustration de l'emploi du calcul intégral pour l'obtention de majorations et d'encadrements, à l'aide d'exemples

e) Emploi de majorations tayloriennes pour l'obtention du développement limité au voisinage de 0 de la fonction $t \mapsto \exp t$

Il conviendra d'interpréter, chaque fois qu'il est possible, ces propriétés en termes d'aire.

On ne soulèvera aucune difficulté théorique à propos de l'existence de l'intégrale $\int_a^b |f(t)| dt$.

Les théorèmes d'existence (théorème de Rolle, formule des accroissements finis) et la formule de Taylor sont hors programme.

On s'appuiera sur les exemples $t \mapsto t+b$ et $t \mapsto at$, où a et b sont des nombres réels, qui donnent lieu à une interprétation graphique, pour présenter sans justification théorique d'autres cas où le changement de variable est donné.

On se limitera à des exemples très simples et des indications pour l'encadrement de la fonction à intégrer devront être fournies.

Le résultat sera démontré, jusqu'à l'ordre 3.

Développements limités des fonctions :

$t \mapsto \ln(1+t)$, $t \mapsto (1+t)^\alpha$ où $\alpha \in \mathbb{R}$, $t \mapsto \sin t$
et $t \mapsto \cos t$

f) Dérivée et primitives d'une fonction à valeurs complexes

Ces résultats seront admis.

Pour ces notions on se limitera aux fonctions
 $t \mapsto e^{at}$, avec $a \in \mathbb{C}$.

Travaux pratiques

1° Exemples d'emploi du calcul différentiel pour la recherche d'extremums, l'étude du sens de variation et le tracé des représentations graphiques des fonctions

Les exemples seront issus, le plus souvent possible, de l'étude de phénomènes rencontrés en sciences physiques, en biologie, en économie ou en technologie.

On se limitera aux situations qui se ramènent au cas des fonctions d'une seule variable.

Pour la détermination d'une fonction, on pourra être amené à résoudre un système linéaire par la méthode du pivot de Gauss.

Il convient de ne pas abuser des problèmes centrés sur l'étude traditionnelle de fonctions définies par une formule donnée *a priori*, dont on demande de tracer la courbe représentative.

Toute étude sur le comportement d'asymptotique d'une fonction devra comporter des indications sur la méthode à suivre.

2° Exemples de tracé de courbes planes définies par une représentation paramétrique $x = f(t)$,
 $y = g(t)$

On privilégiera les exemples liés aux autres enseignements (mouvement d'un point, signaux électriques, modélisation géométrique...).

Les étudiants doivent savoir déterminer la tangente en un point où le vecteur dérivé n'est pas nul.

Aucune connaissance sur l'étude des points singuliers et des branches infinies n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

3° Exemples simples d'emploi des développements limités pour l'étude locale des fonctions

Les étudiants doivent savoir utiliser, sur des exemples simples de développements limités, les opérations addition, multiplication et intégration.

Pour la composition, des indications sur la méthode à suivre devront être fournies.

4° Exemples de recherche des solutions d'une équation numérique, et mise en œuvre d'algorithmes d'approximation d'une solution à l'aide de suites

Sur des exemples, on mettra en œuvre quelques méthodes classiques : dichotomie, méthode de la corde (Lagrange), méthode de la tangente (Newton).

Aucune connaissance spécifique sur celles-ci n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

5° Calcul d'une primitive figurant au formulaire officiel ou s'en déduisant par un changement de variable du type $t \mapsto t+b$ et $t \mapsto at$

On pourra montrer l'intérêt d'exploiter dans le calcul intégral des propriétés des fonctions périodiques, des fonctions paires et des fonctions impaires.

6° Calcul d'une primitive d'une fonction rationnelle dans le cas de pôles simples

Dans le cas où il y a des pôles multiples, des indications doivent être données sur la méthode à suivre.

7° Calcul d'une primitive d'une fonction exponentielle - polynôme (de la forme $t \mapsto e^{at} P(t)$ où a est un nombre complexe et où P est un polynôme)

Les étudiants devront savoir traiter les cas qui s'y ramènent simplement par linéarisation.

8° Exemples de calcul d'intégrales.

Tout excès de technicité est à éviter pour le calcul des primitives.

9° Exemples de calcul d'aires, de volumes, de valeurs moyennes, de valeurs efficaces

On pourra aussi, selon la spécialité, proposer des exemples de détermination de centres d'inertie et de calcul de moments d'inertie.

10° Exemples de mise en œuvre d'algorithmes d'approximation d'une intégrale

L'objectif est de familiariser les étudiants à quelques méthodes élémentaires (point - milieu, trapèzes), mais aucune connaissance sur ces méthodes n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

Équations différentielles

On s'attachera à relier les exemples étudiés avec les enseignements de physique, mécanique et technologie, en faisant saisir l'importance de l'étude de phénomènes continus définis par une loi d'évolution et une condition initiale, et en faisant ressortir la signification ou l'importance de certains paramètres ou phénomènes : stabilité, oscillation, amortissement, fréquences propres, résonance...

a) Résolution des équations linéaires du premier ordre $a(t)x'(t) + b(t)x(t) = c(t)$

On se placera dans le cas où a, b, c sont des fonctions dérivables à valeurs réelles et on cherchera les solutions sur un intervalle où a ne s'annule pas.

b) Résolution des équations linéaires du second ordre à coefficients réels constants, dont le second membre est une fonction exponentielle - polynôme $t \mapsto e^{at} P(t)$, où $a \in \mathbb{C}$.

Travaux pratiques

1° Résolution d'équations différentielles linéaires du premier ordre

Pour les TP 1° et 2° :

- il s'agit uniquement d'équations différentielles dont le type est précisé ci-dessus ;

2° Résolution d'équations différentielles linéaires du second ordre

- toutes les indications permettant d'obtenir une solution particulière seront données.

3° Exemples simples de résolution d'équations différentielles non linéaires, du premier ordre à variables séparables

On privilégiera les exemples issus de la cinétique chimique.

Aucune connaissance sur ce TP n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

Fonctions de deux ou trois variables réelles

Aucune connaissance sur ce module n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques. Les notions qu'il contient sont à étudier en liaison étroite avec l'enseignement de la physique, de la mécanique, de la technologie ou de l'économie.

a) Calcul de dérivées partielles

Calcul de la dérivée d'une fonction définie par une équation implicite $f(x, y) = 0$

On donnera aussi la notation différentielle et son interprétation en termes d'effet sur la valeur d'une fonction de petits accroissements des variables.

b) Brèves notions sur le gradient et le laplacien d'une fonction de trois variables, la divergence et le rotationnel d'un champ de vecteurs (en dimension trois)

Ces notions interviennent et en particulier thermodynamique.

c) Exemples très simples de calcul d'intégrales doubles et triples en coordonnées cartésiennes ou cylindriques, éventuellement sphériques

On admettra tous les résultats utiles.

Statistique descriptive

Il s'agit de consolider et d'approfondir les connaissances acquises les années antérieures.

On s'attachera, d'une part à étudier des situations issues de la technologie, d'autre part à relier cet enseignement à celui de l'économie et gestion.

a) Séries statistiques à une variable

Méthodes de représentation

Caractéristiques de position (médiane, moyenne)

Caractéristiques de dispersion (interquartiles, variance, écart type)

Il s'agit, d'une part de préciser la signification de chaque caractéristique, d'autre part d'associer la précision des résultats numériques obtenus (à l'aide d'une calculatrice ou d'un ordinateur) à la précision sur les données et à la méthode mise en œuvre, notamment dans le cas où les classes sont définies par des intervalles.

b) Séries statistiques à deux variables

Tableaux d'effectifs

Nuage de points ; point moyen

Ajustement affine (méthode graphique ; méthode des moindres carrés, droites de régression)

Coefficient de corrélation linéaire

Pour l'ajustement affine, on distinguera liaison entre deux variables statistiques et relation de cause à effet.

Pour la méthode des moindres carrés, on fera observer que l'on crée une dissymétrie entre les deux variables statistiques qui conduit, suivant le problème à résoudre, à privilégier l'une des deux droites.

Travaux pratiques

1° Étude de séries statistiques à une variable

On interprétera les résultats obtenus.

2° Exemples d'étude de séries statistiques à deux variables

En fournissant aux étudiants des indications sur la marche à suivre, on pourra, d'une part étudier quelques exemples d'ajustement qui, par un changement de variable simple, se ramènent à un ajustement affine, d'autre part, à propos des séries chronologiques, procéder à un lissage obtenu, par exemple, par la méthode des moyennes mobiles, avant d'effectuer, si nécessaire, un ajustement affine ; mais aucune connaissance sur ces démarches n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

Calcul des probabilités 2

Il s'agit d'une initiation aux phénomènes aléatoires où toute ambition théorique et toute technicité sont exclues.

L'objectif est que les étudiants sachent traiter quelques problèmes simples concernant des variables aléatoires dont la loi figure au programme. Les sciences et techniques industrielles et économiques fournissent un large éventail de tels problèmes, que l'on pourra étudier en liaison avec les enseignements des disciplines professionnelles.

a) Probabilités sur les ensembles finis

Vocabulaire des événements, probabilité

Probabilité conditionnelle, événements indépendants. Cas d'équiprobabilité

Notation $n!$. Combinaisons.

Loi faible des grands nombres

b) Variables aléatoires discrètes à valeurs réelles

Loi de probabilité

Espérance mathématique, variance, écart type

Indépendance de deux variables aléatoires

Espérance mathématique de $aX + b$, de $X + Y$ et de $X - Y$; variance de $aX + b$, de $X + Y$ et de $X - Y$ dans le cas où X et Y sont indépendantes

Loi binomiale, loi de Poisson

c) Variables aléatoires continues à valeurs réelles

Fonction de répartition et densité de probabilité

Espérance mathématique, variance, écart type

Loi normale

Si X et Y sont des variables aléatoires indépendantes qui suivent des lois normales :

- les variables $aX + b$, de $X + Y$ et de $X - Y$ suivent des lois normales ;

- formules donnant l'espérance mathématique et la variance de $aX + b$, de $X + Y$ et de $X - Y$, dans le cas où X et Y sont indépendantes.

L'ensemble des événements sera pris égal à l'ensemble de toutes les parties de Ω .

Ces notions sont introduites pour présenter la loi binomiale. Les calculs de dénombrement ne sont pas un objectif du programme.

Il s'agit de faire comprendre aux étudiants le lien entre statistiques et probabilités. Une approche expérimentale et un énoncé rudimentaire suffisent.

Aucune difficulté théorique ne sera soulevée sur les variables aléatoires.

On pourra utiliser la notation \sum , mais aucune connaissance à son sujet n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

L'exemple de la loi normale est suffisant. On pourra, en vue de l'étude de la fiabilité, présenter la loi exponentielle.

On sera amené à utiliser les notations

$$\int_a^{+\infty} f(t) dt, \int_{-\infty}^a f(t) dt, \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt, \text{ mais}$$

aucune connaissance sur les intégrales impropres n'est exigible en calcul de probabilités.

Le résultat est admis.

Les formules sont admises.

d) Théorème de la limite centrée : approximation par une loi normale de la somme de n variables indépendantes, de même loi et de variance finie.

Distribution d'échantillonnage asymptotique de la moyenne et de la fréquence empirique.

e) Approximation d'une loi binomiale par une loi de Poisson. Approximation d'une loi binomiale par une loi normale.

Les résultats sont admis, mais l'outil informatique peut permettre des approches expérimentales.

Aucune connaissance sur les critères d'approximation n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

Les étudiants doivent savoir déterminer les paramètres.

Il conviendra de mettre en évidence la raison d'être de la correction de continuité lors de l'approximation d'une loi binomiale par une loi normale ; toutes les indications seront fournies.

Travaux pratiques

1° Calcul de probabilités portant sur l'union et sur l'intersection de deux événements.

On ne traitera que quelques exemples très simples de probabilités conditionnelles.

2° Étude de situations de probabilités faisant intervenir des variables aléatoires suivant une loi binomiale.

L'énoncé des critères permettant l'utilisation de la loi binomiale est exigible.

3° Exemples d'étude de situations de probabilités faisant intervenir des variables aléatoires suivant une loi de Poisson.

4° Exemples d'étude de situations de probabilités faisant intervenir des variables aléatoires suivant une loi normale.

Aucune connaissance sur l'interpolation affine avec la table de la loi normale centrée réduite n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

5° Exemples d'étude de situations de probabilités faisant intervenir des variables aléatoires suivant une loi binomiale que l'on approche par une loi de Poisson ou une loi normale.

Statistique inférentielle

Sous l'impulsion notamment du mouvement de la qualité, les méthodes statistiques sont aujourd'hui largement utilisées dans les milieux économique, social ou professionnel. Des procédures plus ou moins élaborées sont mises en œuvre, par exemple dans l'analyse des résultats d'expériences sur le vivant, les sondages, la maîtrise statistique des procédés, la fiabilité, les plans d'expériences. Des logiciels spécialisés exécutent automatiquement les calculs, suivant les normes AFNOR ou ISO.

Au-delà de l'exécution d'algorithmes ou de calculs dont le sens peut échapper, l'objectif essentiel de ce module est d'initier les étudiants, sur quelques cas simples, au raisonnement et méthodes statistiques et à l'interprétation des résultats obtenus.

Il s'agit de faire percevoir, à partir d'exemples figurant au programme, ce que sont les procédures de décision en univers aléatoire, ainsi que leur pertinence. Pour cela, la réalisation de simulations dans le cadre du modèle probabiliste de référence peut fournir un éclairage intéressant.

On soulignera que la validité d'une méthode statistique est liée à l'adéquation entre la réalité et le modèle la représentant.

On évitera les situations artificielles et on privilégiera les exemples issus de la vie économique et sociale ou du domaine professionnel, en liaison avec les enseignements d'autres disciplines ; dans le cadre de cette liaison, on pourra donner quelques exemples d'autres procédures que celles figurant au programme de mathématiques (par exemple utilisation de la droite de Henry, du test du χ^2 , de la loi de Student), en privilégiant les aspects qualitatifs, mais aucune connaissance à leur sujet n'est exigible dans le cadre de ce programme.

On se placera dans le cadre d'échantillons considérés comme réalisations de variables aléatoires indépendantes.

a) Estimation ponctuelle d'un paramètre :

- fréquence ;
- moyenne et écart type.

Une illustration qualitative succincte des notions de biais et de convergence d'un estimateur peut être proposée, mais toute étude mathématique de ces qualités est hors programme.

b) Estimation par un intervalle de confiance d'un paramètre :

- fréquence dans le cas d'une loi binomiale approximable par une loi normale ;
- moyenne, dans le cas d'une loi normale quand son écart type est connu ou dans le cas de grands échantillons.

On distinguera confiance et probabilité :

- avant le tirage d'un échantillon, la procédure d'obtention de l'intervalle de confiance a une probabilité $1 - \alpha$ que cet intervalle contienne le paramètre inconnu,
- après le tirage, le paramètre est dans l'intervalle calculé avec une confiance $1 - \alpha$.

c) Tests d'hypothèse :

- relatifs à une fréquence p , dans le cas d'une loi binomiale

approximable par une loi normale,

tester $p = p_0$ contre $p > p_0$, contre $p < p_0$;

tester $p = p_0$ contre $p \neq p_0$;

- relatifs à une moyenne m , dans le cas de la loi normale,

tester $m = m_0$ contre $m > m_0$, contre

$m < m_0$;

tester $m = m_0$ contre $m \neq m_0$;

- comparaison de deux proportions ou de deux moyennes.

La taille n de l'échantillon sera suffisamment grande ($n \geq 30$).

On soulignera que la décision prise, rejet ou acceptation, dépend des choix faits *a priori* par l'utilisateur : choix de l'hypothèse nulle, choix du seuil de signification.

Travaux pratiques

1° Estimation ponctuelle et par intervalle de confiance de la fréquence, dans le cas d'une loi binomiale connue, à partir d'échantillons simulés

La connaissance *a priori* de la loi sous-jacente permet de comparer le paramètre réel et les estimations obtenues à partir des échantillons.

Aucune connaissance sur ce TP n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

2° Estimation ponctuelle et par intervalle de confiance de fréquences

Estimation ponctuelle de moyennes, d'écarts types et estimation par intervalle de confiance de moyennes, dans des situations relevant de la loi normale

Quand n est grand, le théorème de la limite centrée étend la procédure mise au point pour les échantillons gaussiens à des cas plus généraux.

3° Construction et utilisation de tests :
– unilatéraux et bilatéraux relatifs à une fréquence ;
– unilatéraux et bilatéraux relatifs à une moyenne dans des situations relevant de la loi normale.

La construction d'un test comporte le choix des hypothèses nulle et alternative, la détermination de la région critique et l'énoncé de la règle de décision.

4° Construction et utilisation de tests de comparaison de deux proportions ou de deux moyennes.

Cette comparaison peut permettre, par exemple, d'apprécier une éventuelle amélioration dans un processus de fabrication.

5° Exemples d'utilisation de la droite de Henry, du test du χ^2 , du test de Student (cas des petits échantillons).

Ce TP n'est à réaliser, en entier ou en partie, qu'en liaison avec les enseignants des disciplines professionnelles et seulement si, dans celles-ci, ces procédures sont utilisées.

Aucune connaissance à son sujet n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

Calcul vectoriel

L'objectif est de consolider et de développer certains acquis de terminale technologique concernant le calcul vectoriel.

Vecteurs (position, vitesse, accélération, force).
Barycentres (centres d'inertie).
Produit scalaire (longueurs, angles, puissance, travail).
Produit vectoriel (aires, angles, moments cinétique et dynamique, moment d'une force en un point).
Produit mixte (volumes, moment d'une force par rapport à un axe).

On soulignera le lien avec les concepts correspondants en sciences physiques et en mécanique, mais aucune connaissance en cinématique ou en dynamique n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques. En outre, on pourra être amené à donner quelques notions sur les vecteurs glissants et sur les torseurs, mais aucune connaissance à ce sujet n'est exigible dans le cadre du programme de mathématiques.

Configurations géométriques

Les seules connaissances exigibles des étudiants sont celles figurant dans les programmes de seconde, première STI et terminale STI ou de première et terminale conduisant aux brevets de technicien préparés après la seconde de détermination.

L'objectif est de mettre en œuvre et de compléter cet acquis à partir de problèmes privilégiant les situations rencontrées dans les autres enseignements : analyse de la forme d'un objet usuel de l'espace (par projection ou famille de sections planes), modes de génération de tels objets (surfaces de révolution...), calculs de distances, d'angles, d'aires, de volumes, problèmes d'optimisation... sur ces objets.

On fera la liaison avec les enseignements technologiques mettant en œuvre des logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO).

Travaux pratiques

1° Exemples d'étude de problèmes portant sur les objets usuels du plan et de l'espace.

Les sciences et techniques industrielles fournissent un large éventail de tels problèmes, et on évitera les situations artificielles.

Évaluation des capacités et compétences

La grille d'évaluation des capacités et compétences figurant en annexe II de l'arrêté du 8 juin 2001 est précisée pour le BTS Industrialisation des produits mécaniques de la façon suivante :

Grille d'évaluation des mathématiques au BTS Industrialisation des produits mécaniques (à titre indicatif)

NOM :	Type d'activité - date				Bilan
Établissement : 20 - 20					

Évaluation générale des capacités et compétences

Maîtriser les connaissances figurant au programme de mathématiques						
Employer des sources d'information						
Trouver une stratégie adaptée à un problème						
Mettre en œuvre une stratégie	}	Utiliser de façon appropriée des savoir-faire figurant au programme de mathématiques				
		Argumenter				
		Analyser la pertinence d'un résultat				
Communiquer	}	par écrit				
		par oral				

Évaluation par module des capacités et compétences

	Modules	TP n°				
Nombres complexes	1					
	2					
Calcul différentiel et intégral	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
Équations différentielles	1					
	2					
Statistique descriptive	1					
	2					
Calcul des probabilités	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
Statistique inférentielle	1					
	2					
	3					
	4					
Configurations géométriques	1					

S4 – sciences physiques appliquées

La recherche constante d'une meilleure productivité des machines de production conduit à utiliser des systèmes de motorisation de plus en plus performants. Ces systèmes, alimentés à partir d'un réseau sinusoïdal, comportent un convertisseur électromécanique, un module d'électronique de puissance et les capteurs nécessaires à leur pilotage.

