



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Document de travail

Brevet de technicien supérieur

Ingénierie des procédés avancés de production

Option a : production unitaire

Option b : production sérielle

Sommaire

ANNEXE I – Référentiels du diplôme	3
ANNEXE I a – Référentiel des activités professionnelles	4
ANNEXE I b – Référentiel de certification.....	14
1 - Tableaux de correspondance entre les activités professionnelles et les compétences	15
2 - Description des compétences.....	18
3 - Savoirs associés aux compétences.....	34
4 - Tableau de correspondance entre les savoirs et les compétences	67
ANNEXE I c – Les unités du diplôme	68
1 - Conditions d'obtention de dispenses d'unités	69
2 - Définition des unités professionnelles constitutives du diplôme.....	70
3 - Lexique.....	72
ANNEXE II – Stage en milieu professionnel.....	83
ANNEXE III – Grille horaire	87
ANNEXE IV – Règlement d'examen	89
ANNEXE V – Définition des épreuves.....	91
ANNEXE VI – Tableau de correspondances entre épreuves.....	112

Document de travail

ANNEXE I – Référentiels du diplôme

Document de travail

ANNEXE I a – Référentiel des activités professionnelles

1. Le métier du technicien supérieur Ingénierie des Procédés Avancés de Production (IPAP)

1.1 La description du champ d'activité

Le titulaire du brevet de technicien supérieur « Ingénierie des procédés avancés de production » est amené à exercer son métier dans les domaines de la réalisation de sous-ensembles mécaniques. C'est un spécialiste des procédés de production par enlèvement ou addition de matières. 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 sous-ensembles industriels, qu'il s'agisse de biens de consommation pour le grand public, de biens d'équipement pour les entreprises, d'outillages spécialisés ou d'ensembles mécaniques à haute valeur ajoutée.

1.2 Le contexte économique

1.2.1 La typologie des entreprises

Le titulaire d'un brevet de technicien supérieur « Ingénierie des procédés avancés de production » s'insère dans des entreprises de taille variable, très petites entreprises (TPE), petites et moyennes entreprises (PME) et grandes entreprises. Les principaux secteurs d'activités économiques concernés sont :

- l'aéronautique ;
- le ferroviaire ;
- l'automobile ;
- le bâtiment ;
- l'énergie ;
- le médical ;
-

1.2.2 Les emplois concernés

Selon la taille de l'entreprise, le titulaire du brevet de technicien supérieur « Ingénierie des procédés avancés de production » 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 réalisation d'un sous-ensemble. Au sein des PME, 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 évoluer vers des fonctions de chargé d'affaires, de responsable de projets, responsable de la fabrication en atelier, voire d'adjoint au dirigeant de l'entreprise. Il peut également envisager une reprise d'entreprise après une formation complémentaire en gestion et management.

Dans tous les cas, le métier s'exerce en relation avec de nombreux partenaires comme le donneur d'ordre ou les sous-traitants, et dans un cadre d'ingénierie collaborative avec :

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

1.2.3 Types de productions

Le contexte professionnel du titulaire du brevet de technicien supérieur « Ingénierie des procédés avancés de production » dépend de la nature 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 sous-ensembles, ou pré industrialisation, en ingénierie collaborative (intégration, lors de la définition des produits, des contraintes technico-économiques induites par les procédés qu'il maîtrise) ;
- de l'industrialisation des sous-ensembles (conception des processus de fabrication et d'assemblage ainsi que des outillages associés) ;
- de la qualification des processus ;
- du lancement et du suivi des productions.

Pour les réalisations unitaires à forte valeur ajoutée, il coordonne les activités de la mise en production afin de réaliser des pièces ou des sous-ensembles conformes dans les délais les plus brefs et à moindre coût. Il intervient donc au niveau :

- du choix éventuel du procédé ;
- de la définition du processus général de réalisation ;
- de l'encadrement du(des) opérateur(s) de fabrication pour la réalisation et le contrôle ;
- de la vérification de la conformité du sous-ensemble.

1.2.4 Le domaine d'activités professionnelles

Au sein de son entreprise, ses activités consistent à :

- apporter une réponse technique et économique à une demande ;
- concevoir des processus de réalisation en intégrant toutes les contraintes techniques, économiques et environnementales ;
- préparer, lancer et optimiser la production d'un sous-ensemble ;
- gérer la réalisation d'un sous-ensemble ;
- encadrer des équipes ;
- collaborer avec des partenaires.

D'une manière transversale, le titulaire du brevet de technicien supérieur « Ingénierie des procédés avancés de production » utilise l'outil informatique, respecte et fait respecter les réglementations et établit éventuellement des relations commerciales.

Il utilise l'informatique, des fils de communication de conception technique (CAO), bibliothèques éléments standard, simulation des comportements et calculs), d'intégration dans le cadre de l'ingénierie collaborative (Project Data Management (PDM) ou Project Life Cycle Management (PLM)), d'élaboration des processus de production (simulation des processus, CFAO, bases de données métier) et d'exploitation de logiciels spécialisés (gestion de production, calcul de devis...).

Il est également un acteur de l'assurance qualité pour fiabiliser chaque étape du processus de la réalisation jusqu'à la livraison. Il connaît les fonctions qui ont une incidence sur la qualité du produit fini, il sait conduire des actions spécifiques (revues, contrôle, actions correctives...) et il sait rédiger et diffuser des procédures.

Il sait comprendre une demande rédigée en langue anglaise et peut dialoguer dans cette langue sur le plan technique avec un interlocuteur étranger.

Il est capable de rédiger et diffuser des notes en français, en interne et à l'externe à l'entreprise en respectant les procédures installées.

Le technicien supérieur reste vigilant et réactif en menant une veille réglementaire et normative pour les mettre en œuvre rapidement dans les nouvelles réalisations.

Enfin, il sait entretenir une relation de partenariat bénéfique pour les clients de son entreprise en leur offrant une grande qualité de service, en répondant à leurs attentes et même en les anticipant.

2. Description des Activités Professionnelles

2.1 Synthèse des tâches professionnelles associées aux activités

<i>Activités Professionnelles</i>		<i>Tâches Professionnelles</i>	
A1	Participer à la réponse à une affaire	A1-T1	Analyser le dossier de conception préliminaire d'une affaire (données d'entrée)
		A1-T2	Étudier la faisabilité technique, humaine et organisationnelle d'un processus prévisionnel
		A1-T3	Collaborer à la conception des produits avec des spécialistes de conception et de réalisation pour optimiser la relation « produit – matériaux – procédés – processus – coûts »
		A1-T4	Fournir les éléments techniques permettant d'établir le devis estimatif et les argumenter
		A1-T5	Élaborer le dossier contractuel de réalisation destiné au client
A2	Concevoir la production	A2-T1	Concevoir et décrire un processus prévisionnel de réalisation et de contrôle dans le cas d'une production sérielle ou unitaire
		A2-T2	Concevoir dans le cas appropriés, un outillage spécifique (réalisation, contrôle, assemblage), et/ou un porte-outil ou collaborer à la conception détaillée d'un ensemble unitaire
		A2-T3	Valider tout ou partie du processus par la simulation et/ou l'expérimentation
		A2-T4	Optimiser le processus
		A2-T5	Définir le cahier des charges des moyens de production et de sous-traitance des procédés
		A2-T6	Élaborer le dossier d'industrialisation
A3	Initialiser la production	A3-T1	Tester le processus
		A3-T2	Rechercher l'optimum des paramètres
		A3-T3	Proposer des améliorations du processus en termes de coûts, qualité et délais
		A3-T4	Établir le planning prévisionnel des réalisations
		A3-T5	Définir des indicateurs de suivi
A4	Gérer la réalisation	A4-T1	Organiser le secteur de production et son environnement
		A4-T2	Définir les besoins humains et matériels
		A4-T3	Garantir la mise en œuvre
		A4-T4	Participer à l'amélioration continue de l'environnement de production
		A4-T5	S'assurer de l'application du plan sécurité (QHSE) et des certifications de l'entreprise
		A4-T6	Communiquer et rendre compte des activités en français et en anglais
		A4-T7	Garantir l'assemblage, participer à la mise au point d'un ensemble mécanique unitaire et effectuer les corrections avant livraison