L'enseignement de sciences appliquées doit permettre de fournir aux élèves une culture générale et un vocabulaire concernant les éléments cités ci-dessus afin qu'ils puissent communiquer avec les spécialistes. Cet enseignement est entièrement assuré en travaux pratiques, les différentes notions étant introduites grâce à l'expérimentation ou à l'utilisation d'outils de simulation.

Il sera fait référence aussi souvent que possible aux dispositifs d'entraînement dans le domaine de la conception de processus mécaniques industriels.

S4.1	Analyse du comportement dynamique d'un système électromécanique	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Comportement des systèmes : régime transitoire et permanent, constante de temps - Mesurage de constante de temps électrique et mécanique pour les applications suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • charge d'un condensateur sous tension constante • courant dans une bobine soumise à un créneau de tension • montée en vitesse d'une machine électrique 				

Commentaires : il s'agit d'aborder les problèmes de dynamique des systèmes électromécaniques en se limitant aux constantes de temps. L'élève doit être en mesure de comparer les constantes de temps électriques, la constante de temps du moteur et la constante de temps de la charge entraînée. Le lien avec les moments d'inertie sera établi.

S4.2	Régimes sinusoïdaux	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Étude expérimentale des dipôles élémentaires vus sous l'angle de la conversion de l'énergie électrique en énergie thermique, magnétique, électrostatique - Mesurages de valeurs efficaces, de déphasage, des puissances active, réactive, apparente - Détermination du facteur de puissance - Systèmes triphasés équilibrés - Sécurité électrique : schémas de liaison à la terre et appareils de protection 				

Commentaires : cette partie doit être abordée sous l'angle énergie et puissance. Les mesures de puissance seront effectuées de manière prioritaire sur des convertisseurs de puissance (par exemple élément de chauffage pour un circuit résistif, moteur asynchrone pour un circuit RL...). L'accent sera mis sur la notion de facteur de puissance comme élément de mesure du « rendement » de l'installation électrique. L'utilisation de la notation complexe est exclue.

S4.3	Régimes périodiques	Niveaux			
		1	2	3	4
	– Description des signaux périodiques				
	– Mesurages de valeurs efficaces, moyennes, des puissances actives, réactive, apparente				
	– Détermination d'un facteur de forme, d'un taux d'ondulation				
	– Analyse spectrale expérimentale, influence des harmoniques sur le facteur de puissance				
	– Comportement fréquentiel d'un circuit RLC série, résonance				

Commentaires : il s'agit, là aussi en s'appuyant sur des activités expérimentales, d'aboutir à la maîtrise des différentes grandeurs (instantanée, moyenne, efficace) et des moyens de mesure associés. Le lien entre puissance active et composition harmonique des courants et des tensions sera mis en évidence. L'étude de l'influence de la composition harmonique sur le facteur de puissance permettra d'introduire l'intérêt du filtrage et du prélèvement sinusoïdal. L'étude du circuit RLC amènera l'occasion de faire un lien avec le comportement des systèmes mécaniques (vibrations, résonance mécanique). L'utilisation d'outils de simulation pourra enrichir l'étude expérimentale.

S4.4	Structure des systèmes asservis	Niveaux			
		1	2	3	4
S4.4.1	La chaîne de commande – Chaîne directe, chaîne de retour, représentation par schéma bloc : intérêt des systèmes bouclés, compromis précision – rapidité – stabilité				
S4.4.2	Les capteurs <i>Pour les capteurs suivants :</i> – capteur de position – capteur thermique : thermistance – capteur de vitesse – capteur de couple – capteur d'accélération (de vibration) – capteur de tension et courant : pince ampèremétrique – Phénomènes physiques : capteurs actifs, passifs – Caractéristiques : étendue de mesure, sensibilité, rapidité, précision – Modes de transmission de l'information : le signal électrique, optique (infrarouge...) – Mise en œuvre.				
S4.4.3	Les conversions analogique-numérique et numérique-analogique – Passage de l'analogique au numérique, quantification, échantillonnage				

Commentaires : il s'agira de mettre en œuvre des montages illustrant des asservissements de vitesse, de position et d'observer la réponse d'un système asservi à une commande en forme d'échelon. Cette partie sera traitée en coordination avec l'enseignement de Sciences industrielles.

Les différents types de capteurs présents dans les machines à commande numérique seront étudiés (capteurs numériques et analogiques absolus avec contact, capteurs numériques absolus sans contact [optique ou inductif] rotatifs [resolver] ou linéaires [inductosyn], capteurs relatifs). Les CNA et CAN seront étudiés d'un point de vue fonctionnel sans entrer dans les aspects technologiques. On s'intéressera à la fonction réalisée et aux conséquences quant à la dégradation de l'information. Ces composants permettent d'illustrer les notions de quantification et d'échantillonnage. Les différentes technologies ne seront pas étudiées.

S4.5	Machines électriques : principes et pilotage	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Propriétés électromécaniques des machines à courant continu, asynchrones, synchrones (à bobinage, à aimant permanent (brushless), moteur couple, moteur linéaire) : comparaison des performances - Caractéristiques couple-vitesse de diverses charges mécaniques : charges à couple constant, parabolique ou hyperbolique - Point de fonctionnement, critères de stabilité - Principe de pilotage des différents types de machines : commande en couple, commande en vitesse - Analyse expérimentale des modules de commandes de puissance hacheurs, redresseurs, onduleurs 				

Commentaires : la machine à courant continu ne doit pas faire l'objet d'une étude exhaustive. Elle permet simplement de mettre en évidence la possibilité de piloter le couple et la vitesse de manière séparée, qu'on cherchera de même à faire avec une machine alternative associée à un convertisseur.

L'utilisation d'outils de simulation permettra de compléter l'étude expérimentale des modules d'électronique de puissance et du comportement dynamique des ensembles convertisseur – moteur – charge.

L'étude des associations convertisseurs machines sera abordée à partir des applications, de leurs critères de performance attendue (couple, vitesse, cycle...) et des considérations technico-économiques. Cette partie sera traitée en coordination avec l'enseignement de Sciences industrielles.

S5 – étude des produits et des outillages

S5.1	Fonctionnalités des produits	Niveaux			
		1	2	3	4
S5.1.1	Analyse fonctionnelle <ul style="list-style-type: none"> - Analyse fonctionnelle externe : <ul style="list-style-type: none"> • cycle de vie du produit • expression fonctionnelle du besoin • frontière de l'étude • diagramme des interacteurs • fonctions de service, contraintes • cahier des charges fonctionnel, caractérisation des fonctions à satisfaire (critères, niveaux et flexibilité) - Analyse fonctionnelle interne : <ul style="list-style-type: none"> • fonctions techniques résultant des fonctions de service : outil FAST et autres outils : diagramme d'activité, synoptique, schéma bloc • nature des éléments transformés par le produit : matière, énergie, information • architecture fonctionnelle des produits et systèmes : chaîne d'énergie et chaîne d'information 				

S5.1	Fonctionnalités des produits	Niveaux			
		1	2	3	4
S5.1.2	<p>Fonctionnalités des liaisons</p> <p><i>Pour les solutions constructives suivantes :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>assemblage démontable ;</i> - <i>assemblage permanent par soudage, frettage, collage ;</i> - <i>guidage en rotation par glissement et par éléments roulants ;</i> - <i>guidage en translation par glissement et par éléments roulants.</i> <ul style="list-style-type: none"> - Nature de la liaison - Conditions fonctionnelles (jeux, serrages, ajustements normalisés) et surfaces associées à la mise en position - Conditions fonctionnelles et éléments constitutifs du maintien en position - Lubrification éventuelle - Étanchéité éventuelle - Données techniques et économiques : précision, tenue aux efforts, rigidité, standardisation éventuelle, prix du composant, coût d'installation, de maintenance...) 				
S5.1.3	<p>Caractérisation des pièces d'un point de vue matériau/procédé</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les contraintes de structure : <ul style="list-style-type: none"> • résistance aux efforts, rigidité, résistance aux chocs, à la fatigue • masse, volume, température d'utilisation - Les contraintes d'interface : <ul style="list-style-type: none"> • forme et précision des surfaces de liaison • rugosité, résistance à l'usure, coefficient de frottement, capacité à transmettre les efforts des surfaces en contact • résistance à la corrosion • esthétique éventuelle - La hiérarchisation des contraintes 				
S5.1.4	<p>Spécifications dimensionnelles et géométriques des pièces</p> <ul style="list-style-type: none"> - Défauts géométriques des pièces - Conditions fonctionnelles des assemblages et guidages - Spécification géométrique du produit : <ul style="list-style-type: none"> • normes ISO • spécifications dimensionnelles, de forme, de position relative, d'orientation, de battement • éléments de référence, référence spécifiée, zone de tolérance • exigence de l'enveloppe • exigence du maximum de matière (et de la tolérance zéro au maximum de matière), tolérance projetée • exigence du minimum de matière • relations avec la maquette et les spécifications d'industrialisation 				

S5.2	Conception des outillages <i>Cette partie est étroitement liée à S7.6.3 (Outillages)</i>	Niveaux			
		1	2	3	4
S5.2.1	<p>Cahier des charges d'un outillage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besoin à satisfaire : <ul style="list-style-type: none"> • tout ou partie de pièce à fabriquer ou ensemble de pièces à assembler • procédé concerné • coût prévisionnel, taille des lots, délai prévu - Fonction d'usage à satisfaire : interfacer le produit et le moyen - Contraintes à respecter : <ul style="list-style-type: none"> • positionnement de la pièce dans l'espace de travail • maintien de la pièce • exigences liées à la pièce : formes, spécifications de fabrication et fonctionnelles, encombrement, processus prévisionnel et entités déjà réalisées, famille de pièces éventuelle... • exigences imposées par le procédé : accessibilité, évacuation des effluents (calories, copeaux, huiles de coupe...), efforts à supporter, vitesses de coupe, d'avance, outillages existants... • exigences du processus : temps alloués pour l'installation et la désinstallation de la pièce, de l'outillage sur l'équipement, changement de campagne, stockage, manutention... • contraintes économiques : taille des lots, rythme de production attendu, budget alloué, délai d'étude, fournisseur éventuel imposé par contrat... • contraintes de processus et de flux • contraintes de sécurité et d'environnement 				
S5.2.2	<p>Étude des solutions constructives d'outillages</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en position (contrainte de répétabilité) - Multiposage - Efficacité du maintien en position - Action mécanique transmissible - Structure et stabilité du bâti - Rapidité d'installation de la pièce - Accessibilité de bridage et d'usinage ou de contrôle - Flexibilité de la conceptio - Rigidité - Comportement vibratoire - Standardisation des éléments constitutifs - Bases de données techniques - Bases de données économiques <p><i>Étude limitée aux solutions constructives d'outillages relatives aux principaux principes de mise en position (appui plan prépondérant, centrage long prépondérant...) et aux grandes familles de bridages (vis écrou, came, genouillère, actionneur hydraulique ou pneumatique)</i></p> <p><i>Nota : Les analyses de quelques outillages actuels (spécifiques, modulaires et polyvalents) serviront de support à la structuration des savoirs en appui sur des bases de données techniques et économiques.</i></p>				

S5.2	Conception des outillages <i>Cette partie est étroitement liée à S7.6.3 (Outillages)</i>	Niveaux			
		1	2	3	4
S5.2.3	Principe de conception d'un outillage <ul style="list-style-type: none"> - Analyse du cahier des charges de l'outillage (inventaire des contraintes d'aptitude à l'emploi à assurer) - Inventaire et extraction de solutions constructives analogues capitalisées - Définition du principe et de l'architecture générale de l'outillage - Conception numérique de tout ou partie de l'outillage incluant les fonctionnalités - Choix des matériaux et des traitements éventuels - Spécification de l'outillage garantissant son aptitude et sa capacité à la réalisation du produit - Rédaction d'un protocole de réception de l'outillage <i>Pour des outillages simples, éventuellement combinés avec des équipements de pose adaptés aux machines (étaux spéciaux, plaques, mandrins...)</i>				

S5.3	Représentation d'un ensemble mécanique et chaîne numérique	Niveaux			
		1	2	3	4
S5.3.1	Les outils d'expression graphique <ul style="list-style-type: none"> - Croquis. - Schéma de principe. - Schéma architectural. - Schéma cinématique. - Schéma technologique. 				
S5.3.2	Les fonctionnalités des modeleurs 3D <ul style="list-style-type: none"> - Paramétrage - Arbre de construction - Contraintes d'assemblage - Méthodes de conception : <ul style="list-style-type: none"> • dans l'assemblage • par pièce • par surfaces fonctionnelles - Bibliothèques et banques de données techniques 				
S5.3.3	Exploitation des modèles 3D <ul style="list-style-type: none"> - Mise en plan et habillage de la mise en plan pour la cotation - Édition de nomenclatures - Format des maquettes numériques des pièces d'un ensemble - Adaptation d'un modèle pour une exploitation FAO, pour la métrologie assistée par ordinateur, pour une simulation ou un prototypage donné 				

S6 – mécanique industrielle

S6.1	Étude cinématique des mécanismes	Niveaux			
		1	2	3	4
S6.1.1	<p>Modélisation des liaisons mécaniques</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nature du contact : ponctuel, linéique, surfacique – Repère local, degré de liberté, paramétrage – Modèles de liaison 				
S6.1.2	<p>Étude des chaînes de liaisons</p> <ul style="list-style-type: none"> – Graphe des liaisons. Schéma cinématique – Mobilité et hyperstaticité d'un mécanisme – Liaisons équivalentes par association de liaisons en série et en parallèle : définition, mobilité utile, mobilité interne 				
S6.1.3	<p>Mouvements relatifs de solides en liaison pivot, glissière et hélicoïdale</p> <ul style="list-style-type: none"> – Généralités : <ul style="list-style-type: none"> • définition des mouvements • repères (absolu, relatif), coordonnées • paramétrage • trajectoire d'un point d'un solide – Caractérisation du mouvement d'un point d'un solide par rapport à un repère : <ul style="list-style-type: none"> • vecteurs position, vitesse, accélération d'un point du solide en mouvement de translation, de rotation autour d'un axe fixe, hélicoïdal • représentation graphique et analytique dans les cas suivants : <ul style="list-style-type: none"> - mouvement rectiligne uniforme - mouvement rectiligne uniformément varié - mouvement circulaire uniforme - mouvement circulaire uniformément varié 				
S6.1.4	<p>Mouvements et génération de surfaces</p> <ul style="list-style-type: none"> – Composition de mouvements de translation et de rotation : <ul style="list-style-type: none"> • vitesse d'un point dans une position donnée • détermination d'une trajectoire – Application à la génération des surfaces (surfaces obtenues avec des machines CN multiaxes) 				

S6.2	Étude statique des pièces et composants	Niveaux			
		1	2	3	4
S6.2.1	<p>Modélisation des actions mécaniques</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nature : action mécanique de contact et à distance – Modélisation globale des efforts transmissibles par chaque liaison (représentation par un torseur) – Étude locale des actions de contact : <ul style="list-style-type: none"> • nature géométrique du contact • frottement et adhérence : loi de Coulomb • roulement, glissement • pression de contact (modèle de Hertz) 				

S6.2.2	Principe fondamental de la statique <ul style="list-style-type: none"> - Énoncé du principe - Traduction vectorielle : <ul style="list-style-type: none"> • théorème de la résultante générale • théorème du moment résultant - Réciprocité des actions mutuelles - Résolution d'un problème de statique : <ul style="list-style-type: none"> • analytique dans les cas très simples • graphique, limité à l'étude de système de solides soumis à 3 actions modélisées par des glisseurs de supports non parallèles 				
--------	---	--	--	--	--

S6.3	Résistance et déformation des pièces et composants	Niveaux			
		1	2	3	4
S6.3.1	Résistance des matériaux <ul style="list-style-type: none"> - Hypothèses de la résistance des matériaux : <ul style="list-style-type: none"> • modèle poutre • hypothèses sur les matériaux • hypothèses de Bernoulli et de Barré de Saint Venant - Contraintes et lois de comportement : <ul style="list-style-type: none"> • torseur des efforts de cohésion dans une section droite d'une poutre • vecteur contrainte, contrainte normale et tangentielle • lois de Hooke - Les sollicitations simples : <ul style="list-style-type: none"> • traction, compression • torsion • flexion simple - Pour chaque sollicitation, à l'aide de données sur les poutres et les matériaux : utilisation des résultats des logiciels de calcul pour interpréter les contraintes dans une section droite, les conditions de résistance et de déformation, incluant les éventuelles concentrations de contraintes - Notions (principe de superposition) sur les sollicitations composées limitées à la flexion - traction ou compression et à la flexion - torsion d'arbres à section circulaire - Cas particulier du cisaillement et du matage - Applications au comportement des outillages 				
S6.3.2	Élasticité des matériaux <ul style="list-style-type: none"> - Détermination du déplacement du centre de gravité d'une section droite d'une poutre dans le cas de la sollicitation composée traction simple et flexion simple - Interprétation des résultats fournis par un logiciel d'élasticité - Applications à la déformation des outils, des pièces et des porte-pièces lors de l'usinage - Notions sur le comportement vibratoire des moyens d'usinage 				

S6.4	Comportement dynamique et énergétique des équipements	Niveaux			
		1	2	3	4
S6.4.1	<p>Dynamique du solide en mouvement de translation ou rotation autour d'un axe fixe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caractéristiques d'inertie d'un solide : <ul style="list-style-type: none"> • centre de gravité d'un ensemble de solides : exploitation logicielle • moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe • inertie équivalente d'une chaîne cinématique ramenée à l'axe du moteur - Principe fondamental de la dynamique appliqué : <ul style="list-style-type: none"> • au solide en mouvement de translation rectiligne • au solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe • notion d'équilibrage dynamique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe 				
S6.4.2	<p>Puissance et énergie mécaniques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grandeurs caractéristiques : <ul style="list-style-type: none"> • travail et puissance • énergie cinétique pour des solides en translation ou en rotation autour d'un axe fixe - Conservation et dissipation de l'énergie : <ul style="list-style-type: none"> • principe de conservation de l'énergie appliqué à une chaîne d'énergie (électrique, hydraulique) • théorème de l'énergie cinétique dans les cas limités au solide en mouvement de translation rectiligne et au solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe • rendement mécanique d'une transmission • applications aux conditions de coupe et aux machines utilisées <p><i>Le théorème de l'énergie cinétique doit essentiellement être traité dans le cadre d'une étroite collaboration entre l'enseignant de construction et l'enseignant de sciences physiques appliquées.</i></p>				

S7 – procédés

S7.1	Élaboration des pièces métalliques semi-ouvrées	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Principe physique associé au procédé - Principe des outillages - Limites et performances (matériaux, formes et précisions réalisables) - Incidences sur le matériau et sur les procédés de transformations ultérieurs - Notion sur les coûts <p><i>Pour les procédés suivants :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - moulage en moules non permanents et permanents - déformation plastique : laminage, forgeage, estampage, matriçage, extrusion... - déformation plastique des tôles : pliage, emboutissage... - découpage, découpage fin, oxycoupage, découpage au jet d'eau haute pression, découpage au laser 				

S7.2	Élaboration des pièces en matières synthétiques	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Principe physique associé au procédé - Principe des outillages : moule deux plaques, moule à tiroir, moule à dévissage, filière simple, filière à noyau... - Limites et performances (matériaux, formes et précisions réalisables) - Incidences sur le matériau et sur les procédés de transformation et d'assemblage ultérieurs éventuels - Notion sur les coûts <p><i>Pour les procédés suivants :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>injection, injection soufflage, extrusion, extrusion soufflage, compression, thermoformage ;</i> - <i>réalisation de pièces en matériau composite.</i> 				

S7.3	Procédés d'assemblage	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Principe physique associé au procédé - Principe des outillages - Limites et performances (matériaux, formes et précisions réalisables) - Incidences sur le matériau et sur les procédés de transformation et de traitement ultérieurs éventuels - Notion sur les coûts <p><i>Des procédés suivants : vissage, boulonnage, rivetage, goupillage, clavetage, collage, frettage, sertissage, clinchage, soudage, brasage, surmoulage.</i></p>				

S7.4	Matériaux rencontrés en production mécanique (matière d'œuvre, outils et outillages)	Niveaux			
		1	2	3	4
S7.4.1	Familles de matériaux <ul style="list-style-type: none"> - Classification : métalliques, polymères, céramique et verre, composites - Composition chimique, désignation normalisée, désignation commerciale - Matériaux de coupe : aciers rapides, céramiques de coupe, cermet 				
S7.4.2	Caractérisation des matériaux <ul style="list-style-type: none"> - Caractéristiques physiques : masse volumique, conductibilité électrique et thermique - Caractéristiques métallurgiques : structures cristallines, températures de transformation, températures de mise en œuvre - Caractéristiques mécaniques, essais et paramètres associés : limite élastique (Re) résistance à la rupture, élasticité (module de Young), comportement plastique, dureté (Vickers, Brinell, Rockwell), résilience - Contrôles associés (ressuage, magnétoscopie, ultrasons, rayonnements...) - Aptitude à la transformation - Données économiques 				

S7.5	Traitements des pièces	Niveaux			
		1	2	3	4
	<p><i>Pour les traitements thermiques des pièces en acier (trempe, revenu, recuit)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Principe physique du traitement. - Limites et performances : aptitude des matériaux, incidences sur la géométrie en forme et précision, incidence sur la structure. - Incidence des traitements sur les procédés de transformation et d'assemblage ultérieurs. - Notions sur les coûts. <p><i>Pour les traitements suivants :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>traitements de surfaces : par dépôts et revêtement (PVD, CVD...), par conversion, par diffusion</i> - <i>traitements mécaniques : grenailage, galetage, sablage, brossage...</i> <ul style="list-style-type: none"> - Principe physique du traitement - Limites et performances : aptitude des matériaux, incidences sur la géométrie en forme et précision, incidence sur la structure - Incidence des traitements sur les procédés de transformation et d'assemblage ultérieurs - Notions sur les coûts 				

S7.6	Obtention des pièces par usinage	Niveaux			
		1	2	3	4
S7.6.1	<p>Principe physique associé au procédé</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formation du copeau : modélisation en cisaillement plan et cisaillement catastrophique (Usinage Grande Vitesse). - Écoulement du copeau : typologie de copeaux, fragmentation, foisonnement, incidence sur le processus de coupe. - Paramètres caractéristiques : paramètres de coupe (V_c, a_p, a_e, f_z...), lubrification, paramètre matière (K_c), paramètres liés à l'outil de coupe (géométrie au travail, acuité d'arête, matériau...). - Contraintes du procédé d'usinage : couple outil-matière, morphologie de la pièce, géométrie de l'entité à usiner, qualités géométrique et d'état de surface attendues, contraintes de production (taille des lots, cadences, coûts,...). - Incidence du procédé : efforts de coupe, usure des outils et outillages, vibrations des outils et outillages, influence sur les caractéristiques métallurgiques du produit, influence sur l'environnement. - Optimisation des paramètres de coupe : relation entre les contraintes à satisfaire et les paramètres de coupe, démarche de choix de paramètres et données sur les valeurs et limites recommandées. - Essais : choix des objectifs, choix des paramètres d'influence et des valeurs des niveaux, conduite des essais, analyse des résultats. 				