2.2 Niveaux d'autonomie et de responsabilité dans l'activité

Dans les fiches de présentation des activités professionnelles suivantes, le niveau d'autonomie peut être défini comme un indicateur de niveau d'intervention et d'implication dans la réalisation de celles-ci par le technicien supérieur « Ingénierie des procédés avancés de production ». Le niveau qualifie le niveau moyen de l'ensemble des tâches liées à l'activité, certaines tâches peuvent être d'un niveau supérieur ou inférieur, le verbe d'action les décrivant permet de les situer par rapport à ce niveau moyen.

Une échelle à quatre niveaux a été retenue :

Niveau 1 • • • • Apprécier une réalisation

Qualifie la mobilisation de compétences permettant de comprendre, par l'intermédiaire d'un exposé ou d'une lecture de dossier, la nature d'une activité ne relevant pas de son champ d'intervention direct et à en interpréter les résultats.

Ce niveau ne suppose en aucune manière, une aptitude à participer à l'activité.

Niveau 2 • • • • Participer à la réalisation

Qualifie la mobilisation de compétences permettant d'assurer une partie restreinte de l'activité au sein et avec l'aide d'une équipe, sous l'autorité d'un chef de projet.

Elle implique de s'informer et de communiquer avec les autres membres de l'équipe.

Niveau 3 • • • • Réaliser une activité simple

Qualifie la mobilisation de compétences permettant de réaliser, en autonomie, tout ou partie d'une activité pour les situations les plus courantes.

Elle implique :

- une maîtrise, tout au moins partielle des aspects techniques de l'activité ;
- les facultés à s'informer, à communiquer (rendre compte et argumenter) et à s'organiser.

Niveau 4 • • • • Réaliser une activité complexe

Qualifie la mobilisation de compétences permettant de maîtriser sur les plans techniques, procéduraux et décisionnels une activité comportant des prises de décisions multiples.

Elle implique :

- la faculté à certifier l'adéquation entre les buts et les résultats ;
- l'animation et l'encadrement d'une équipe ;
- la prise en toute responsabilité de décisions éventuelles ;
- le transfert du savoir.

2.3 Descriptif des Activités

Activité 1 : participer à la réponse à une affaire

1. Description des tâches

- A1-T1** : Analyser le dossier de conception préliminaire d'une affaire (données d'entrée).
A1-T2 : Étudier la faisabilité technique, humaine et organisationnelle d'un processus prévisionnel.
A1-T3 : Collaborer à la conception des produits avec des spécialistes de conception et de réalisation pour optimiser la relation « produit – matériaux – procédés – processus – coûts ».
A1-T4 : Fournir les éléments techniques permettant d'établir le devis estimatif et les argumenter.
A1-T5 : Élaborer le dossier contractuel de réalisation destiné au client.

2. Résultats attendus

- T1** Les exigences du cahier des charges sont extraites et les points-clefs sont identifiés.
T2 Les point-clefs sont comparés avec les savoir-faire de l'entreprise.
Un processus prévisionnel est formalisé.
T3 Les aménagements sont compatibles avec les savoir-faire de l'entreprise, présentés au client et arrêtés.
T4 Les éléments techniques fournis sont clairement identifiés, évalués et justifiés.
T5 Les éléments techniques à mettre en œuvre sont décrits pour communication au client.