S7.6	Obtention des pièces par usinage	Niveaux			
		1	2	3	4
S7.6.2	<p>Outils de coupe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Géométrie de la partie active : surfaces et arêtes, angles caractéristiques, brise-copeaux, préparation d'arête. - Structure des outils : liaison entre la partie active et le corps d'outil (amovible, monobloc, brasé), liaison entre le corps d'outil et le porte-outils (liaisons démontables normalisées, conception monobloc), liaison entre le porte-outils et la machine. - Limites et performances : incidence de la géométrie de la partie active, de son matériau et de la conception de l'outil sur le procédé de coupe (limitations en effort, en déformation, en vibration, en dynamique, performances en précision de l'entité réalisée). 				
S7.6.3	<p>Outillages</p> <p><i>Cette partie est étroitement liée au savoir S5.2 (Conception des outillages).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Typologie des porte-pièces : universels, dédiés, modulaires, panoplies - Liaison entre porte-pièces et machine : standardisation, performances du point de vue de la transmission des efforts, de la répétabilité de la mise en position, vibratoire, de la facilité et la rapidité d'installation et de réglage - Liaison entre pièce et porte-pièce : performances du point de vue de la mise en position et du maintien en position, de la facilité et de la rapidité d'installation, de la facilité de réglage - Contraintes liées au procédé de coupe : accessibilité des outils et porte-outils, évacuation des copeaux, évacuation du lubrifiant 				
S7.6.4	<p>Machines d'usinage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Axes normalisés - Structures : architecture en chaîne série ou parallèle, technologie des principaux constituants d'un axe numérique - Relation pièce - machine : incidence de la morphologie de la pièce à réaliser sur l'architecture de la machine, critères technico-économiques de choix - Modélisation géométrique d'une machine-outil : repères associés aux mobiles, dimensions caractéristiques des ensembles constituant l'architecture de la machine, écarts entre le modèle géométrique et la machine réelle - Limites et performances des machines-outils usuelles : indications fournies par le constructeur, mise en évidence des limites par expérimentation - Les machines spécifiques : multiaxes, multibroches, poupées mobiles, taillage de denture, brochage - Les machines d'usinage par abrasion : principes de génération, limites et performances, équipements spécifiques - Les machines d'usinage par électroérosion, par électrochimie 				
S7.6.5	<p>Environnement des machines de production</p> <ul style="list-style-type: none"> - Équipements destinés à la préparation des ensembles outils - porte-outils : bancs de mesure, bancs de frettage, machines d'équilibrage 				

S8 – conception des processus

La prise en compte des aspects technico-économiques doit être intégralement associée à l'ensemble des travaux.

S8.1	Chaîne numérique et conception des processus	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Architecture et continuité de la chaîne numérique : modèles, formats d'échange associés, traçabilité - Bases de données - Exploitation des outils logiciels pour : <ul style="list-style-type: none"> • le choix et la détermination des grandeurs techniques : effort de coupe, déformations, conditions de coupe, temps de fabrication... en utilisant des bases de données des constructeurs ou fournisseurs ou des logiciels spécifiques • la détermination des trajectoires outils et la génération des programmes de pilotage des moyens de production à l'aide de logiciels de conception et fabrication par ordinateur • l'élaboration et l'édition des documents de fabrication • la simulation des moyens de production en vue de valider les solutions retenues 				

S8.2	Élaboration d'avant-projets	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Entités d'usinage (formes – procédés – moyens) - Regroupement d'entités en fonction de la cinématique des moyens de production et des outils ou outillages retenus. - Mise en position - Maintien en position - Ordonnancement des regroupements - Intégration des phases de traitements thermiques ou de montage partiel dans le processus de fabrication - Nomenclature de l'avant-projet 				

S8.3	Données de fabrication	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Spécifications dimensionnelles et géométriques de fabrication dans le respect des normes de tolérancement (cotes de brut et cotes fabriquées) - Capabilité des moyens - Interprétation des résultats et recherche des éventuelles modifications à apporter - Évaluation des cotes fabriquées et des cotes de brut - Éléments de définition de la phase : <ul style="list-style-type: none"> • machine retenue • technologie de mise en position et de maintien de la pièce • conditions de coupe et caractéristiques des outils choisis • mise en place des cotes et des spécifications de fabrication • opérations - Définition des paramètres de réglage : <ul style="list-style-type: none"> • référentiels pièces et programmes • trajectoires outils • programme de pilotage - Dimensions nominales des outillages (outils et porte-pièces) 				

S8.3	Données de fabrication	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination des temps : <ul style="list-style-type: none"> • les simogrammes • analyse des temps de réalisation - Bases de temps standard 				

S8.4	Aspects technico-économiques	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Coût horaire - Coût des matières d'œuvre - Coût des composants - Coûts des équipements (outillages, outils...) 				

S9 – qualité et contrôle

S9.1	La qualité dans l'entreprise	Niveaux			
		1	2	3	4
S9.1.1	L'organisation et la gestion de la qualité <ul style="list-style-type: none"> - Définition de la qualité selon les normes ISO en vigueur - Les enjeux de la politique qualité pour l'entreprise - Les relations client – fournisseur - L'assurance qualité - La démarche de certification (le manuel qualité, les audits...) - Le service qualité dans l'entreprise (rôle et fonctionnement) - Le service métrologie (organisation, rôle et niveaux d'intervention) 				
S9.1.2	La maîtrise de la qualité <ul style="list-style-type: none"> - Les systèmes « anti-erreur » (approche Poka-Yoke) - L'optimisation des réglages de paramètres liés au procédé (méthode des plans d'expérience : facteur, réponse, facteur influent, niveaux d'un facteur) - La typologie des contrôles (en fonction de la place dans le processus d'industrialisation) : <ul style="list-style-type: none"> • contrôle des échantillons initiaux, des préséries • contrôle par échantillonnage ou à 100 % - La maîtrise statistique du processus : <ul style="list-style-type: none"> • les étapes de mise en place • loi normale, vérification de la normalité, loi binomiale • variabilité, cause assignable, cause aléatoire, échantillonnage, notions de distribution, centrage, dispersion, moyenne, écart type, étendue • film de production, régression et corrélation linéaire - Les coefficients d'aptitude des moyens : <ul style="list-style-type: none"> • de production • de contrôle - Les cartes de contrôle par mesure (valeurs individuelles-étendue, moyenne-étendue, écart type-étendue) : <ul style="list-style-type: none"> • les limites de contrôle • taille et fréquence du prélèvement 				

S9.1	La qualité dans l'entreprise	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> • la consignation des résultats de mesure • interprétation et exploitation des résultats d'une carte de contrôle • causes et estimation de dispersions aléatoires et systématiques • journal de suivi du procédé • cartes de contrôle pour petites séries <ul style="list-style-type: none"> – Courbes d'efficacité des contrôles – Risques associés aux contrôles de réception – Traitement des non-conformités par retouche, dérogation, déclassement, recyclage, mise au rebut 				
S9.1.3	<p>Le suivi et l'amélioration de la qualité</p> <ul style="list-style-type: none"> – Les outils d'analyse et d'aide à la décision : <ul style="list-style-type: none"> • les remue-méninges • l'acquisition de données (QQOQCP...) • le diagramme causes-effet (approche 5M) • l'AMDEC (produit, procédé) • les tableaux à plusieurs entrées, le vote simple ou pondéré, les matrices multicritère – Les outils de représentation graphique : <ul style="list-style-type: none"> • les différents types de graphes • le diagramme de Pareto, le diagramme de dispersion, le diagramme polaire – Les outils logiciels de traitement et présentation des données : <ul style="list-style-type: none"> • traitement statistique et graphique • structure générale d'une base de données 				

S9.2	La conformité d'une pièce au regard des spécifications	Niveaux			
		1	2	3	4
S9.2.1	<p>Relation métrologie et tolérancement normalisé</p> <ul style="list-style-type: none"> – Présentation de la matrice GPS – Vocabulaire associé aux éléments d'une pièce – Critères d'association d'un modèle géométrique idéal à un relevé de points – Principe de l'indépendance – Cas des exigences (enveloppe, maximum et minimum de matière, tolérance projetée) – Tolérancement général ISO 				
S9.2.2	<p>Les moyens de contrôle et les protocoles associés</p> <ul style="list-style-type: none"> – Les caractéristiques des instruments de contrôle et des protocoles associés : <ul style="list-style-type: none"> • résolution, justesse, exactitude, répétabilité, reproductibilité • les types d'erreur (de mesure, systématique ou aléatoire) et leurs causes • contrôle par mesurage ou par attribut – Technologie, limites d'utilisation et protocoles d'utilisation des moyens de contrôle suivants : <ul style="list-style-type: none"> • calibres standard et spécifiques • instruments portatifs (à coulisse, à vis micrométrique...) 				

S9.2	La conformité d'une pièce au regard des spécifications	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> instruments de métrologie au marbre (comparateur, colonne de mesure...) instruments de contrôle pneumatiques, optiques, laser machine à mesurer tridimensionnelle conventionnelle et à commande numérique, bras de mesure rugosimètre et rugotest les montages de contrôle (technologie standard, modulaire ou dédiée) 				
S9.2.3	<p>Choix, maîtrise et validation d'un contrôle</p> <ul style="list-style-type: none"> Les critères de choix d'un instrument et d'un protocole de contrôle La détermination du mode opératoire La détermination des capacités des moyens de contrôle : <ul style="list-style-type: none"> relation entre intervalle de tolérance et incertitude de mesurage notion de facteur d'élargissement et prise en compte des risques Le procès-verbal de conformité Les documents de traçabilité 				
S9.2.4	<p>Métrologie dimensionnelle et géométrique d'une pièce</p> <ul style="list-style-type: none"> Mesure des spécifications microgéométriques Mesure des spécifications dimensionnelles Mesure des spécifications géométriques (forme, orientation, position, battement) 				

S10 – gestion de production

S10.1	Organisation de l'unité de production	Niveaux			
		1	2	3	4
S10.1.1	<p>Typologie des fabrications</p> <ul style="list-style-type: none"> Fabrications de type continu Fabrications de type discontinu : <ul style="list-style-type: none"> travaux unitaires et série unique travail par lots renouvelables : fractionnement, critères, synchronisation des tâches, intégration de la sous-traitance Influence sur l'organisation de la production : <ul style="list-style-type: none"> temps production et temps fabrication flux de produits et flux d'informations organisation physique des ateliers, typologie des implantations 				
S10.1.2	<p>Organisation des moyens de production</p> <ul style="list-style-type: none"> Système de production : <ul style="list-style-type: none"> zones fonctionnelles services de stockage, magasin, manutention services assemblage, montage, conditionnement, expédition Association des équipements : <ul style="list-style-type: none"> systèmes dédiés, polyvalents flexibilité, approche produit, approche processus changement rapide de production (SMED) 				

S10.1	Organisation de l'unité de production	Niveaux			
		1	2	3	4
S10.1.3	<p>Suivi de la production</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicateurs de production : <ul style="list-style-type: none"> • dates, délais, jalonnements • volumes fabriqués : tableaux, graphiques, visualisation des écarts, niveau des rebuts, suivi des en cours, bilan des aléas - Relations interservices et clients, procédures d'ajustement (voir S11 : Gestion technique et économique d'une affaire). 				

S10.2	Gestion de l'unité de production	Niveaux			
		1	2	3	4
S10.2.1	<p>Gestion des flux de fabrication</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gammes linéaires et non linéaires : nomenclature produit ou famille - Lancement des lots : regroupement des commandes, lancement des approvisionnements, programmation des besoins - Gestion des stocks : <ul style="list-style-type: none"> • les indicateurs • les types de stocks : stock moyen, stock d'alerte... • les coûts : passation de commande... (voir S11 : Gestion technique et économique d'une affaire) 				
S10.2.2	<p>Analyse des contraintes de gestion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse quantitative d'une production : méthode ABC, Pareto - Analyse temporelle : diagramme de Gantt, Pert 				

S10.2	Gestion de l'unité de production	Niveaux			
		1	2	3	4
S10.2.3	<p>Planification et ordonnancement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place et suivi d'un planning dans les différents secteurs - Planification : <ul style="list-style-type: none"> • classification des lots par marge de temps, analyse des aléas, temps de production • simulation des ordres de passage : production au plus tôt ou au plus tard, diagramme de Gantt - Calcul du taux de charge des postes, diagramme de charge - Calcul des besoins (bruts, nets) : ajustement des charges - Détermination de la taille des lots : conséquence sur les changements rapides de fabrication (SMED) - La gestion de production à flux tendu : les méthodes « Juste à temps » et Kanban - Utilisation d'outils d'assistance : planification, ordonnancement, ordres de fabrication 				

S11 – gestion technique et économique d'une affaire

S11.1	L'entreprise de production	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Définition et modes d'analyse : <ul style="list-style-type: none"> • les finalités de l'entreprise • les typologies des entreprises • l'insertion de l'entreprise dans le tissu économique (branche, secteur, filière) - Création et fonctionnement de l'entreprise : <ul style="list-style-type: none"> • le positionnement de l'entreprise sur les marchés et le choix du produit • l'analyse fonctionnelle de l'entreprise, l'interdépendance des différentes fonctions • les modes d'organisation de l'entreprise (par services, par projets, par processus) • les relations de l'entreprise avec son environnement (rapports avec les clients, les fournisseurs, les financeurs, les administrations et les organismes professionnels) 				

Commentaires : l'étude des relations de l'entreprise avec son environnement est envisagée d'un point de vue général ; elle permet ensuite de présenter les principaux supports de l'information échangée dans le cadre des relations contractuelles ou légales.

S11.2	Le cadre juridique	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Notions de droit civil, commercial et fiscal : <ul style="list-style-type: none"> • les contrats • la responsabilité contractuelle • la propriété industrielle et sa protection • les principales formes juridiques d'entreprises • le principe de la TVA • les principes d'imposition des bénéfices - Notions de droit social : <ul style="list-style-type: none"> • les relations individuelles de travail, le contrat de travail • les relations collectives de travail et leur organisation, les conventions collectives • la réglementation du travail et le contrôle de son application (salaire, durée du travail, conditions de travail, congés, CHSCT, l'inspection du travail) • la représentation des salariés, les syndicats • les conflits individuels du travail, les conseils de prud'hommes • les conflits collectifs du travail • les questions relatives à l'emploi et à la formation • la protection sociale des salariés 				

Commentaires : l'étude des contrats est réalisée à partir d'exemples (exemples : contrat de vente, contrat de maintenance, contrat de sous-traitance...) ; l'étude des formes juridiques d'entreprises se limite à leur présentation et à celle de leur principales caractéristiques ; les notions de droit fiscal abordées se limitent au cas le plus simple.

S11.3	Éléments généraux de gestion de l'entreprise	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Notions de patrimoine - Notions de bilan, actif et passif - Notions de compte de résultat, de produits, de charges 				

Commentaires : l'étude du bilan se limite aux principaux postes : capitaux propres, dettes financières, dettes d'exploitation, immobilisations incorporelles et corporelles, stocks, créances, trésorerie ; l'étude du compte de résultat se limite aux principaux produits et charges : ventes de marchandises, production vendue, produits financiers, achats, impôts, taxes et versements assimilés, salaires et traitements, charges sociales, dotations aux amortissements, charges financières.

S11.4	Coûts et coûts de revient constatés	Niveaux			
		1	2	3	4
S11.4.1	Les coûts complets <ul style="list-style-type: none"> - Les charges directes : <ul style="list-style-type: none"> • les matières et les composants (stocks et valorisation des sorties) • la main-d'œuvre - Les charges indirectes et leur traitement : <ul style="list-style-type: none"> • les centres d'analyse • les coûts d'unité d'œuvre et les taux de frais - Les coûts hiérarchisés : <ul style="list-style-type: none"> • les coûts d'achat des matières et composants • les coûts de production • les coûts de revient 				
S11.4.2	Les coûts partiels <ul style="list-style-type: none"> - Les charges fixes - Les coûts variables (<i>direct costing</i>) 				
S11.4.3	Les marges et les résultats <ul style="list-style-type: none"> - Les marges - Les résultats analytiques. 				

Commentaires : les procédures de détermination des coûts sont définies ; les méthodes de valorisation des mouvements de stocks sont limitées au coût moyen pondéré et au coût premier entré premier sorti ; les prestations croisées entre centres d'analyse sont exclues.

S11.5	Devis, facturation et budget	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Coût prévisionnel - Seuil de rentabilité - Notion de prix de cession interne - Devis - Facture - Budget d'un service d'entreprise - Notion d'écart 				

Commentaires : l'analyse des écarts est exclue.

S12 – systèmes de production et maintenance

S12.1	Intégration numérique des systèmes de production	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Typologie des différents réseaux locaux industriels - Architecture matérielle d'un réseau de communication (constituants, liaisons) - Configuration d'une liaison, caractéristiques générales - Systèmes de communication avec les machines-outils : transmission de données, surveillance de processus, diagnostic de maintenance, gestion de la production. - Exploitation d'un réseau : protocoles de communication entre systèmes, échanges de données 				

S12.2	Architecture des équipements de production numériques	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Le concept d'axe numérique - Structure et comportement d'un axe numérique - Critères de performance d'un axe numérique (rapidité, précision, stabilité) - Rôle des correcteurs (proportionnel, intégral et dérivé) 				

S12.3	Maintenance préventive	Niveaux			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Opérations préventives et niveaux d'intervention (maintenances systématique, conditionnelle et prévisionnelle) - Critères de définition des opérations de maintenance préventive (périodicité, moyens, processus opératoire, seuil d'alarme, point de collecte) - Exploitation des données de maintenance préventive (documents associés au plan de maintenance, fiche de suivi) 				

S13 – sécurité, environnement

S13.1	Santé et sécurité au travail	Niveaux			
		1	2	3	4
S13.1.1	<p>Généralités</p> <ul style="list-style-type: none"> – Définitions : sécurité, prévention, accident du travail, maladie professionnelle, maladie à caractère professionnel – Aspects qualitatifs et quantitatifs liés aux accidents du travail et aux maladies professionnelles – Organisation de la prévention, principales instances de prévention internes et externes – Réglementation : principes généraux de prévention de la loi 91-1414 du 31 décembre 1991, décret n° 2001-1016 du 05 novembre 2001 (document unique), circulaire DRT n° 6 du 18 avril 2002... – Documents liés à la prévention : document unique, plan de prévention, fiche de données de sécurité, fiche de poste... – Mesures de prévention : prévention intrinsèque, prévention collective, prévention individuelle, prévention par instruction, habilitation... 				
S13.1.2	<p>Démarche de prévention – démarche d’analyse des accidents</p> <ul style="list-style-type: none"> – Terminologie : fait, jugement, interprétation, antériorité, pluri-causalité, facteur potentiel d’accident... – Mise en œuvre de la démarche d’analyse des accidents : recueil des faits, construction de l’arbre des causes, recherche des mesures de prévention – Avantages et limites de la démarche 				
S13.1.3	<p>Démarche de prévention – démarche de maîtrise des risques</p> <ul style="list-style-type: none"> – Terminologie : phénomène dangereux ou danger, situation dangereuse, événement dangereux ou événement déclencheur, dommage, évitement, risque, probabilité d’apparition d’un dommage, gravité d’un dommage, estimation du risque, évaluation du risque... – Schématisation du processus d’apparition d’un dommage – Mise en œuvre de la démarche : identification des tâches liées au travail réel, identification des situations dangereuses, estimation du risque – Recherches des mesures de prévention – Avantages et limites de la démarche 				
S13.1.4	<p>Démarche de prévention – démarche ergonomique</p> <ul style="list-style-type: none"> – Terminologie : effets, travail réel, travail prescrit, déterminants... – Principes de mise en œuvre : recueil des données entreprise, recueil des effets, observation du travail réel, élaboration du schéma de compréhension, hypothèses de relations causes effets, validation des hypothèses, recherche de mesures d’amélioration des situations de travail – Avantages et limites de la démarche 				
S13.1.5	<p>Connaissance des risques professionnels</p> <ul style="list-style-type: none"> – Risques liés : <ul style="list-style-type: none"> • à l’activité physique • aux machines et aux outillages • aux activités de levage et manutention • aux circulations – Risques d’origine électrique – Risques chimique, biologique, liés aux ambiances et liés aux rayonnements 				

S13.2	Protection de l'environnement et risques industriels	Niveaux			
		1	2	3	4
S13.2.1	<p>Le développement durable</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concept, enjeux et valeurs fondamentales associées - Principes : précaution, prévention, responsabilisation, contribution et solidarité - Réglementations européenne et française 				
S13.2.2	<p>La protection de l'environnement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aspects législatifs et réglementaires en matière de protection de l'environnement et des risques industriels : <ul style="list-style-type: none"> • domaine d'application • actions élémentaires (connaître – maîtriser et minimiser) • responsabilités - Les impacts environnementaux de l'industrie - Les institutions et organismes concernés : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), Direction régionale de l'industrie de la recherche et de l'environnement (DRIRE), Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)... - Principe d'amélioration continue 				
S13.2.3	<p>L'identification, le stockage, l'évacuation des déchets</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nature des déchets (déchets industriels banals, déchets toxiques), quantité, nocivité, inflammabilité, nuisances associées - Éliminations accordées sur règlements locaux - Modes de collecte à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise - Traitement éventuel avant élimination - Stock minimum et évacuation sur décharge publique - Destruction sur place, destruction par entreprise spécialisée 				

Lexique (annexe Ic)

Activités professionnelles : Classe de tâches faisant partie d'un processus de travail : elle génère un résultat identifiable qui fait faire un pas de progrès dans la résolution du problème technique posé. Exemples : concevoir le processus, organiser le secteur de production et son environnement.

Affaire (Traitement d'une...) : Étude technique et économique relative à la réalisation d'un produit ou d'une pièce à partir du cahier des charges fourni par le client dans un système ou une unité de production donnés.

AMDEC : Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité.

Arbre d'assemblage : Dans le cadre de l'utilisation d'un modeler volumique, l'arbre d'assemblage décrit la liste des pièces qui composent un assemblage. Il permet de visualiser, d'une part le type de contrainte d'assemblage qui lie les pièces, et d'autre part les relations entre les dimensions qui paramètrent l'assemblage.

Arbre de construction : Dans le cadre de l'utilisation d'un modeler volumique, l'arbre de construction décrit, pour une pièce, la liste des fonctions volumiques (associées aux fonctions techniques). Ces fonctions, rassemblées séquentiellement et reliées par des conditions géométriques et topologiques (explicites ou implicites), créent un modèle volumique. L'arbre de construction permet de comprendre comment est bâti le modèle et facilite les modifications.

Assurance qualité : Ensemble des activités préétablies et systématiques mises en œuvre dans le cadre du système qualité et démontrées en tant que besoin pour donner la confiance appropriée en ce qu'une entité satisfera aux exigences pour la qualité et mettra en œuvre un cycle vertueux pour une amélioration constante de la qualité (ISO 9000 : 2000).

Base de données : D'une manière générale, il s'agit d'une ressource structurée d'éléments relatifs à un domaine donné : famille de composants, matériaux, fournisseurs...

Ces données sont disponibles sur support informatique résidant dans le bureau d'études, sur le réseau informatique de l'entreprise ou sur l'Internet. : En CFAO, il s'agit, par exemple, d'une bibliothèque d'éléments standard 3D. La bibliothèque est structurée en familles d'éléments et il existe plusieurs manières de rechercher des éléments : mots clés, index...

On distingue deux types d'éléments standard 3D :

- les éléments modifiables, modulables appartenant à une famille paramétrable ;
- les images d'éléments 3D figés qui permettent de récupérer un encombrement, une interface...

Besoin (énoncé global du besoin), (NF X 50-150) : Nécessité ou désir éprouvé par un utilisateur. La notion de besoin permet de préciser les véritables services à rendre et de poser le problème à son plus haut niveau utile d'étude ou de remise en cause.

Cahier des charges fonctionnel (NF X 50-151) : Document par lequel le demandeur exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en termes de fonctions de services et de contraintes. Pour chacune d'elles, sont définis des critères d'appréciation et leurs niveaux. Chacun de ces niveaux doit être assorti d'une flexibilité.

Le cahier des charges fonctionnel (CdCf) est un document qui évolue et qui s'enrichit au fur et à mesure de la phase de création d'un produit.

Le CdCf doit donc être rédigé indépendamment des solutions envisageables et doit permettre l'expression du besoin dans des termes compréhensibles par les utilisateurs.

Capabilité (indice de) : C'est le rapport entre l'exigence du client (en général représenté par l'intervalle de tolérance) et la variabilité du processus utilisé pour réaliser physiquement cette exigence (en général = 6 sigma *process*) : c'est un coefficient sans unité qui quantifie l'aptitude à réaliser la production. La méthode appliquée pour déterminer l'indice de capabilité varie en fonction des cas étudiés (petite ou grande série, court terme ou long terme...).

Céramique de coupe : Matériau inorganique non métallique composé d'éléments métalliques et d'éléments non métalliques. Ils sont composés partiellement ou complètement d'éléments métalloïdes. Ce sont principalement des composés binaires : oxydes (trioxyde de dialuminium, dioxyde de zirconium...), carbures (carbure de tungstène, carbure de titane, carbure de tantale...), nitrides (nitride de titane, nitride de bore, nitride de silicium...).

Cermet : Matériau de coupe composé d'une céramique de coupe et d'un métal. On distingue le cermet à base de carbure de tungstène (appelé commercialement « carbure ») et le cermet à base de carbure de titane (appelé « cermet »).

Chaîne géométrique : Circuit continu reliant les surfaces de contact entre pièces, es contacts étant déterminants pour la réalisation d'une condition fonctionnelle. La chaîne peut être linéaire lorsque les contacts entre pièces sont situés dans des plans parallèles ; elle se traduit alors par une chaîne de cotes conduisant à des spécifications dimensionnelles.

Chaîne numérique (dans le domaine de la mécanique) : Ensemble des moyens donnant accès en lecture et écriture aux données techniques dès lors que cet accès est garanti à tous les acteurs de l'ingénierie mécanique.

Cisaillage catastrophique : Mécanisme de formation du copeau à grande vitesse relativement aux propriétés mécaniques du matériau usiné. Celui-ci est dû conjointement à une instabilité plastique accumulant une grande énergie calorifique dans le copeau et à un frottement outil/copeau par « *stick-slip* » (accrochage-glissement).

Compétence : Ensemble de savoirs, savoir-faire et comportements organisé en vue de contribuer de façon adaptée à l'accomplissement d'une activité. Dans une situation concrète ou contexte, une compétence se traduit par des actions ou comportements, généralement observables. Les comportements ou/et les résultats de l'action sont mesurables ou évaluables. Exemples : structurer une présentation orale, développer un protocole de mesure, avoir le sens des ordres de grandeurs, régler un outillage...

Conception collaborative : Situation de travail de conception à plusieurs – en réseau par exemple – sur un même projet. La conception collaborative nécessite une organisation particulière : structure globale imposée, zones d'interventions individuelles identifiées, procédures d'échanges à distance et de validation définies...

L'enjeu de la conception collaborative réside dans la diminution des délais et des coûts de développement d'un projet ; elle s'appuie sur le développement d'outils et d'organisations qui intègrent les modifications et évolutions proposées par chaque intervenant pour structurer le modèle générique.

Contrainte d'assemblage : Dans le cadre de l'utilisation d'un modéleur volumique, l'assemblage de deux pièces distinctes est réalisé en imposant une (ou des) contrainte(s) d'assemblage. Cette contrainte est une relation géométrique (position et/ou orientation), implicite ou explicite, créée entre deux entités géométriques (point, courbe, surface ou volume) appartenant à chacune des pièces.

Cotraitant : Entreprise ou service partenaire dans le traitement d'une affaire.

Document unique (d'évaluation des risques professionnels) : Le décret n° 2001-1016 du 5 novembre 2001 prévoit l'obligation pour tout employeur, quelle que soit la taille de l'entreprise, de transcrire les résultats des évaluations des risques pour la santé et la sécurité des salariés dans un document unique. Cette obligation a été reprise dans le Code du travail (article R.230-1) qui prévoit des sanctions en cas de non-respect (article R.263-1-1). Ce document unique doit contribuer à l'élaboration d'un programme de prévention des risques afin de réduire et de supprimer la majorité des dangers constatés.

Documentation de maintenance : Information conservée sous forme écrite ou électronique nécessaire à l'exécution de la maintenance. Cette information peut consister en documents techniques, administratifs, de gestion ou autres.

Donnée technique : Une donnée technique est une information, élément d'une base de données techniques.

Elle est retenue pour sa pertinence dans des opérations techniques qui concernent toutes les étapes de la vie d'un produit (conception, industrialisation, production, SAV...).

Dossier de conception détaillée (NF X 50-106-1) : Résultat de l'étude de conception qui permet de définir dans un dossier de définition l'ensemble des moyens techniques et humains capables de satisfaire les besoins de l'utilisateur et de répondre aux contraintes de l'avant-projet sommaire.

L'avant-projet détaillé propose de mettre en œuvre des solutions optimisées et validées techniquement et économiquement, en utilisant les moyens propres de réalisation ou de sous-traitance (optimisation technico-économique des solutions techniques retenues, s'appuyant sur les relations produit – matériau – procédé – processus).

Il s'exprime sous la forme d'une maquette numérique intégrant les formes et contraintes optimisées de chaque pièce constitutive de l'ensemble, qui devient alors le document contractuel le plus important par rapport à l'industrialisation du produit et à son évolution.

Dossier de conception préliminaire (NF X 50-106-1) : Résultat de l'étude d'avant-projet permettant de dégager les possibilités techniques les mieux adaptées aux besoins. Cette étude s'appuie sur des études préalables (marché, faisabilité...) et aboutit à l'étude d'un avant-projet sommaire permettant de définir une ou des solutions d'ensemble exprimées à l'aide de modèles numériques (maquettes numériques), croquis et schémas, maquettes...

Dossier de définition de produit : C'est un dossier numérique et « papier » qui rassemble, au fur et à mesure de son élaboration, la définition précise d'une pièce fabriquée appartenant à un produit. Il comprend le ou les dessins (ou maquettes numériques) de :

- conception préliminaire de la pièce (privilégiant les surfaces et conditions fonctionnelles) ;
- conception détaillée à l'issue de la phase d'optimisation de la relation produit, matériau, procédé ;
- conception détaillée et spécifiée, formalisant la définition des formes et des spécifications dimensionnelles et géométriques de la pièce (donnant souvent lieu à l'édition d'un plan 2D respectant les normes de définition graphique et de cotation ISO en vigueur).

L'ensemble peut prendre la forme d'un dossier rassemblant, en plus de la définition géométrique de la pièce, les données techniques et économiques imposées, les contraintes de fabrication, de contrôle, de production.

Dossier de maintenance : Partie de la documentation de maintenance qui enregistre les défaillances, pannes et informations relatives à la maintenance d'un bien. Cet enregistrement peut aussi comprendre les coûts de maintenance, la disponibilité du bien et toutes autres données pertinentes.

Dossier technique : Terme générique désignant un ensemble de données techniques relatives à une ou plusieurs phases de la vie d'un produit (conception, industrialisation, production, maintenance...). Ce type de dossier comporte des données, des comptes rendus, des analyses spécifiques, des conclusions techniques.

Entité d'usinage ou de réalisation : Ensemble constitué d'une forme géométrique et d'un ensemble de spécifications pour lesquelles un processus d'usinage est connu. Ce processus est quasi indépendant des processus des autres entités. L'entité peut aussi intégrer des opérations de contrôle.

Fiche de poste : Une fiche de poste décrit les missions et activités correspondant à une situation de travail individuelle et localisée. Elle précise la situation fonctionnelle et hiérarchique du poste au sein de l'unité, les conditions d'exercice des activités ainsi que les compétences requises pour occuper le poste. Elle est traditionnellement utilisée dans le cadre du recrutement des agents et dans la gestion des compétences individuelles.

Film de production : C'est une suite d'images chronologiques de toute la production des pièces, relative à une spécification mesurable, par un seul moyen de production et sur une courte période (en fonction de la série, de quelques minutes à une semaine). Les données recueillies sous forme d'historique doivent permettre l'étude des variabilités et faciliter la recherche des causes assignables à une dérive du processus.

Fonction technique : *Au sens du FAST*, une fonction de service est satisfaite par l'association d'une ou plusieurs fonctions techniques. Une fonction technique est une « relation caractérisée » entre différentes parties d'un produit (pièce ou ensemble de pièces). Elle est exprimée exclusivement en termes de finalité.

La fonction technique est formulée par un verbe d'action à l'infinitif suivi d'un ou plusieurs compléments. Cette formulation doit être indépendante des solutions susceptibles de la réaliser. Une fonction technique doit être caractérisée par des critères et des valeurs.

Dans le développement industriel d'un produit, ces fonctions correspondent généralement à un ensemble de tâches et d'activités relatives à la réalisation d'une phase identifiée, comme la conception, la préparation de la production, la production, la gestion de la qualité, des achats...

Dans le monde industriel, ces fonctions correspondent généralement à des services réunissant toutes les compétences techniques et humaines nécessaires à la réalisation d'une fonction donnée : bureau d'étude, service qualité, bureau de méthodes, service industrialisation...

Industrialisation : À partir des données économiques (nombre de produits, taille des lots, coûts prévisionnels, délais) et du dossier de définition du produit, c'est la phase du développement du

produit qui définit toutes les procédures et tous les moyens techniques et humains pour fabriquer, contrôler, assembler, conditionner le produit dans l'entreprise ou chez ses sous-traitants.

Le dossier d'industrialisation comprend :

- les dessins de définition ;
- les études relatives au processus de fabrication, de contrôle, d'assemblage, de conditionnement :
 - définition des bruts ;
 - études de phase de chaque transformation des pièces ;
 - études de faisabilité et les simulations éventuelles ;
 - programmes informatiques nécessaires ;
 - définition précise des moyens techniques et humains ;
 - conditions d'intégration de la production dans la logistique globale de l'entreprise.

Ingénierie simultanée ou concourante ou collaborative (en anglais *concurrent engineering*) : L'ingénierie simultanée est une approche systématique et multidisciplinaire qui intègre en parallèle les différentes phases de développement d'un produit, et la gestion de son processus : identification des besoins du client, spécifications du produit, conception du produit et des moyens de fabrication, fabrication du produit, tout en tenant compte du cycle complet de la vie du produit, incluant le service après-vente, l'entretien, la mise au rebut ou le recyclage.

En utilisant un processus efficace de développement de produits, dans un environnement d'équipes multifonctionnelles performantes et créatives, il est possible de développer rapidement des produits de qualité à des coûts compétitifs. Ce processus de développement du produit doit être intégré, multidisciplinaire, flexible et fortement interactif.

Ce concept est appelé ingénierie simultanée, ingénierie concourante ou développement intégré.

Maintenance : Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.

Maintenance conditionnelle : Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue.

Maintenance corrective : Maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.

Maintenance de routine : Activités élémentaires de maintenance régulières ou répétitives qui ne requièrent généralement pas de qualification, d'autorisation(s) ou d'outils spéciaux.

La maintenance de routine peut inclure par exemple : le nettoyage, le resserrage des connexions, le contrôle des niveaux de liquide, la lubrification...

Maintenance différée : Maintenance corrective qui n'est pas exécutée immédiatement après la détection d'une panne, mais est retardée en accord avec des règles de maintenance données.

Maintenance préventive : Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.

Maintenance prévisionnelle : Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien.

Maintenance programmée : Maintenance préventive exécutée selon un calendrier préétabli ou selon un nombre défini d'unités d'usage.

Maintenance systématique : Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien.

Maquette numérique : La maquette numérique est une représentation virtuelle d'un produit. Les maquettes servent à valider et à définir. Les propriétés qui lui sont attachées sont fonction des points de vue souhaités pour la validation – un principe technique, une solution constructive, un ensemble fonctionnel, un comportement...

Modeleur volumique : Dénomination des progiciels de conception de systèmes mécaniques de dernière génération. Le modeleur volumique est le maillon central d'une chaîne numérique de conception. Ce type de logiciel permet de :

- créer des pièces par association de volumes élémentaires créés par des fonctions telles que l'extrusion ou la rotation d'une surface (esquisse) par rapport à une direction ;
- associer ces pièces selon des contraintes géométriques pour construire le modèle virtuel d'un système mécanique ;
- construire des maquettes « robustes ». La robustesse d'une maquette caractérise sa capacité à accepter de se reconstruire après la modification d'une caractéristique de référence. Ce concept dépend des méthodes de constructions adoptées pour :
 - définir une pièce (choix de l'arbre de construction, des esquisses et pertinence des critères d'évolution retenus) ;
 - construire un assemblage (choix des contraintes, constructions dans l'assemblage, paramétrages...) ;
- construire des maquettes « portables » : propriété du modèle géométrique à accepter les modifications et à être réutilisé facilement. Les interventions extérieures sur le fichier informatique ne doivent pas générer d'incohérences dans la base de données géométriques.

Le modelleur peut être :

- variationnel : toute modification d'une dimension sur le modèle engendre des modifications sur l'ensemble de la pièce et de la structure ;
- paramétré : possibilité de déclarer des paramètres gérant des dimensions et des fonctions, facilitant la gestion de familles de pièces ;
- évolutif : possibilité d'enregistrer des versions successives d'une maquette, facilitant des traitements particuliers (simulations de comportement mécanique, dimensionnements, fabrications), souvent associé à l'interactivité des modèles (une modification exigée par une simulation de fabrication se reporte automatiquement sur le modèle géométrique, par exemple) ;
- exact : la représentation volumique des solides est attachée à une définition mathématique exacte ;
- configurable : ce qui permet de gérer, dans un seul fichier informatique, différentes situations de la même maquette, pour enregistrer des options de conception, des positions successives, des essais de formes...

Paramètres de coupe : Grandeurs cinématiques et dimensionnelles permettant de caractériser un outil de coupe au travail. Voir norme ISO 3002-3 :1984.

La chaîne géométrique de contacts entre pièces peut présenter un caractère spatial.

Performance d'un procédé : Ensemble des résultats chiffrés qui peuvent être obtenus par un procédé. Ces résultats sont à analyser au travers de la relation produit – procédé – matériau.