3. Conditions de réalisation des tâches de l'activité 1

L'environnement

Sous la responsabilité d'un supérieur hiérarchique et en relation avec les différents interlocuteurs du projet dont le client.

Les données

Écrites et/ou graphiques et/ou numériques :

- un cahier des charges ;
- toutes données clients ;
- la réglementation en vigueur et la normalisation ;
- données propres de l'entreprise.

Les moyens

L'environnement informatique usuel de la profession.

Niveau d'autonomie dans l'activité : ● ● ● ●

Activité 2 : concevoir la production

1. Description des tâches

- A2-T1** : Concevoir et décrire un processus prévisionnel de réalisation et de contrôle dans le cas d'une production sérielle ou unitaire.
- A2-T2** : Concevoir, dans les cas appropriés, un porte-pièce spécifique (réalisation, contrôle, assemblage) et/ou un porte-outil ou collaborer à la conception détaillée d'un ensemble unitaire.
- A2-T3** : Valider tout ou partie du processus par la simulation et/ou l'expérimentation.
- A2-T4** : Optimiser le processus.
- A2-T5** : Définir le cahier des charges des moyens de production et de sous-traitance des procédés.
- A2-T6** : Élaborer le dossier d'industrialisation.

2. Résultats attendus

- T1** Le processus prévisionnel est clairement décrit, séquencé et réaliste au regard du type de production.
- T2** Le porte-pièce spécifique ou le porte outil ou l'ensemble unitaire sont complètement définis numériquement.
- T3** La simulation et/ou l'expérimentation permettent de valider ou d'invalides les séquences critiques du processus prévisionnel.
- T4** Les résultats prévisionnels sont en adéquation avec les simulations en termes de production.
- T5** L'ensemble des spécifications est complètement décrit et exhaustif.
- T6** Le dossier d'industrialisation permet d'initier la mise en œuvre.

3. Conditions de réalisation des tâches de l'activité 2

L'environnement

Un bureau d'ingénierie des processus.

En collaboration avec les équipes de production, les sous-traitants, les fournisseurs et, éventuellement, le client.

Les données

Écrites et/ou graphiques et/ou numériques :

- la commande du client ;
- les éléments techniques du dossier contractuel de réalisation retenus par le client ;
- le coût objectif ;
- les documents normatifs ;
- des bases de données : fournisseurs, moyens de production, de transport et de manutention ;
- les principes généraux de prévention des risques.

Les moyens

L'environnement informatique usuel de la profession.

Niveau d'autonomie dans l'activité : • • • •

Activité 3 : initialiser la production

1. Description des tâches

A3-T1 : Tester le processus.

A3-T2 : Rechercher l'optimum des paramètres.

A3-T3 : Proposer des améliorations du processus en termes de coûts, qualité et délais.

A3-T4 : Établir le planning prévisionnel des réalisations.

A3-T5 : Définir des indicateurs de suivi.

2. Résultats attendus

T1 Les comptes-rendus de tests permettent de valider le processus sur les moyens utilisés.

T2 L'ajustement des paramètres de réglage optimise les performances visées.

T3 Les propositions de modification du processus conduisent à des améliorations des performances en termes de coûts et/ou de qualité et/ou de délais.

T4 Le planning prévisionnel respecte les délais et les temps de production alloués et optimise l'utilisation des moyens.

T5 La valeur ajustée des indicateurs permet de respecter les objectifs de la production en termes de coûts, qualité et délais.

3. Conditions de réalisation des tâches de l'activité 3

L'environnement

Un secteur de production : plateau technique de production ; laboratoires contrôle-qualité ; bureaux chargés du lancement, du suivi et du planning des productions.

En collaboration avec :

- les équipes de production ;
- les responsables de l'ingénierie des processus, du lancement, du suivi et du planning des productions ;
- les responsables des fonctions associés à la production (logistique, stockage, transitique, qualité) ;
- les sous-traitants ;
- les fournisseurs ;
- éventuellement, le client.