Plan de maintenance : Ensemble structuré de tâches qui comprennent les activités, les procédures, les ressources et la durée nécessaire pour exécuter la maintenance.

Plan de maintenance préventive : Ensemble structuré des tâches qui comprennent les activités, les procédures, les ressources et la durée nécessaire pour exécuter la maintenance préventive. L'élaboration du plan de maintenance préventive a pour but de définir :

- Sur quel bien effectuer la maintenance ?
- Quelles sont les interventions à prévoir ?
- Quand et comment doivent-elles être réalisées ?

Politique de maintenance : La politique de maintenance consiste à fixer les orientations (méthode, programme, budget...), dans le cadre des buts et objectifs fixés par la direction de l'entreprise.

Préindustrialisation : Étape de la vie d'un produit pouvant être proposée lors de la conception détaillée du produit lorsque les procédés de réalisation ne sont pas définis ou sont remis en cause. La préindustrialisation permet d'optimiser la relation produit – matériau – procédé attachée à chaque pièce fabriquée, par la recherche du meilleur compromis répondant aux contraintes technico-économiques attachées au produit. Cette étape peut faire appel à la réalisation de maquettes, à des simulations de comportement, de réalisation, d'assemblages.

Présérie : C'est une quantité variable de pièces produites en situation réelle de production, après qualification du processus (pièces de réglage). Les caractéristiques des pièces produites en présérie sont analysées (voir film de production, variabilité, capacité) de manière à déterminer quels sont les ajustements à apporter pour stabiliser le processus définitif de production.

Procédé : Mode de transformation de la matière.

Processus : Ensemble d'actions organisées dans le temps conduisant une pièce depuis son état brut à son état achevé.

Production : À partir du dossier de conception détaillée et du dossier d'industrialisation, c'est la phase de mise en œuvre et de réalisation du produit. Les opérations de contrôle de conformité des pièces et du produit final sont implicitement incluses dans la phase de production.

Produit : Bien manufacturé.

Prototype : Modèle permettant l'évaluation de la conception détaillée d'un système et de sa réalisation. Il préfigure la réalisation du matériel définitif et permet de valider les exigences des spécifications fonctionnelles auxquelles il devra répondre. Le prototype ne peut pas être virtuel et doit être le plus proche possible de la version définitive du produit.

Qualité : Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences (ISO 9000 : 2000).

QQOQCP : Moyen mnémotechnique permettant de se souvenir des six questions suivantes : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?

Il s'agit d'un outil d'aide à la décision et de résolution de problème, ces questions servant à recueillir les informations élémentaires relatives au problème que l'on souhaite traiter.

Savoir-faire : Habileté manifestée dans une situation professionnelle définie. C'est l'ensemble des gestes et des méthodes les mieux adaptés à la tâche proposée.

Le savoir-faire est d'ordre « manipulateur » lorsqu'il est du domaine de l'action, de la manipulation. Exemple : agir, connecter, démonter ou remonter, démarrer, mesurer (prendre la mesure).

Le savoir-faire est d'ordre opératoire lorsqu'il est du domaine du suivi d'un protocole d'action, de la réalisation d'une opération, de la mise en œuvre de tout ou partie d'un processus. Exemple : régler, mettre en œuvre, démonter ou remonter un ensemble complexe, mesurer (mettre en œuvre la mesure).

Le savoir-faire est d'ordre méthodologique lorsqu'il est du domaine de l'organisation de l'action, de la conception, du choix, de la justification d'une méthode en vue de réaliser un processus ou un service. Exemple : organiser, proposer, concevoir, choisir, justifier, comparer, mesurer (concevoir la mesure).

Savoirs associés : Ensemble de connaissances qu'il est nécessaire de mobiliser pour rendre possible l'exercice d'une compétence. Exemple : pour « interpréter les dérives » (compétence), il est nécessaire de savoir décoder « les cartes de contrôle » (savoirs : structure des cartes, codes, valeurs correctes des données, conséquences...).

Solution constructive : Proposition concrète et réaliste dont la fabrication est possible. Elle permet de répondre, en partie, à une ou plusieurs fonctions de service dans un mécanisme.

Les solutions constructives peuvent être classées en grandes familles répondant à des objectifs donnés (transformer un mouvement, réaliser un guidage en rotation, assurer une étanchéité...). Elles peuvent associer des éléments standardisés, préfabriqués et optimisés, des éléments spécifiques au problème donné, définis et réalisés pour la circonstance ou des éléments adaptatifs, préfabriqués mais possédant des capacités d'adaptation au cahier des charges.

Sous-traitant : Organisme désigné par l'une des parties et responsable vis-à-vis du prestataire de services, d'effectuer les travaux ou services permettant d'exécuter le contrat principal.

Spécification géométrique : C'est une indication qui caractérise soit l'intervalle acceptable pour une dimension, soit la zone de tolérance relative à l'acceptabilité d'une forme ou du positionnement relatif d'une surface par rapport à une autre.

Système de production : Ensemble des moyens : techniques, informationnels, humains, organisations, nécessaires à la réalisation complète d'un bien, d'un ouvrage ou d'un service, avec des contraintes de qualité, de coût et de délai.

Tâches professionnelles : Ensemble d'opérations élémentaires mises en œuvre pour réaliser un travail. Pour être menée à bien, une tâche mobilise des compétences. Elle est caractérisée par des données d'entrée, la mise en œuvre d'outils et de méthodes, la production de résultats attendus et identifiables.

Télémaintenance : Maintenance d'un bien exécutée à distance sans accès physique du personnel au bien.

Type de maintenance : La typologie des actions de maintenance peut s'effectuer à travers les niveaux de maintenance (les niveaux de maintenance sont caractérisés par la complexité des tâches de

maintenance) et les échelons de maintenance (l'échelon de maintenance est caractérisé par la compétence du personnel, les moyens disponibles, l'emplacement : maintenance sur site, maintenance en atelier, maintenance chez le constructeur ou une société spécialisée).

Unité de production : Ensemble des moyens techniques organisés : machines, outils, outillages, stockages, appareils de mesure, pour réaliser et contrôler la pièce ou les familles de pièces ou les assemblages à produire.

Variabilité : Écarts d'une série d'observations ou de mesures à une mesure de tendance centrale (l'indice de variabilité le plus fréquemment employé est l'écart type).

Vie du produit et cycle de vie : Selon l'analogie biologique introduite par l'américain R. Vernon, les produits se comportent comme des êtres vivants et ont un cycle de vie en quatre phases : naissance, croissance, maturité et déclin.

Dans le domaine de la mécanique, le cycle de vie d'un produit est l'ensemble de toutes les phases de l'existence d'un produit, depuis sa naissance jusqu'à sa disparition : conception, industrialisation, production, utilisation, recyclage.

ANNEXE II

Modalités de certification

Unités constitutives du diplôme

Conditions d'obtention de dispenses d'unités

Règlement d'examen

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

Unités constitutives du diplôme (annexe IIa)

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

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

Le tableau ci-après met en relation les compétences avec les unités.

<i>Les cases grisées correspondent, pour chacune des six unités, aux compétences à évaluer lors de la certification (examen ou validation des acquis). Seules les compétences désignées par des cases grisées seront évaluées. Si les autres peuvent être mobilisées, elles ne donneront pas lieu à évaluation. Dans le cas où elles ne seraient pas maîtrisées, les tâches correspondantes seront réalisées avec assistance.</i>	U4	U51	U52	U61	U62	U63
	Étude de préindustrialisation	Conception de processus	Présent. du projet de qualification de processus	Lancement d'une production	Traitement d'une affaire	Présentation du rapport de stage industriel
C01. Proposer et argumenter des modifications de la pièce liées aux difficultés techniques et aux surcoûts de production.						
C02. S'impliquer dans un groupe projet.						
C03. Pour chacun des procédés visés, proposer un processus prévisionnel et des principes d'outillages associés.						
C04. Valider le choix du couple matériau – procédé d'élaboration au regard de la géométrie et des spécifications de la pièce à produire.						
C05. Spécifier les moyens de production nécessaires (machines-outils, outils, outillages...).						
C06. Établir les documents destinés aux partenaires cotraitants et sous-traitants.						
C07. Répondre à une demande de réalisation.						
C08. Estimer le coût prévisionnel de réalisation.						
C09. Élaborer le processus détaillé.						
C10. Définir les moyens et les protocoles de contrôle.						
C11. Définir les contraintes d'environnement de production.						
C12. Définir et mettre en œuvre des essais réels et/ou par simulation permettant de qualifier un processus.						
C13. Valider le processus sur les plans technique et économique.						
C14. Qualifier des moyens en mode production au regard d'un cahier des charges.						
C15. Proposer des solutions d'amélioration technico-économique du processus.						
C16. Élaborer les documents opératoires de la mise en production du produit.						
C17. Configurer l'unité de production.						
C18. Configurer l'environnement de production.						
C19. Expliciter les consignes de configuration des moyens.						
C20. Valider la configuration des moyens.						
C21. Lancer la production.						
C22. Suivre la production.						
C23. Adapter le planning en fonction des besoins.						
C24. Identifier les marges de progrès et proposer des améliorations assorties.						
C25. Animer une équipe.						
C26. Établir une fiche de poste.						
C27. Identifier les risques liés à la sécurité des personnes, définir et mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées.						
C28. Transmettre des informations relatives à l'unité de production.						
C29. Gérer les moyens et les stocks de l'unité de production.						
C30. Assurer la disponibilité des biens.						
C31. Appliquer les règles de protection de l'environnement.						

U4/E4 – étude de préindustrialisation

Contenu

Cette unité concerne tout ou partie des compétences ci-dessous :

- C01. Proposer et argumenter des modifications de la pièce liées aux difficultés techniques et aux surcoûts de production.
- C03. Pour chacun des procédés visés, proposer un processus prévisionnel et des principes d'outillages associés.
- C04. Valider le choix du couple matériau – procédé d'élaboration au regard de la géométrie et des spécifications de la pièce à produire.
- C05. Spécifier les moyens de production nécessaires (machines-outils, outils, outillages...).
- C06. Établir les documents destinés aux partenaires cotraitants et sous-traitants.

On notera que pour effectuer les tâches demandées (voir ci-dessous), certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

Contexte professionnel

- Fonction : Technicien procédé en Préindustrialisation.
- Situation à valider : étude de la relation produit – procédé – processus¹ à partir des données de conception et de production.
- Localisation : secteur préindustrialisation, bureau d'études, groupe de travail en « plateforme », groupe projet.

Nature de l'activité

À cette unité U4 sont associées tout ou partie des tâches 1.1., 1.2. et 1.3. de l'activité Exploitation des données de conception et de production :

- 1.1. Participer à la définition du produit du point de vue réalisation.
- 1.2. Valider le choix des procédés de réalisation du produit.
- 1.3. Définir le cahier des charges des moyens de production et de sous-traitance des procédés.

Les études concernées peuvent être relatives :

- à la comparaison et au choix de procédés ;
- à des propositions d'évolution de la définition de la pièce en fonction du procédé ;
- à l'élaboration d'un processus prévisionnel ;
- à l'étude et à la proposition d'un principe d'outillage ;
- à la spécification des moyens de production.

U51/E51 – conception de processus

Contenu

Cette unité concerne tout ou partie des compétences ci-dessous :

- C09. Élaborer le processus détaillé.
- C10. Définir les moyens et les protocoles de contrôle.
- C11. Définir les contraintes d'environnement de production.
- C16. Élaborer les documents opératoires de la mise en production du produit.

On notera que pour effectuer les tâches demandées (voir ci-dessous), certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

1. Il s'agit ici du processus prévisionnel.

Contexte professionnel

- Fonction : Technicien méthodes en Conception des processus.
- Situation à valider : élaboration d'un processus de production mécanique.
- Localisation : service industrialisation, bureau des méthodes, service qualité.

Nature de l'activité

À cette unité U51 sont associées tout ou partie des tâches 2.1. et 2.5. de l'activité Industrialisation, préparation de la réalisation :

- 2.1. Concevoir le processus.
- 2.5. Élaborer le dossier d'industrialisation.

Les études concernées peuvent être relatives :

- à la définition du processus de fabrication et de contrôle ;
- au choix des moyens associés ;
- à la définition des paramètres de production, notamment, au choix et à la détermination des spécifications de fabrication ;
- à la validation théorique de la relation spécifications de fabrication – aptitude des moyens de production ;
- à la rédaction des documents de l'avant-projet de production.

U52/sous-épreuve E52 – présentation du projet de qualification de processus

Contenu

Cette unité concerne tout ou partie des compétences ci-dessous :

- C02. S'impliquer dans un groupe projet.
- C12. Définir et mettre en œuvre des essais réels et/ou par simulation permettant de qualifier un processus.
- C13. Valider le processus sur les plans technique et économique.
- C14. Qualifier des moyens en mode production au regard d'un cahier des charges.
- C15. Proposer des solutions d'amélioration technico-économique du processus.

On notera que pour effectuer les tâches demandées (voir ci-dessous), certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

Contexte professionnel

- Fonction : Technicien méthodes en Qualification et optimisation des processus.
- Situation à valider : validation de choix techniques relatifs à tout ou partie d'un processus de production en fonction du cahier des charges.
- Localisation : service industrialisation / bureau des méthodes et secteur de production mécanique.

Nature de l'activité

À cette unité U52 sont associées tout ou partie des tâches 2.2., 2.3. et 2.4. de l'activité Industrialisation, préparation de la réalisation :

- 2.2. Valider le processus.
- 2.3. Valider la conformité des moyens par rapport au cahier des charges.
- 2.4. Optimiser le processus.

et de la tâche 3.4. de l'activité Production :

- 3.4. Proposer des améliorations du processus.

Les études concernées peuvent être relatives :

- au dialogue et à la collaboration avec les différents spécialistes métiers impliqués dans l'obtention de la pièce et/ou du produit ;
- à l'exploitation des résultats de simulation de procédés issus de l'étude de préindustrialisation ;
- à la définition et à la mise en œuvre de procédures d'essais réels et, éventuellement, simulés (essais concernant des stratégies d'usinage, les outils, le contrôle, les équipements...) ;
- à l'exploitation des résultats d'essais réels et/ou simulés du processus ;
- à la réception et/ou à la validation des moyens ;
- à la validation technico-économique et aux propositions éventuelles d'amélioration du processus.

U61/sous-épreuve E61 – lancement d'une production

Contenu

Cette unité concerne tout ou partie des compétences ci-dessous :

- C17. Configurer l'unité de production.
- C18. Configurer l'environnement de production.
- C20. Valider la configuration des moyens.
- C21. Lancer la production.

On notera que pour effectuer les tâches demandées (voir ci-dessous), certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

Contexte professionnel

- Fonction : Technicien méthodes « Atelier ».
- Situation à valider : configuration, validation et mise en œuvre d'une unité de production en vue de procéder au premier lancement et à la stabilisation d'une production.
- Localisation : atelier de production mécanique.

Nature de l'activité

À cette unité U61 sont associées tout ou partie des tâches 3.1., 3.2. et 3.3. de l'activité Production :

- 3.1. Organiser le secteur de production et son environnement.
- 3.2. Garantir la configuration des moyens.
- 3.3. Assurer la production.

Les études concernées peuvent être relatives :

- à la configuration des outils, des porte-pièces, des machines de production, des postes de contrôle, des postes d'assemblage...
- à la validation de la configuration ;
- à l'organisation des moyens d'approvisionnement, de stockage, de production, de protection, de conditionnement, de marquage, d'évacuation... en respectant les règles liées à la productivité, la qualité, la sécurité des personnes, l'ergonomie, au respect de l'environnement...
- à la mise en production et à la stabilisation des postes ;
- à l'ajustement des paramètres de production.

U62/sous-épreuve E62 – traitement d'une affaire

Contenu

Cette unité concerne tout ou partie des compétences ci-dessous :

- C07. Répondre à une demande de réalisation.
- C08. Estimer le coût prévisionnel de réalisation.

C19. Expliciter les consignes de configuration des moyens.

C23. Adapter le planning en fonction des besoins.

C25. Animer une équipe.

On notera que pour effectuer les tâches demandées (voir ci-dessous), certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

Contexte professionnel

- Fonction : Technicien responsable d'atelier ou d'un secteur de production.
- Situation à valider : réponse technique, économique et organisationnelle, dans le cadre d'une démarche client fournisseur, à une demande externe de réalisation unitaire ou en petite série non renouvelable d'une pièce ou d'un ensemble mécanique.
- Localisation : atelier ou secteur de production de pièces mécaniques.

Nature de l'activité

À cette unité U62 sont associées la tâche 1.4. de l'activité Exploitation des données de conception et de production :

1.4. Participer à la détermination du coût prévisionnel du produit d'un point de vue réalisation,

tout ou partie des tâches 3.2. et 3.3. de l'activité Production :

3.2. Garantir la configuration des moyens.

3.3. Assurer la production.

et la tâche 4.1. de l'activité Management en production :

4.1. Gérer une équipe de production.

Les études concernées peuvent être relatives :

- au choix du (des) procédé(s) de réalisation ;
- à l'analyse du plan de charge des moyens de fabrication ;
- à l'établissement d'un devis ;
- à l'élaboration et à la communication à un « client » d'un avis quant à la faisabilité technique assortie du devis ;
- à l'élaboration d'une nomenclature des phases de réalisation ;
- à la rédaction d'un ordre de fabrication ;
- à l'adaptation du plan de charge des moyens de fabrication ;
- à la transmission des consignes d'organisation de la réalisation.

U63/sous-épreuve E63 – présentation du rapport de stage industriel

Contenu

Cette unité concerne tout ou partie des compétences ci-dessous :

C22. Suivre la production.

C24. Identifier les marges de progrès et proposer des améliorations assorties.

C26. Établir une fiche de poste.

C27. Identifier les risques liés à la sécurité des personnes, définir et mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées.

C28. Transmettre des informations relatives à l'unité de production.

C29. Gérer les moyens et les stocks de l'unité de production.

C30. Assurer la disponibilité des biens.

C31. Appliquer les règles de protection de l'environnement.

On notera que pour effectuer les tâches demandées (voir ci-dessous), certaines autres compétences peuvent être mobilisées. En aucun cas, ces dernières ne donneront lieu à évaluation. Si ces compétences ne sont pas maîtrisées, les tâches correspondantes doivent être réalisées avec assistance.

Contexte professionnel

- Fonction : Technicien responsable de la gestion et de l'organisation des moyens de production.
- Situation à valider : proposition d'amélioration de la productivité et de la sécurité d'une unité de production.
- Localisation : service qualité, service gestion des moyens et secteur de production mécanique.

Nature de l'activité

À cette unité U63 sont associées tout ou partie, de la tâche 3.4. de l'activité Production :

3.4. Proposer des améliorations du processus.

et des tâches 4.1., 4.2. et 4.3. de l'activité Management en production :

4.1. Gérer une équipe de production.

4.2. Assurer les échanges d'informations en français et en anglais.

4.3. Gérer des ressources matérielles (charges, maintenance).

Les études concernées peuvent être relatives :

- à la mise en œuvre du suivi de production, à l'identification des causes de non-qualité, à l'exploitation de l'historique des aléas et à rendre compte ;
- à la proposition d'organisation et d'amélioration de l'unité de production d'un point de vue technico-économique dans le respect des règles liées à la santé et la sécurité au travail, ainsi qu'à la protection de l'environnement ;
- à la proposition d'organisation et d'amélioration de la gestion des moyens (productivité et disponibilité) et des stocks ;
- à la description des activités conduites à un poste de travail et à l'identification des compétences et des qualifications professionnelles associées ;
- à la transmission et à l'échange, par écrit et oralement, en français et en anglais, des informations relatives à l'unité de production.

Conditions d'obtention de dispenses d'unités (annexe IIb)

U1 – culture générale et expression

Les candidats à l'examen d'une spécialité de brevet de technicien supérieur, titulaires d'un brevet de technicien supérieur d'une autre spécialité, d'un diplôme universitaire de technologie ou d'un diplôme national de niveau III ou supérieur sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité de « Français ».

Les bénéficiaires de l'unité de « Français », « Expression française » ou de « Culture générale et expression » au titre d'une autre spécialité de BTS sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés des épreuves correspondant à l'unité U1 « Français ».

U2 – anglais

L'unité U2 « Anglais » du brevet de technicien supérieur « Industrialisation des produits mécaniques » et l'unité de « Langue vivante étrangère 1 » des brevets de technicien supérieur du groupe 17 sont communes sous réserve que les candidats aient choisi l'anglais.

Les bénéficiaires de l'unité « Langue vivante étrangère » au titre de l'une des spécialités susmentionnées sont, à leur demande, dispensés de l'unité U2 « Anglais », sous réserve que les candidats aient choisi l'anglais.

Les titulaires de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent faire acte de candidature à une autre de ces spécialités sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U2 « Anglais » ou de « Langue vivante étrangère 1 » sous réserve, dans ce dernier cas, que les candidats aient choisi l'anglais.

D'autre part, les titulaires d'un diplôme national de niveau III ou supérieur, ayant été évalués en anglais pour obtenir ce diplôme, sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U2 « Anglais » du brevet de technicien supérieur « Industrialisation des produits mécaniques ».

U3 – mathématiques

L'unité U3 « Mathématiques » du brevet de technicien supérieur « Industrialisation des produits mécaniques » et l'unité de mathématiques des brevets de technicien supérieur du groupement B sont communes.

Les bénéficiaires de l'unité de mathématiques au titre de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent faire acte de candidature à une autre de ces spécialités sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés de subir l'unité de mathématiques.

D'autre part, les titulaires d'un diplôme national scientifique ou technologique de niveau III ou supérieur, ayant été évalués en mathématiques pour obtenir ce diplôme, sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U3 « Mathématiques » du brevet de technicien supérieur « Industrialisation des produits mécaniques ».

Règlement d'examen (annexe IIc)

Épreuves			Candidats				
			Scolaires (établissements publics ou privés sous contrat) Apprentis (CFA ou sections d'apprentissage habilités) Formation professionnelle continue dans les établissements publics habilités	Formation professionnel le continue (établissemen ts publics habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS)	Scolaires (établissements privés hors contrat) Apprentis (CFA ou sections d'apprentissage non habilités) Formation professionnelle continue (établissements privés) Au titre de leur expérience professionnelle Enseignement à distance		
Nature des épreuves	Unité	Coef.	Forme	Durée	Forme	Forme	Durée
E1 – Culture générale et expression	U1	3	Ponctuelle écrite	4 h	CCF 3 situations	Ponctuelle écrite	4 h
E2 – Anglais	U2	2	Ponctuelle orale	20 min (+ 40 min de prépa)	CCF 2 situations	Ponctuelle orale	20 min (+ 40 min de prépa)
E3 – Mathématiques – sciences physiques							
<i>E31 – Sous-épreuve : Mathématiques</i>	U31	2	Ponctuelle écrite	2 h	CCF 2 situations	Ponctuelle écrite	2 h
<i>E32 – Sous-épreuve : Sciences physiques</i>	U32	2	CCF 2 situations		CCF 2 situations	Ponctuelle écrite	2 h
E4 – Étude de préindustrialisation	U4	4	Ponctuelle écrite	6 h	Ponctuelle écrite	Ponctuelle écrite	6 h
E5 – Avant-projet et projet							
<i>E51 – Sous-épreuve : Conception de</i>	U51	4	CCF 1 situation		CCF 1 situation	Ponctuelle écrite/pratiqu e	6 h
<i>E52 – Sous-épreuve : Présentation du projet</i>	U52	4	Ponctuelle orale	40 min	CCF 1 situation	Ponctuelle orale	40 min
E6 – Réalisation et production							
<i>E61 – Sous-épreuve : Lancement d'une</i>	U61	2	CCF 1 situation		CCF 1 situation	Ponctuelle pratique	4 h
<i>E62 – Sous-épreuve : Traitement d'une</i>	U62	3	Ponctuelle orale	30 min	CCF 1 situation	Ponctuelle orale	30 min
<i>E63 – Sous-épreuve : Présentation du rapport</i>	U63	3	Ponctuelle orale	30 min	CCF 1 situation	Ponctuelle orale	30 min
Épreuve facultative de langue étrangère*	UF1		Ponctuelle orale	20 min (+ 20 min prépa)	Ponctuelle orale	Ponctuelle orale	20 min (+ 20 min prépa)

* Hors anglais (pour cette épreuve facultative, seuls les points au-dessus de la moyenne sont pris en compte).

Définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation (annexe IId)

E1/U1 – culture générale et expression

(coefficient 3)

Objectifs

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

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

- tirer parti des documents lus dans l'année et de la réflexion menée en cours ;
- rendre compte d'une culture acquise en cours de formation ;
- apprécier un message ou une situation ;
- communiquer par écrit ou oralement ;
- appréhender un message ;
- réaliser un message.

(Voir annexe III de l'arrêté du 17 janvier 2005 – BO n°7 du 17 février 2005.)

Formes de l'évaluation

Contrôle ponctuel : épreuve écrite (durée : 4 h)

On propose trois à quatre documents de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, documents iconographiques, tableaux statistiques, etc.) choisis en référence à l'un des deux thèmes inscrits au programme de la deuxième année de STS. Chacun d'eux est daté et situé dans son contexte.

Première partie : synthèse (notée sur 40)

Le candidat rédige une synthèse objective en confrontant les documents fournis.

Deuxième partie : écriture personnelle (notée sur 20)

Le candidat répond de façon argumentée à une question relative aux documents proposés.

La question posée invite à confronter les documents proposés en synthèse et les études de documents menée dans l'année en cours de « culture générale et expression ».

La note globale est ramenée à une note sur 20 points (voir annexe III de l'arrêté du 17 janvier 2005 – BO n° 7 du 17 février 2005.)

Contrôle en cours de formation

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

- deux situations relatives à l'évaluation de la capacité du candidat à appréhender et à réaliser un message écrit ;
- une situation relative à la capacité du candidat à communiquer oralement évaluée lors de la soutenance du rapport de stage.

Première situation d'évaluation (durée indicative : 2 heures)

Objectif général : évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit.

Compétences à évaluer

- Respecter les contraintes de la langue écrite ;

- Synthétiser des informations : fidélité à la signification des documents, exactitude et précision dans leur compréhension et leur mise en relation, pertinence des choix opérés en fonction du problème posé et de la problématique, cohérence de la production (classement et enchaînement des éléments, équilibre des parties, densité du propos, efficacité du message).

Exemple de situation : réalisation d'une synthèse de documents à partir de 2 à 3 documents de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, documents iconographiques, tableaux statistiques, etc.) dont chacun est daté et situé dans son contexte. Ces documents font référence au deuxième thème du programme de la deuxième année de STS.

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

Objectif général : Évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit.

Compétences à évaluer :

- Respecter les contraintes de la langue écrite ;
- Répondre de façon argumentée à une question posée en relation avec les documents proposés en lecture.

Exemple de situation : à partir d'un dossier donné à lire dans les jours qui précèdent la situation d'évaluation et composé de 2 à 3 documents de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, documents iconographiques, tableaux statistiques, etc.), reliés par une problématique explicite en référence à un des deux thèmes inscrits au programme de la deuxième année de STS, et dont chaque document est daté et situé dans son contexte, rédaction d'une réponse argumentée à une question portant sur la problématique du dossier.

Troisième situation d'évaluation

Objectif général : Évaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.

Compétences à évaluer

- S'adapter à la situation (maîtrise des contraintes de temps, de lieu, d'objectifs et d'adaptation au destinataire, choix des moyens d'expression appropriés, prise en compte de l'attitude et des questions du ou des interlocuteurs) ;
- Organiser un message oral : respect du sujet, structure interne du message (intelligibilité, précision et pertinence des idées, valeur de l'argumentation, netteté de la conclusion, pertinence des réponses ...).

Exemple de situation : la capacité du candidat à communiquer oralement est évaluée au moment de la soutenance du rapport de stage.

Chaque situation est notée sur 20 points. La note globale est ramenée à une note sur 20.

E2/U2 – anglais

(coefficient 2)

Principes

Afin de ne pas occulter la composante professionnelle qui doit rester un élément constituant de la formation du futur technicien supérieur, sans pour autant limiter l'expression à l'utilisation de la langue de spécialité, on soumet au candidat, dans le cadre d'une épreuve orale :

- un support relatif à sa spécialité dont on vérifiera la compréhension ;
- un autre type de supports pour l'entretien en langue vivante étrangère proprement dit.

Formes d'évaluation

Forme ponctuelle : épreuve orale
(durée 20 minutes, préparation 40 minutes)

Elle se déroulera selon les modalités suivantes :

- préparation de l'épreuve en loge : le candidat prépare un compte rendu et un commentaire en anglais à partir de supports textuels, iconographiques ou de brefs enregistrements audios ou vidéos. Il prendra des notes (de 15 à 20 lignes maximum) ;
- entretien en langue anglaise avec l'examineur à partir des supports et des notes prises par le candidat au cours de la préparation en loge :
 - support relatif à sa spécialité : pour la vérification de la compréhension, l'examineur peut proposer au candidat des exercices spécifiques destinés à vérifier sa compréhension, y compris la traduction d'un extrait. On évitera un recours abusif au français,
 - autre type de supports : résumé et commentaire de document par le candidat (prise de parole en continu par le candidat à partir de notes prises pendant la préparation) suivis d'un entretien en langue anglaise avec l'examineur.

Contrôle en cours de formation

L'épreuve d'anglais est constituée de deux situations d'évaluation, de poids identique, correspondant aux deux capacités : compréhension orale et expression orale.

Première situation d'évaluation : compréhension orale

Évaluer à partir d'un support audio-oral l'aptitude à comprendre le message auditif exprimé en anglais par le biais de :

- questions factuelles simples ;
- questions à choix multiples ;
- reproductions des éléments essentiels d'information issus du document ;
- résumés rédigés en anglais (ou éventuellement en français).

Le candidat doit faire la preuve des compétences suivantes :

- anticipation ;
- repérage, segmentation du discours, identification des éléments prévisibles ;
- sélection, organisation, hiérarchisation des informations ;
- déduction, hypothèses, inférence.

Deuxième situation d'évaluation : expression orale.

Évaluer la capacité à s'exprimer oralement en langue anglaise de façon pertinente et intelligible. Le (ou les) support(s) proposé(s) permettent d'évaluer l'aptitude à dialoguer en anglais dans une situation liée au domaine professionnel au moyen de phrases simples, composées et complexes.

Le candidat doit faire preuve des compétences suivantes :

- aptitude à la reformulation juste et précise ;
- aptitude à élaborer des énoncés cohérents, pertinents et intelligibles ;
- exigences lexicale et grammaticale (cf. programme des classes de première et terminale).

E3/U31, U32 – mathématiques et sciences physiques appliquées

Sous-épreuve E 31 (unité U31) – mathématiques

(coefficient 2)

Mode d'évaluation

Forme ponctuelle : épreuve écrite

(durée 2 heures)

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

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

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

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est définie par la circulaire n° 99-018 du 1^{er} février 1999 (BO n° 6 du 11 février 1999).

En tête des sujets doivent figurer les deux rappels suivants :

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

Contrôle en cours de formation

Il comporte deux situations d'évaluation, la première comptant pour deux tiers du coefficient attribué à l'unité de mathématiques.

Première situation d'évaluation

Située en fin de formation, elle respecte les points suivants.

1. Cette évaluation est écrite et sa durée est voisine de celle correspondant à l'évaluation ponctuelle de ce BTS.

2. Cette situation d'évaluation comporte des exercices de mathématiques recouvrant une part très large du programme. Dans chaque spécialité, les thèmes mathématiques qu'ils mettent en jeu portent principalement sur les chapitres les plus utiles pour les autres enseignements.

Le nombre de points affectés à chaque exercice est indiqué aux candidats afin qu'ils puissent gérer leurs travaux.

Lorsque cette situation s'appuie sur d'autres disciplines, aucune connaissance relative aux disciplines considérées n'est exigible des candidats pour l'évaluation des mathématiques et toutes explications et indications utiles doivent être fournies dans l'énoncé.

3. Cette situation d'évaluation permet l'application directe des connaissances du cours mais aussi la mobilisation de celles-ci au sein de problèmes plus globaux.

4. Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessive.

La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

5. L'utilisation des calculatrices pendant cette situation d'évaluation est définie par la réglementation en vigueur aux examens et concours relevant de l'Éducation nationale.

6. Les deux points suivants doivent être impérativement rappelés au candidat :

- la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies ;

– l’usage des calculatrices et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

Deuxième situation d’évaluation

C’est la réalisation écrite (individuelle ou en groupe restreint) et la présentation orale (individuelle) d’un dossier comportant la mise en œuvre de savoir-faire mathématique en liaison directe avec la présente spécialité de BTS.

Au cours de l’oral dont la durée maximale est de 20 minutes, le candidat sera amené à répondre à des questions en liaison directe avec le contenu mathématique du dossier.

Sous-épreuve E 3 2 (unité U32) – sciences physiques appliquées

(coefficient 2)

Objectif de l’épreuve

L’évaluation en sciences physiques appliquées a pour objet :

- d’apprécier la solidité des savoir-faire des candidats et de s’assurer de leur aptitude à effectuer des mesures sur des dispositifs en rapport avec des activités professionnelles ;
- de vérifier leur connaissance du matériel scientifique et des conditions de son utilisation ;
- de vérifier leur capacité à s’informer et à s’exprimer par écrit sur un sujet scientifique.

Modes d’évaluation

Forme ponctuelle : épreuve écrite

(durée 2 heures)

Le sujet de sciences physiques appliquées comporte des exercices qui portent sur des parties différentes du programme et qui doivent rester proches de la réalité professionnelle.

L’épreuve porte sur le programme de l’ensemble du cursus, mais on ne s’interdit pas, si cela s’avère nécessaire, de faire appel à toute connaissance acquise antérieurement et supposée connue.

Chaque exercice comporte une part d’analyse d’une situation expérimentale ou pratique permettant d’évaluer les savoir-faire des candidats dans le domaine de la mesure (connaissance du matériel scientifique, des méthodes de mesure) et des applications numériques destinées à tester la capacité du candidat de mener à bien, jusqu’à ses applications numériques, l’étude précédente. Des questions de connaissance du cours peuvent éventuellement être glissées dans la progression graduée de chaque exercice pour une part ne devant pas dépasser 25 % de la note.

Il convient d’éviter toute difficulté théorique et toute technicité excessives et un recours important aux mathématiques.

La longueur et l’ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et le rédiger dans le temps imparti.

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

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

Contrôle en cours de formation

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

- ces situations d’évaluation sont expérimentales, chacune a pour durée 2 heures et est notée sur 20 points ;

- les situations d'évaluation doivent permettre d'évaluer les savoir-faire expérimentaux — les connaissances ou des savoir-faire théoriques en lien avec la situation expérimentale peuvent aussi être évaluées — leur part ne doit pas dépasser 25 % de la note ;
- les contenus abordés ont comme point de départ des situations professionnelles en rapport avec la définition de l'unité ;
- la longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti ;
- l'utilisation de l'outil informatique (acquisition, tracé de courbes, modélisation, simulation) est fortement recommandée. Il est tout à fait envisageable que le candidat fournisse un document informatisé comme copie.

La correction de l'épreuve tiendra le plus grand compte de la maîtrise dans la conduite de la manipulation et dans la rédaction du compte rendu, de la compatibilité de la précision des résultats numériques avec celle des données de l'énoncé, celle des appareils de mesure utilisés, du soin apporté aux représentations graphiques éventuelles et de la qualité de la langue française dans son emploi scientifique.

La note finale sur 20 proposée à la commission d'évaluation pour l'unité est la moyenne, arrondie au demi-point, des notes résultant des deux situations d'évaluation.

E4/U4 – étude de préindustrialisation

(coefficient 4)

Objectif de l'épreuve

Cette épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat :

- à mobiliser ses connaissances lors du travail d'optimisation de la relation « produit – matériau – procédé – processus prévisionnel » dans les phases de dialogue avec les concepteurs et les spécialistes d'autres procédés et les sous-traitants éventuels ;
- à élaborer le cahier des charges des moyens de production (machines, outillages) ;
- à définir des principes d'outillage et à proposer, éventuellement, des solutions techniques associées.

Il est amené à construire des analyses, puis à formuler des considérations de spécialistes de production mécanique conduisant à une production économiquement viable.

Contenu de l'épreuve

Le support technique de l'épreuve est constitué par une ou plusieurs pièces issues du même ensemble mécanique. Le contexte de production est précisé : taille des lots, coût prévisionnel, délai, contexte éventuel de co-traitance ou de sous-traitance, moyens disponibles...

Le travail demandé au candidat comporte deux parties distinctes.

Partie 1. Étude de la relation « produit – procédé – processus prévisionnel »

À partir du dossier de conception préliminaire du produit, de la pièce spécifiée, de données sur les matériaux, les procédés et sur le contexte de production, cette partie conduit à :

- caractériser une ou des pièces de l'ensemble à réaliser par l'analyse de ses fonctionnalités et mettre ces caractéristiques en relation avec le couple matériau – procédé envisagé ;
- décrire ou comparer le processus prévisionnel, en fonction des moyens disponibles et, éventuellement, à acquérir ;
- analyser la morphologie de la pièce brute ;
- définir les principes d'outillage des procédés d'enlèvement de matière et éventuellement d'assemblage ;
- proposer des modifications éventuelles de la géométrie de la pièce au regard des procédés envisagés et argumenter d'un point de vue technique et économique pour tout ce qui est relatif à la production mécanique.

Partie 2. Spécification technique

À partir d'une représentation spécifiée de la pièce, d'un processus prévisionnel, des contraintes de production (taille des lots, coûts, délais...) et des données nécessaires sur les moyens techniques, cette partie conduit à :

- décrire les formes et décoder des spécifications à obtenir ;
- spécifier les moyens techniques nécessaires au regard des formes et des spécifications à obtenir : type de machine de production, forme des outils, moyens de contrôle ;
- rédiger un cahier des charges d'outillage (porte-outils, porte-pièces, outillage de contrôle, outillage d'assemblage) et notamment les spécifications d'aptitude à l'emploi ;
- justifier l'aptitude à l'emploi des équipements et outillages envisagés au regard de leur comportement mécanique : mouvements, trajectoires, efforts et puissances mis en jeu, caractéristiques d'inertie, résistance, déformations... ;
- choisir des solutions mobilisant des moyens techniques différents (machines, outils, outillages), argumenter ce choix au regard du cahier des charges imposé et identifier les incidences sur la définition du produit.

Évaluation

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences (cf. annexe Ib : référentiel de certification).

L'évaluation porte sur tout ou partie des compétences :

- C01. Proposer et argumenter des modifications de la pièce liées aux difficultés techniques et aux surcoûts de production.
- C03. Pour chacun des procédés visés, proposer un processus prévisionnel et des principes d'outillages associés.
- C04. Valider le choix du couple matériau – procédé d'élaboration au regard de la géométrie et des spécifications de la pièce à produire.
- C05. Spécifier les moyens de production nécessaires (machines-outils, outils, outillages...).
- C06. Établir les documents destinés aux partenaires cotraitants et sous-traitants.

Mode d'évaluation

- Forme ponctuelle : épreuve écrite d'une durée de 6 heures, coefficient 4.

E5/U51, U52 – avant-projet et projet d'industrialisation

Sous-épreuve E 5 1 (unité U51) – conception de processus

(coefficient 4)

Objectif de l'épreuve

Cette sous-épreuve permet d'apprécier, à partir d'un dossier technique de production d'une pièce, l'aptitude du candidat à mobiliser ses connaissances pour, d'une part définir le processus de production de cette pièce et le processus détaillé d'une ou plusieurs phases, d'autre part préparer la mise en production.

Nota : la mise en œuvre d'un poste informatique équipé de logiciels de fabrication assistée par ordinateur (FAO) et de simulation d'usinage est impérative.

Contenu de l'épreuve

À partir :

- d'un dossier technique de production d'une pièce définissant :
 - le modèle numérique spécifié de la pièce,
 - le contexte de la production,
 - un processus prévisionnel de production,
 - la morphologie et les caractéristiques de la pièce en fin de transformation primaire (pièce brute),
 - les principes d'outillages associés (modèles numériques définissant l'encombrement) ;
 - de bases de données techniques (machines, outils, porte-outils, coupe, contrôle...) ;
- et à l'aide :
- d'une configuration informatique associée à un logiciel de fabrication assistée par ordinateur (FAO) ;
 - d'un logiciel de simulation d'usinage.

Le travail demandé comporte trois parties successives.