Les données

- le dossier d'industrialisation ;
- le planning d'occupation des ateliers ;
- les documents normatifs ;
- des bases de données relatives aux : coûts, temps élémentaires, fournisseurs, moyens de production, moyens de transport, moyens de manutention

Les moyens

L'environnement informatique usuel de la profession.

Les moyens de production.

Les moyens des secteurs associés à la production (logistique, stockage, transitique, qualité ...).

Niveau d'autonomie dans l'activité : ● ● ● ●

Activité 4 : gérer la réalisation

1. Description des tâches

- A4-T1** : Organiser le secteur de production et son environnement.
A4-T2 : Définir les besoins humains et matériels.
A4-T3 : Garantir la mise en œuvre.
A4-T4 : Participer à l'amélioration continue de l'environnement de production.
A4-T5 : S'assurer l'application du plan sécurité (QHSE) et les certifications de l'entreprise.
A4-T6 : Communiquer et rendre compte des activités en français et en anglais.
A4-T7 : Garantir l'assemblage, participer à la mise au point d'un ensemble mécanique unitaire et effectuer les corrections avant livraison.

2. Résultats attendus

- T1** La disposition et la préparation des moyens du secteur de production et de son environnement permettent la mise en place et la conduite optimales des productions.
- T2** La définition de la composition de l'équipe de production est en adéquation avec les besoins des productions programmées (adéquation des qualifications avec les fiches de poste, identification des besoins de formation, charges, disponibilité).
La mise à disposition des moyens de production est en adéquation avec les besoins des productions programmées (adéquation des charges, disponibilité, maintenance, définition des moyens à acquérir).
- T3** Les moyens humains et matériels liés à la mise en œuvre sont disponibles et opérationnels.
Les approvisionnements en consommables et matière d'œuvre sont effectifs.
- T4** Les procédures du plan qualité de l'entreprise, les plans d'actions et les indicateurs associés sont appropriés.
L'identification des marges de progrès et des améliorations est pertinente.
- T5** Les règles du plan sécurité (QHSE) sont comprises et respectées.
- T6** Les données des dossiers techniques (cahiers des charges, dossiers d'industrialisation, notices) nécessaires pour conduire les activités sont identifiées, extraites et comprises.
Les informations liées à la production sont transmises avec justesse et exhaustivité, à la bonne personne, au bon moment et avec les bons moyens.
Le langage est adapté à l'interlocuteur et aux moyens.
Les documents de traçabilité sont renseignés.
- T7** Les moyens humains et matériels liés à l'assemblage sont disponibles et opérationnels.
Les assemblages sont conformes aux spécifications du dossier d'industrialisation.
Les spécifications de livraison sont respectées.

3. Conditions de réalisation des tâches de l'activité 4

L'environnement

Un secteur de production : plateau technique de production ; laboratoires contrôle-qualité ; bureaux chargés du lancement, du suivi et du planning des productions.

En collaboration avec :

- les équipes de production ;
- les responsables de l'ingénierie des processus, du lancement, du suivi et du planning des productions ;
- les responsables des fonctions associés à la production (logistique, stockage, transitique, qualité) ;
- les sous-traitants ;
- les fournisseurs ;
- éventuellement, le client.

Les données

- les plans d'aménagement du secteur de production et des postes de travail ;
- le dossier d'industrialisation des productions mises en œuvre sur le secteur de production ;
- le planning d'occupation du secteur de production ;
- un état des qualifications des ressources humaines ;
- le plan qualité de l'entreprise ;
- le plan sécurité (QHSE) de l'entreprise ;
- des bases de données relatives aux : coûts, temps élémentaires, fournisseurs, moyens de production, moyens de transport, moyens de manutention

Les moyens

L'environnement informatique usuel de la profession.

Les moyens de production.

Les moyens des secteurs associés à la production (logistique, stockage, transitique, qualité ...).