Partie 1. Définition du processus de production de la pièce

Le candidat :

- analyse le dossier technique, notamment les spécifications de la pièce à obtenir ;
- éventuellement, adapte le processus prévisionnel au contexte de l'entreprise et à l'organisation envisagée (monoposage ou multiposage, monophasé ou multiphasé, monoproduction ou multiproduction) ;
- définit les outils ;
- définit les spécifications de fabrication de chaque phase et les spécifications de la pièce brute ;
- choisit les machines en fonction de leurs performances et de l'organisation retenue, et identifie les spécifications à surveiller.

Partie 2. Définition du processus détaillé d'une ou plusieurs phases, à l'aide d'une configuration informatique

Le candidat :

- définit les stratégies d'usinage (parcours d'outils, accostage, conditions de coupe...) ;
- génère et édite le programme d'usinage ;
- valide par simulation le programme d'usinage dans son contexte de mise en œuvre.

Partie 3. Préparation de à la mise en production

Le candidat effectue tout ou partie des tâches suivantes :

- élaboration de fiches outils et de documents de réglage ;
- définition et choix des types de contrôle, de la gamme de contrôle et des modes opératoires associés ;
- définition des paramètres de suivi statistique de processus ;
- définition de l'organisation du poste.

Évaluation

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences (cf. annexe Ib : référentiel de certification).

L'évaluation porte sur tout ou partie des compétences :

- C09. Élaborer le processus détaillé.
- C10. Définir les moyens et les protocoles de contrôle.
- C11. Définir les contraintes d'environnement de production.
- C16. Élaborer les documents opératoires de la mise en production du produit.

Modes d'évaluation

Forme ponctuelle : épreuve écrite et pratique

(durée 6 heures)

Chaque partie définie dans le contenu de l'épreuve est notée sur 20 points. La somme de ces trois notes ramenée sur 20 points constitue la note globale de cette épreuve.

Contrôle en cours de formation

L'évaluation s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation définie dans le contenu de cette épreuve. Cette situation d'évaluation est organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels.

La période choisie pour l'évaluation, située pendant la deuxième moitié de la formation, peut être différente pour chacun des candidats. L'organisation de cette évaluation relève de la responsabilité de l'équipe pédagogique.

À l'issue de cette situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation constitue, pour chaque candidat, un dossier comprenant :

- l'ensemble des documents remis pour conduire le travail demandé pendant la situation d'évaluation ;
- la description sommaire des moyens matériels mis à sa disposition ;
- les documents éventuellement rédigés par le candidat lors de l'évaluation ;
- une fiche d'évaluation du travail réalisé.

Une fiche type d'évaluation est disponible auprès des services rectoraux des examens et concours. Aucun autre type de fiche ne doit être utilisé.

Cette fiche est obligatoirement transmise à la commission d'évaluation. L'ensemble du dossier décrit ci-dessus, relatif à la situation d'évaluation, est tenu à la disposition de la commission d'évaluation et de l'autorité rectorale jusqu'à la session suivante. La commission d'évaluation peut éventuellement en exiger l'envoi avant délibération afin de le consulter. Dans ce cas, à la suite d'un examen approfondi, elle formulera toutes remarques et observations qu'elle jugera utiles et arrêtera la note.

Sous-épreuve E 5 2 (unité U52) – présentation du projet de qualification de processus

(coefficient 4)

Objectif de l'épreuve

Cette sous-épreuve doit permettre d'apprécier l'aptitude du candidat à mener à bien un projet caractérisé par une problématique industrielle dans le but de qualifier un processus de réalisation d'un produit.

Contenu de l'épreuve

Au cours de la seconde année de formation, un projet de qualification de processus est confié au candidat. Les différentes phases d'étude de ce projet sont consignées dans un rapport technique.

Quelle que soit la complexité du projet, le travail d'un candidat ne peut excéder un volume de 100 heures prises sur le temps de formation. Le rapport technique associé est limité à 50 pages. Il sera remis aux membres de la commission d'interrogation 15 jours avant le début de cette sous-épreuve.

Ce projet s'appuie sur un problème d'industrialisation relevant d'un contexte réel d'entreprise : la ou les pièces à produire sont issues du milieu industriel, et les moyens de production sont équivalents à ceux mobilisés par l'entreprise.

Si plusieurs projets techniques participent à la qualification d'un même processus global de production d'une ou plusieurs pièces, il conviendra de montrer la complémentarité des tâches individuelles.

Il s'agit de valider des solutions retenues dans le processus détaillé dans le respect du plan de qualité de l'entreprise. Cette validation (qualification du processus) est effectuée à partir d'essais réels, et éventuellement simulés, conduisant à proposer des solutions et des améliorations au processus détaillé initial.

Le thème du projet doit obligatoirement faire apparaître des problèmes techniques spécifiques à l'obtention des pièces par enlèvement de matière pouvant être liés par exemple :

- à la morphologie : pièces fragiles, pièces déformables, pièces sensibles aux vibrations au cours de l'usinage, surfaces particulièrement étendues (arbres longs, alésages profonds, surfaces planes étendues...), géométries difficiles d'accès (rainures étroites, gorges en fond d'alésage, piquages d'angles...);
- aux matériaux : aciers inoxydables, alliages de titane, alliages d'aluminium à forte teneur en silicium, aciers traités présentant une dureté élevée, aciers frittés, matières synthétiques (polypropylène, polycarbonates...), matériaux composites, matériaux réfractaires...;
- au choix des stratégies de production : plusieurs outils générant la même entité géométrique, un même outil générant plusieurs entités géométriques différentes, usinage en panoplie de pièces identiques, usinage en panoplie de pièces différentes, usinage sur machine multiaxes (tournage 3 axes, fraisage 4 ou 5 axes...);
- à la qualité : pièces comportant des spécifications de fabrication dont les tolérances sont à la limite de la capabilité du moyen mis en œuvre.

Une commission interacadémique présidée par un inspecteur d'académie – inspecteur pédagogique régional se réunit chaque année avant le 1^{er} décembre de l'année précédant la session d'examen pour étudier et valider les propositions de thème de projet des équipes pédagogiques pour la formation initiale (scolaires, apprentis...) et pour la validation des réalisations confiées aux candidats relevant de la formation professionnelle continue dans des établissements publics habilités et non habilités à pratiquer le contrôle en cours de formation pour ce BTS.

La présentation du projet de qualification de processus comporte deux phases.

Phase 1. Présentation du projet et du travail effectué (durée maximale 20 minutes)

Durant cette phase, le candidat présente :

- le projet qui lui a été confié (le processus détaillé initial et les hypothèses de faisabilité associées) ;
- le contexte et les contraintes de production ;
- la ou les problématiques à résoudre ;
- les propositions d'actions ;
- les problèmes rencontrés et les solutions envisagées ;
- la justification de ses choix ;
- les améliorations technico-économiques obtenues au niveau du processus ;
- les réalisations concrètes associées.

Si l'intervention du candidat s'est déroulée ou a amené une réalisation dans une entreprise, la commission d'évaluation devra prendre connaissance sur place des travaux du candidat.

Phase 2. Présentation de la ou des solutions retenues (durée maximale 20 minutes)

Le candidat procède à une démonstration réelle et éventuellement simulée, présentant la ou les solutions retenues pour un ou plusieurs problèmes techniques qui lui ont été posés, validant ou non les hypothèses initiales et faisant apparaître les améliorations technico-économiques obtenues au niveau du processus.

Dans le cas particulier d'un processus industriel en entreprise, le candidat peut présenter à la commission d'évaluation la ou les solutions retenues dans le contexte du processus réel en situation de production.

Dans le cadre de cette présentation, la commission d'évaluation engage un dialogue avec le candidat pour approfondir certains aspects du projet.

Sur les aspects techniques, les membres de la commission d'évaluation veilleront à rester strictement dans le cadre défini par les attentes du contrat individuel proposé au candidat et validé par la

commission d'approbation inter-académique sans jamais, à ce niveau, remettre en cause les termes de ce contrat.

Évaluation

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences (cf. annexe Ib : référentiel de certification).

L'évaluation porte sur tout ou partie des compétences :

- C02. S'impliquer dans un groupe projet.
- C12. Définir et mettre en œuvre des essais réels et/ou par simulation permettant de qualifier un processus.
- C13. Valider le processus sur les plans technique et économique.
- C14. Qualifier des moyens en mode production au regard d'un cahier des charges.
- C15. Proposer des solutions d'amélioration technico-économique du processus.

Modes d'évaluation

Forme ponctuelle : sous-épreuve orale d'une durée de 40 minutes

La commission d'évaluation est composée :

- de deux professeurs (ou formateurs) des enseignements technologiques ou professionnels de spécialité ;
- d'un professionnel de la production mécanique.

En cas d'absence du représentant de la profession, la commission peut valablement exercer sa tâche d'évaluation.

Pour attribuer la note la commission d'évaluation prend en compte :

- l'organisation et le contenu du dossier (sur 20 points) ;
- la présentation du projet et du travail effectué (sur 20 points) ;
- la présentation (démonstration réelle et éventuellement simulée) de la ou des solutions retenues (sur 20 points) ;
- une proposition de note de l'équipe de formateurs ayant suivi le candidat et relative aux compétences dont il a fait preuve pendant les activités de l'année liées au projet présenté (sur 20 points).

Contrôle en cours de formation

L'évaluation s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation définie dans le contenu de cette épreuve. Cette situation d'évaluation est organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels.

La période choisie pour l'évaluation, située pendant la deuxième moitié de la formation, peut être différente pour chacun des candidats. L'organisation de cette évaluation relève de la responsabilité de l'équipe pédagogique.

À l'issue de cette situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation constitue, pour chaque candidat, un dossier comprenant :

- l'ensemble des documents remis pour conduire le travail demandé pendant la situation d'évaluation ;
- la description sommaire des moyens matériels mis à sa disposition ;
- les documents et fichiers éventuellement réalisés par le candidat lors de l'évaluation ;
- une fiche d'évaluation du travail réalisé.

Une fiche type d'évaluation est disponible auprès des services rectoraux des examens et concours. Aucun autre type de fiche ne doit être utilisé.

Cette fiche est obligatoirement transmise à la commission d'évaluation. L'ensemble du dossier décrit ci-dessus, relatif à la situation d'évaluation, est tenu à la disposition de la commission d'évaluation et de l'autorité rectorale jusqu'à la session suivante. La commission d'évaluation peut éventuellement en exiger l'envoi avant délibération afin de le consulter. Dans ce cas, à la suite d'un examen approfondi, elle formulera toutes remarques et observations qu'elle jugera utiles et arrêtera la note.

E6/U61, U62, U63 – réalisation et production

Sous-épreuve E 6 1 (unité U61) – lancement d'une production

(coefficient 2)

Objectif de l'épreuve

Cette sous-épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à procéder au lancement d'une nouvelle production.

Contenu de l'épreuve

À partir d'un dossier technique (documents et fichiers numériques) définissant un processus de production pour une ou plusieurs phases données et comportant les éléments suivants :

- un programme de pilotage du moyen de production à commande numérique (celui-ci pourra être issu d'un système de FAO) ;
- un document de synthèse définissant, opération par opération, les conditions de coupe des outils ;
- les définitions de mise et de maintien en position de la (ou des) pièce(s) comportant les caractéristiques dimensionnelles et géométriques des porte-pièces ;
- les spécifications de fabrication ;
- la définition détaillée des ensembles outils / porte-outils mis en œuvre (les spécifications dimensionnelles utiles pour les assemblages outils / porte-outils seront précisés : longueur minimale de sortie d'outil si l'assemblage est réglable, dimension nominale des grains réglables...) ;
- les protocoles de mise en œuvre des moyens de mesure.

Le candidat doit :

- configurer le moyen de production conformément aux spécifications ;
- appliquer une stratégie de réglage visant à produire le plus rapidement possible des pièces géométriquement conformes ;
- mesurer la ou les pièces produites ;
- identifier les causes d'éventuels dysfonctionnements ;
- apporter les corrections qui s'imposent.

Les moyens matériels à mettre en œuvre sont :

- une machine à commande numérique non équipée ;
- les outils et porte-outils définis dans le dossier technique (les ensembles porte-plaquette et plaquettes pourront être fournis séparément, les ensembles outils/porte-outils ne seront pas fournis assemblés) ;
- le porte-pièces à installer (le porte-pièces peut-être universel, dédié ou constitué d'éléments modulaires assemblés, et dans ce dernier cas, il sera fourni assemblé et conforme aux exigences du dossier technique).
- un lot de pièces ;
- tous les moyens de mesure usuels en production : moyens de métrologie au marbre, colonne de mesure numérique, machine à mesurer tridimensionnelle, projecteur de profil, rugosimètre...

Évaluation

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences (cf. annexe Ib : référentiel de certification).

L'évaluation porte sur tout ou partie des compétences :

- C17. Configurer l'unité de production.
- C18. Configurer l'environnement de production.
- C20. Valider la configuration des moyens.
- C21. Lancer la production.

Modes d'évaluation

Forme ponctuelle : épreuve pratique d'une durée de 4 heures

Pendant 3 h 45, la commission d'évaluation n'intervient pas, sauf pour garantir la sécurité des personnes et des biens. Les 15 dernières minutes, le candidat expose, devant la commission d'évaluation et au poste de travail, sa méthode de réglage, les problèmes rencontrés et les solutions retenues pour les résoudre.

Contrôle en cours de formation

L'évaluation s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation définie dans le contenu de cette épreuve. Cette situation d'évaluation est organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels.

La période choisie pour l'évaluation, située pendant le premier semestre de la deuxième année de formation, peut être différente pour chacun des candidats. L'organisation de cette évaluation relève de la responsabilité de l'équipe pédagogique.

À l'issue de cette situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation constitue, pour chaque candidat, un dossier comprenant :

- l'ensemble des documents remis pour conduire le travail demandé pendant la situation d'évaluation ;
- la description sommaire des moyens matériels mis à sa disposition ;
- les documents éventuellement rédigés par le candidat lors de l'évaluation ;
- une fiche d'évaluation du travail réalisé.

Une fiche type d'évaluation est disponible auprès des services rectoraux des examens et concours. Aucun autre type de fiche ne doit être utilisé.

Cette fiche est obligatoirement transmise à la commission d'évaluation. L'ensemble du dossier décrit ci-dessus, relatif à la situation d'évaluation, est tenu à la disposition de la commission d'évaluation et de l'autorité rectorale jusqu'à la session suivante. La commission d'évaluation peut éventuellement en exiger l'envoi avant délibération afin de le consulter. Dans ce cas, à la suite d'un examen approfondi, elle formulera toutes remarques et observations qu'elle jugera utiles et arrêtera la note.

Sous-épreuve E 6 2 (unité U62) – traitement d'une affaire

(coefficient 3)

Objectif de l'épreuve

Cette épreuve doit permettre d'apprécier l'aptitude du candidat à mobiliser, dans le contexte d'une relation client-fournisseur, l'ensemble de ses connaissances technico-économiques liées aux triptyques « produit – procédés – processus » et « coût – qualité – délais ». La relation client extérieur-fournisseur d'une petite ou moyenne entreprise ainsi que la relation interservices d'une entreprise plus importante donnent le contexte général des thèmes proposés lors de l'épreuve.

Contenu de l'épreuve

Le support de l'épreuve est relatif à une demande de réalisation (usinage ou/et assemblage), dans le contexte d'une optimisation « coût – qualité – délais » :

- de quelques exemplaires d'une pièce ;
- ou d'une petite série non renouvelable de pièces ;
- ou d'un seul exemplaire d'un ensemble (cas d'un outillage).

À partir d'une demande de réalisation comportant les données suivantes :

- la définition de la pièce ou de l'ensemble à réaliser ;
- la quantité à fabriquer, les délais demandés ;
- les contraintes liées à la qualité (traçabilité, taux de rebut acceptable, dérogations, conditionnement spécifique...) ;
- le contexte de l'entreprise (moyens disponibles, données techniques et économiques, taux de charge, procédures d'élaboration des devis, sous-traitance et cotraitance...).

Le travail demandé au candidat comporte deux parties consécutives.

Partie 1. Étude de la demande de réalisation

Le dossier définissant la demande de réalisation est remis 4 semaines avant la date de l'épreuve. À titre indicatif, la durée de l'étude ne devrait pas excéder 20 heures.

Le candidat doit :

- évaluer la faisabilité technique de la demande par une mise en relation des équipements nécessaires et de la diversité et des performances du parc machines disponible ;
- évaluer la faisabilité du point de vue du taux de charges des moyens, en adaptant, si nécessaire, le planning dans le respect du délai de livraison en prenant en compte les différents paramètres de disponibilité, de préparation et d'exploitation des équipements ;
- calculer un coût prévisionnel en prenant en compte les différents paramètres liés à la démarche économique de l'entreprise de référence afin d'établir un devis ;
- formaliser une réponse écrite à la demande de réalisation, incluant l'offre de prix et de délai, en utilisant les précautions d'usage liées aux contraintes juridiques et commerciales.

Partie 2. Présentation de l'étude (durée : 30 minutes)

Le candidat doit, devant la commission d'évaluation (durée maximale : 20 minutes) :

- présenter son étude ;
- expliciter les consignes (la nomenclature des phases, les procédures de réglage, l'adaptation du planning...) qu'il transmettrait lors d'une réunion aux professionnels chargés de la réalisation.

Il peut utiliser tous les documents élaborés à l'occasion de l'étude et les moyens de communication mis à sa disposition.

À l'issue de cette présentation, le candidat répond aux questions de la commission d'évaluation afin de préciser certains points techniques et économiques de l'étude (durée maximale : 10 minutes).

Une commission interacadémique présidée par un inspecteur d'académie – inspecteur pédagogique régional se réunit chaque année avant le 1^{er} décembre de l'année précédant la session d'examen. Elle étudie et valide les propositions des équipes pédagogiques pour la formation initiale (scolaires, apprentis...) et les dossiers confiés aux candidats relevant de la formation professionnelle continue dans des établissements publics habilités et non habilités.

Évaluation

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences (cf. annexe Ib : référentiel de certification).

L'évaluation porte sur tout ou partie des compétences :

- C07. Répondre à une demande de réalisation.
- C08. Estimer le coût prévisionnel de réalisation.
- C19. Expliciter les consignes de configuration des moyens.
- C23. Adapter le planning en fonction des besoins.
- C25. Animer une équipe.

Pour attribuer la note, la commission d'évaluation prend en compte :

- le contenu de l'étude ;
- l'exactitude de l'ordre de réalisation ;
- la pertinence des réponses apportées aux questions posées par la commission d'évaluation.

La commission d'évaluation est composée :

- d'un professeur (ou formateur) des enseignements technologiques ou professionnels de spécialité ;
- d'un professeur (ou formateur) d'économie – gestion ;
- d'un professionnel de la production mécanique.

En cas d'absence du représentant de la profession, la commission peut valablement exercer sa tâche d'évaluation.

Modes d'évaluation

Forme ponctuelle : épreuve orale d'une durée de 30 minutes

Contrôle en cours de formation

L'évaluation s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation définie dans le contenu de cette épreuve. Cette situation d'évaluation est organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels.

La période choisie pour l'évaluation, située pendant la deuxième moitié de la formation, peut être différente pour chacun des candidats. L'organisation de cette évaluation relève de la responsabilité de l'équipe pédagogique.

À l'issue de cette situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation constitue, pour chaque candidat, un dossier comprenant :

- l'ensemble des documents remis pour conduire le travail demandé pendant la situation d'évaluation ;
- la description sommaire des moyens matériels mis à sa disposition ;
- les documents éventuellement rédigés par le candidat lors de l'évaluation ;
- une fiche d'évaluation du travail réalisé.

Une fiche type d'évaluation est disponible auprès des services rectoraux des examens et concours. Aucun autre type de fiche ne doit être utilisé.

Cette fiche est obligatoirement transmise à la commission d'évaluation. L'ensemble du dossier décrit ci-dessus, relatif à la situation d'évaluation, est tenu à la disposition de la commission d'évaluation et de l'autorité rectoriale jusqu'à la session suivante. La commission d'évaluation peut éventuellement en exiger l'envoi avant délibération afin de le consulter. Dans ce cas, à la suite d'un examen approfondi, elle formulera toutes remarques et observations qu'elle jugera utiles et arrêtera la note.

Sous-épreuve E 6 3 (unité U63) – présentation du rapport de stage industriel (coefficient 3)

Objectif de l'épreuve

Cette sous-épreuve permet d'évaluer les capacités du candidat à présenter et à commenter le stage qu'il a réalisé dans une entreprise de production mécanique industrielle. Cette présentation permet également d'évaluer ses capacités à communiquer oralement en français et en anglais.

Contenu de l'épreuve

Le travail demandé correspond à la présentation des activités conduites lors du stage industriel de fin de première année.

Les tâches à privilégier sont relatives à tout ou partie des tâches professionnelles 3.3. et 3.4. de l'activité Production et des tâches 4.1., 4.2. et 4.3. de l'activité Management en production (cf. annexe Ia : référentiel des activités professionnelles), et notamment :

- le suivi de production, l'identification des causes de non-qualité, l'exploitation de l'historique des aléas ;
- des propositions d'organisation et d'amélioration de l'unité de production d'un point de vue technico-économique dans le respect des règles concernant la santé et la sécurité au travail, ainsi que la protection de l'environnement ;
- des propositions d'organisation et d'amélioration de la gestion des moyens (productivité et disponibilité) et des stocks ;
- la description des activités conduites à un poste de travail et l'identification des compétences et des qualifications professionnelles associées ;
- la transmission et l'échange, par écrit et oralement, en français et en anglais, des informations relatives à l'unité de production.

Au cours du stage en milieu professionnel, le candidat rédige, à titre individuel, un rapport d'une trentaine de pages en dehors des annexes. Ces annexes peuvent comporter des compléments à contenu technique spécialisé, des documents fournis par l'entreprise, des documents constructeurs... Les candidats de la formation professionnelle continue en situation de perfectionnement rédigeront, sur leurs activités, un rapport présentant les mêmes caractéristiques.

Le rapport, qui est à fournir en deux exemplaires à la commission d'évaluation 15 jours avant le début des épreuves, doit comprendre :

- le compte rendu des activités du candidat ;
- l'analyse des situations techniques, économiques et organisationnelles observées ;
- les problèmes techniques appréhendés, les solutions et les démarches adoptées pour les résoudre ;
- un compte rendu de deux pages (soit environ 500 mots) rédigé en anglais relatif : à des réflexions personnelles du candidat, à des échanges avec le personnel, à des difficultés rencontrées, à l'incidence de cette expérience sur son projet professionnel, aux aptitudes acquises ou améliorées...
(Nota : cette production écrite en anglais n'est pas évaluée en tant que telle, elle sert uniquement de base aux échanges entre la commission d'évaluation et le candidat).

La soutenance du rapport de stage comporte deux phases consécutives.

Phase 1. Présentation des activités conduites

(durée 20 minutes : 10 minutes + 10 minutes)

Le candidat effectue une présentation orale argumentée, en utilisant les moyens de communication qu'il jugera les plus adaptés, des activités conduites au cours de son stage industriel. Au cours de cette présentation, d'une durée maximale de 10 minutes, la commission d'évaluation n'intervient pas.

Au terme de cette prestation, la commission d'interrogation conduit un entretien avec le candidat pour approfondir certains points abordés dans le rapport et dans l'exposé (durée maximale : 10 minutes).

Phase 2. Dialogue en langue anglaise

(durée 10 minutes)

À partir du compte rendu rédigé en anglais, la commission engage un dialogue en anglais avec le candidat afin d'apprécier sa capacité de communication orale (compréhension, élément phonologique et expression) dans cette langue.

Évaluation

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne « Indicateurs de performance » des tableaux décrivant les compétences (cf. annexe Ib : référentiel de certification).

L'évaluation porte sur tout ou partie des compétences :

C22. Suivre la production.

C24. Identifier les marges de progrès et proposer des améliorations assorties.

C26. Établir une fiche de poste.

C27. Identifier les risques liés à la sécurité des personnes, définir et mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées.

C28. Transmettre des informations relatives à l'unité de production.

C29. Gérer les moyens et les stocks de l'unité de production.

C30. Assurer la disponibilité des biens.

C31. Appliquer les règles de protection de l'environnement.

Pour attribuer la note, la commission d'évaluation prend en compte :

- la pertinence des observations effectuées et des analyses conduites au cours des deux périodes définies dans l'annexe IIIb (Stage en milieu professionnel), ainsi que la qualité des réponses fournies lors de l'entretien (sur 10 points) ;
- la capacité du candidat à communiquer en français : exploitation d'outils de communication adaptés, maîtrise des contraintes de temps, de lieu, d'objectifs et d'adaptation au destinataire, choix des moyens d'expression appropriés, prise en compte de l'attitude et des questions du ou des interlocuteurs, organisation du message oral (sur 5 points),
- la capacité du candidat à communiquer oralement en anglais : phonologie, compréhension d'un questionnement, qualité de l'expression à travers les réponses fournies (sur 5 points).

Nota : la production rédigée en anglais n'est pas évaluée en tant que telle, elle sert uniquement de base aux échanges entre la commission et le candidat.

La commission d'évaluation est composée :

- d'un professeur (ou formateur) des enseignements technologiques ou professionnels de spécialité ;
- d'un professeur (ou formateur) de français ;
- d'un professeur (ou formateur) d'anglais ;
- d'un professionnel de la production mécanique.

En cas d'absence du représentant de la profession, la commission peut valablement exercer sa tâche d'évaluation.

Modes d'évaluation

Forme ponctuelle : épreuve orale d'une durée de 30 minutes

Contrôle en cours de formation

L'évaluation s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation définie dans le contenu de cette épreuve. Cette situation d'évaluation est organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels.

La période choisie pour l'évaluation, située pendant la deuxième moitié de la formation, peut être différente pour chacun des candidats. L'organisation de cette évaluation relève de la responsabilité de l'équipe pédagogique.

À l'issue de cette situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation adresse au jury une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat.

Une fiche type d'évaluation est disponible auprès des services rectoraux des examens et concours. Aucun autre type de fiche ne doit être utilisé. Cette fiche est obligatoirement transmise à la commission d'évaluation.

La commission d'évaluation peut exiger l'envoi du rapport rédigé par le candidat avant délibération afin de le consulter. Dans ce cas, à la suite d'un examen approfondi, elle formulera toutes remarques et observations qu'elle jugera utiles et arrêtera la note.

Le rapport rédigé par le candidat et la fiche d'évaluation sont tenus à la disposition de la commission d'évaluation et de l'autorité rectorale jusqu'à la session suivante.

EF 1/UF1 – langue vivante étrangère (hors anglais)

Principes

Afin de ne pas limiter l'expression à la langue imposée par le diplôme (anglais), on proposera au candidat, dans le cadre d'une épreuve orale facultative :

- un support relatif à sa spécialité dont on vérifiera la compréhension ;
- un autre type de support pour l'entretien en langue vivante étrangère proprement dit.

L'épreuve orale

(durée 20 minutes, préparation 20 minutes)

Elle se déroulera selon les modalités suivantes :

- A. Travail écrit en loge de 20 minutes pendant lesquelles le candidat réalisera un résumé, un commentaire, de 15 à 20 lignes à partir d'un support généraliste traitant du champ des sciences et techniques industrielles (support textuel, iconographique ou bref enregistrement audio ou vidéo).
- B. Entretien en langue étrangère avec l'examineur à partir du support et du travail écrit réalisé par l'étudiant afin de vérifier la compréhension du document ; il n'est pas exclu que l'examineur propose aux candidats des exercices spécifiques destinés à vérifier cette compréhension : traduction de quelques lignes, réalisation de la légende d'un schéma à partir d'un texte, réponse à des questions en langue étrangère... ceci afin d'éviter un recours abusif au français.

Lors de la préparation, le candidat aura à sa disposition les divers supports.

ANNEXE III

Organisation de la formation

Grille horaire de la formation
Stage en milieu professionnel
Enseignement complémentaire de français

Grille horaire de la formation⁽¹⁾ (annexe IIIa)

(Formation initiale sous statut scolaire)

	Horaire de 1 ^{re} année			Horaire de 2 ^e année		
	Semaine	a + b + c ⁽²⁾	Année ⁽³⁾	Semaine	a + b + c ⁽²⁾	Année ⁽³⁾
1. Culture générale et expression	3	3 + 0 + 0	90	3 ⁽⁴⁾	3 + 0 + 0	108
2. Anglais	2	1 + 1 + 0	60	2	0 + 2 + 0	72
3. Mathématiques	3	2 + 1 + 0	90	2	1 + 1 + 0	72
4. Sciences physiques appliquées	2	0 + 0 + 2	60	2	0 + 0 + 2	72
5. Étude des produits et des outillages	6	2 + 0 + 4 ⁽⁵⁾	180	6	2 + 0 + 4 ⁽⁵⁾	216
6. Industrialisation	6	2 + 0 + 4	180	6	2 + 0 + 4	216
7. Production	8	0 + 0 + 8	240	8	0 + 0 + 8	288
8. Gestion technique et économique d'une affaire	1	1 ⁽⁶⁾ + 0 + 0	30	2	0 + 0 + 2 ⁽⁷⁾	72
Total	31 h	11 + 2 + 18	930 h	31 h	8 + 3 + 20	1 116 h

- (1) Les horaires ne tiennent pas compte des 8 semaines de stage en milieu professionnel.
- (2) a : cours en division entière, b : travaux dirigés ou pratiques de laboratoire, c : travaux pratiques d'atelier.
- (3) L'horaire annuel est donné à titre indicatif.
- (4) En 2^e année, au-delà des 3 heures hebdomadaires, un volume horaire de 36 HSE (équivalent à 1 HSA) est mis à disposition du professeur de français pour des interventions visant à la préparation de la soutenance du rapport de stage industriel (interventions prévues en petits groupes).
- (5) Enseignement partagé par deux professeurs :
 – un professeur de mécanique ou de génie mécanique construction (2 heures) ;
 – un professeur de génie mécanique ou de génie mécanique productive (2 heures).
- (6) Enseignement dispensé par un professeur d'économie – gestion.
- (7) Enseignement partagé par deux professeurs :
 – le professeur d'économie – gestion (1 heure) ;
 – le professeur de génie mécanique chargé de l'enseignement 6 (Industrialisation) et/ou 7 (Production) (1 heure).

Stage en milieu professionnel (annexe IIIb)

Objectifs

Le stage en milieu professionnel permet au futur technicien supérieur de prendre la mesure des réalités techniques et économiques de l'entreprise. Au cours de ce stage, l'étudiant est conduit à appréhender le fonctionnement de l'entreprise industrielle à travers ses produits, ses marchés, ses équipements, son organisation du travail, ses ressources humaines... C'est aussi pour lui l'occasion d'observer la vie sociale de cette entreprise (relations humaines, horaires, règles de sécurité...).

Les activités de production industrielle conduisent également :

- à exploiter de nombreux documents techniques rédigés en langue anglaise ;
- à dialoguer avec des partenaires étrangers en langue anglaise.

À ce titre, la période de stage en entreprise doit permettre au candidat de mobiliser ses compétences dans cette langue étrangère.

Les activités menées sont liées à l'industrialisation et à la production de produits industriels conformément au référentiel des activités professionnelles. Elles contribuent à l'approfondissement des connaissances et à l'acquisition de nouvelles compétences.

À l'issue de son stage, le stagiaire rédige un rapport de stage. Ce rapport comporte, pour partie, un compte rendu de deux pages (soit environ 500 mots) rédigé en anglais. Cette partie de deux pages est relative à des réflexions personnelles de l'étudiant, à ses échanges avec le personnel, aux difficultés rencontrées, à l'incidence de cette expérience sur son projet professionnel, aux aptitudes acquises ou améliorées...

Organisation

Le stage est obligatoire pour les étudiants relevant d'une préparation présentielle ou à distance.

Le stage d'une durée de 8 semaines comporte, si possible, deux périodes dont la durée est laissée à l'initiative du stagiaire et de son tuteur ou du responsable d'entreprise.

Période n°1. Participation au fonctionnement du système de production

Les activités conduites par le stagiaire durant cette période, doivent lui permettre d'appréhender plus particulièrement les compétences suivantes :

- C22. Suivre la production.
- C26. Établir une fiche de poste.
- C27. Identifier les risques liés à la sécurité des personnes, définir et mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées.
- C28. Transmettre des informations relatives à l'unité de production.
- C29. Gérer les moyens et les stocks de l'unité de production.
- C30. Assurer la disponibilité des biens.
- C31. Appliquer les règles de protection de l'environnement.

Période n°2. Conduite de tout ou partie d'une étude

Au cours de cette période, le stagiaire doit s'inscrire dans une démarche de progrès permettant d'améliorer le système de production. À ce titre, il doit conduire une analyse des modes de fonctionnement et d'organisation de tout ou partie de l'unité de production dans ses aspects techniques et économiques et proposer des améliorations éventuelles. Cette activité doit lui permettre d'appréhender la compétence :

- C24. Identifier les marges de progrès et proposer des améliorations assorties.

Voie scolaire

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

La recherche des terrains de stage est assurée sous la responsabilité du chef d'établissement en accord avec les entreprises recevant les stagiaires. Chaque période de stage en entreprise fait l'objet d'une convention entre l'établissement fréquenté par l'étudiant et l'entreprise d'accueil. Cette convention est établie conformément aux dispositions en vigueur (circulaires du 30 octobre 1959, *BOEN* n° 24 du 14 décembre 1959 et du 26 mars 1970, *BOEN* n° 17 du 23 avril 1970). Toutefois, cette convention pourra être adaptée pour tenir compte des contraintes imposées par la législation du pays d'accueil.

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

La convention de stage doit préciser :

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

Afin d'en assurer le caractère formateur, le stage est placé sous la responsabilité pédagogique des professeurs assurant les enseignements professionnels, mais l'équipe pédagogique dans son ensemble est responsable de l'explicitation de ses objectifs, de sa mise en place, de son suivi, de l'exploitation qui en est faite. Elle doit veiller à informer les responsables des entreprises ou des établissements d'accueil des objectifs du stage et plus particulièrement des compétences qu'il vise à développer.

En fin de stage, un certificat est remis au stagiaire par le responsable de l'entreprise ou son représentant, attestant la présence de l'étudiant. À ce certificat sera joint un tableau récapitulatif des activités conduites pendant le stage et indiquant le degré de responsabilité de l'étudiant dans leur réalisation ainsi qu'une appréciation globale du tuteur sur le stagiaire.

Le certificat et le tableau récapitulatif devront figurer dans le rapport de stage.

Un candidat qui n'aura pas présenté ces pièces ne pourra être admis à subir la sous-épreuve E63 : Présentation du rapport de stage industriel.

La durée globale du stage, effectué à temps plein, est de huit semaines consécutives ou non. Il se déroulera dans une période comprise entre la deuxième quinzaine du mois de mai de la première année de formation et la fin de l'année civile correspondante.

À l'issue du stage, les candidats scolaires rédigent un rapport qui fera l'objet d'une soutenance orale à l'examen.

Voie de l'apprentissage

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

Les objectifs pédagogiques sont les mêmes que ceux des candidats de la voie scolaire.

Voie de la formation continue

Candidats en situation de première formation ou en situation de reconversion

La durée du stage est de huit semaines. Elle s'ajoute à la durée de formation dispensée dans le centre de formation continue.

Les modalités sont celles des candidats de la voie scolaire, à l'exception des points suivants :

- le stagiaire peut avoir la qualité de salarié d'un autre secteur professionnel ;
- la recherche de l'entreprise d'accueil peut être assurée par l'organisme de formation.

Candidats en situation de perfectionnement

Le certificat de stage peut être remplacé par un ou plusieurs certificats de travail attestant que l'intéressé a exercé des activités relevant de l'industrialisation et de la production en mécanique 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 rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport de stage.

Candidats en formation à distance

Les candidats relèvent, selon leur statut (voie scolaire, apprentissage, formation continue), de l'un des cas précédents.

Candidats qui se présentent au titre de leur expérience professionnelle

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

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

Aménagement de la durée du stage

La durée normale du stage est de huit semaines. Cette durée peut être réduite pour raison de force majeure dûment constatée, soit dans le cas d'une décision d'aménagement de la formation ou d'une décision de positionnement à une durée minimum de six semaines consécutives. Pour les candidats qui suivent une formation en un an, l'organisation du stage est arrêtée d'un commun accord entre le chef d'établissement, le candidat et l'équipe pédagogique.

Candidats ayant échoué à une session antérieure de l'examen

Les candidats ayant échoué à une session antérieure de l'examen et qui n'ont pas obtenu l'unité U63 peuvent représenter le rapport déjà soutenu ou effectuer un nouveau stage en vue d'élaborer un nouveau rapport.

Les candidats redoublants qui ont obtenu l'unité U63 doivent s'impliquer normalement dans les activités professionnelles organisées par leur établissement en deuxième année.

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

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

Enseignement complémentaire de français (annexe IIIc)

Objectifs

Complémentarité expression écrite – support visuel

- En quoi un message écrit se trouve-t-il illustré, expliqué, renforcé par un apport visuel (sigle, schéma, illustration visuelle, utilisation de couleurs et de soulignement, choix typographiques et de mise en page) ?
- Comment composer un support visuel (mots clés, hiérarchisation des idées, alternance texte / image, effets d'animation) ?
- Combien de supports visuels intégrer dans un document écrit, selon quel rythme les intégrer ?
- Quelle finalité donner à un support visuel (illustration, aide à la mémorisation, soutien de l'attention, mise en évidence d'une démarche logique...) ?

Complémentarité expression orale – support visuel

- En quoi une présentation orale est-elle illustrée, soutenue, renforcée par un support visuel ?
- Comment gérer une présentation orale à partir d'un document visuel comportant des mots clés ?
- Comment gérer une présentation orale illustrée par des documents visuels, (plan de l'exposé, schéma, figure, document photographique, diaporama, hypermédia...) ? Comment éviter la redondance entre message visuel et commentaire oral ?

Compétences caractéristiques

Être capable de :

- 1. Concevoir à l'appui d'un document écrit préalablement rédigé un ou des supports visuels ;
- 2. Savoir choisir parmi les différentes formes de supports visuels, la plus adaptée à la situation de communication ;
- 3. S'exprimer oralement à partir de supports visuels présentés à un auditoire.

Conditions de réalisation

Le professeur de français assure, en plus de l'enseignement de français, un enseignement spécifique visant les techniques actuelles de conception de messages écrits et visuels et de présentation orale fondée sur ces supports visuels :

- mise aux normes du rapport de stage ;
- *curriculum vitae* ;
- lettre de motivation ;
- présentation orale d'un support visuel.

ANNEXE IV

**Tableau de correspondance entre épreuves
du BTS Productique mécanique et
du BTS Industrialisation des produits mécaniques**

Tableau de correspondance entre épreuves

BTS Productique mécanique Créé par arrêté du 3 septembre 1997 Dernière session 2007		BTS Industrialisation des produits mécaniques Créé par le présent arrêté Première session 2008	
Épreuves ou sous-épreuves	Unités	Épreuves ou sous-épreuves	Unités
Expression française	U1	Culture générale et expression	U1
Langue vivante étrangère	U2	Anglais	U2
Mathématiques	U31	Mathématiques	U31
Sciences physiques	U32	Sciences physiques appliquées	U32
Analyse et validation d'un outillage	U41	Étude de préindustrialisation	U4
Conception d'un outillage	U42		
Élaboration d'un processus d'usinage	U51	Conception de processus	U51
Préparation d'un mode opératoire de contrôle – Mise en place d'un suivi statistique de production	U52		
Organisation d'une production	U53	Traitement d'une affaire	U62
Présentation du rapport de stage industriel	U61	Présentation du rapport de stage industriel	U63
Présentation d'une production industrielle	U62	Présentation du projet de qualification de processus	U52
		Lancement d'une production	U61

Remarques

1. Les candidats ayant choisi une langue vivante autre que l'anglais avant la session 2008, pourront conserver, pour l'épreuve U2, cette langue pendant 5 ans.
2. Un candidat bénéficiant d'une des unités U41 ou U42 de l'ancien diplôme, bénéficie de la dispense de l'épreuve E4 (unité U4) du nouveau diplôme.
3. Un candidat bénéficiant d'une des unités U51 ou U52 de l'ancien diplôme, bénéficie de la dispense de la sous-épreuve U51 du nouveau diplôme.
4. Un candidat bénéficiant de l'unité U62 de l'ancien diplôme, bénéficie de la dispense des sous-épreuves U52 et U61 du nouveau diplôme.
5. Ce tableau n'a de valeur qu'en termes d'équivalence d'épreuves entre l'ancien diplôme et le nouveau pendant la phase transitoire où certains candidats peuvent garder le bénéfice de certaines épreuves. En aucun cas, il ne signifie une correspondance point par point entre les contenus d'épreuve.