Niveau d'autonomie dans l'activité : • • • •

Document de travail

Document de travail

ANNEXE I b – Référentiel de certification

Document de travail

1 - Tableaux de correspondance entre les activités professionnelles et les compétences

BTS IPAP Option a : production unitaire		Compétences transversales				Compétences cœur de métier													
		S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience	Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance	Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais	S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques	Élaborer ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel	Interpréter un dossier de conception préliminaire	Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation d'un produit	Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation	Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble mécanique unitaire	Définir des processus de réalisation	Définir et mettre en œuvre des essais réels et simulés	Définir et organiser des environnements de travail	Proposer des améliorations technico-économiques et environnementales d'un processus de réalisation	Planifier une réalisation	Lancer et suivre une réalisation	Appliquer un plan qualité, un plan sécurité	Définir un protocole de contrôle en cours de production	Réaliser, mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble mécanique unitaire
Activités	Tâches	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	Ca17	Ca18
Répondre à une affaire	A1-T1	1	3				3	1											
	A1-T2	1	2	2	3		1	1	3										
	A1-T3	3	1	3	3		1	3											
	A1-T4	2	2	3					3										
	A1-T5	3		3			1	1	3		2		1						
Concevoir la production	A2-T1	2	3						1		3		1						
	A2-T2	2	3			3	1		2	3		2							
	A2-T3											3							
	A2-T4	1	2									3	1	3				2	
	A2-T5	2		2		3													
	A2-T6	3		2					1	1	2		1					1	
Initialiser la production	A3-T1	3										3							
	A3-T2	2										3		2					
	A3-T3	3		2	1							2		3					
	A3-T4												1		3				
	A3-T5															1		3	
Gérer la réalisation	A4-T1	2		1									3	1					1
	A4-T2	2		1		2							2		3	1			
	A4-T3	2		2												3			2
	A4-T4	2		2	2									2		1	3	1	
	A4-T5		3	2													3		
	A4-T6			3															
	A4-T7	3																	3

Légende du type de relation compétence-tâche : compétence **faiblement** (1) ou **moyennement** (2) ou **fortement** (3) mobilisée dans l'accomplissement de la tâche concernée

BTS IPAP Option b : production sérielle		Compétences transversales				Compétences cœur de métier													
		S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience	Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance	Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais	S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques	Élaborer ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel	Interpréter un dossier de conception préliminaire	Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation d'un produit	Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation	Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble mécanique unitaire	Définir des processus de réalisation	Définir et mettre en œuvre des essais réels et simulés	Définir et organiser des environnements de travail	Proposer des améliorations technico-économiques et environnementales d'un processus de réalisation	Planifier une réalisation	Lancer et suivre une réalisation	Appliquer un plan qualité, un plan sécurité	Définir un plan de surveillance de la production d'une pièce	Qualifier des moyens de réalisation en mode production
Activités	Tâches	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	Cb17	Cb18
Répondre à une affaire	A1-T1	1	3				3	1											
	A1-T2	1	2	2	3		1	1	3										
	A1-T3	3	1	3	3		1	3											
	A1-T4	2	2	3					3										
	A1-T5	3		3			1	1	3		2		1						
Concevoir la production	A2-T1	2	3						1		3		1						
	A2-T2	2	3			3	1		2	3		2							
	A2-T3											3							
	A2-T4	1	2									3	1	3				2	
	A2-T5	2		2		3													
	A2-T6	3		2					1	1	2		1					1	
Initialiser la production	A3-T1	3										3							1
	A3-T2	2										3		2					
	A3-T3	3		2	1							2		3					
	A3-T4												1		3				
	A3-T5															1		3	
Gérer la réalisation	A4-T1	2		1									3	1					
	A4-T2	2		1		2							2		3	1			
	A4-T3	2		2												3			3
	A4-T4	2		2	2									2		1	3	1	
	A4-T5		3	2													3		
	A4-T6			3															
	A4-T7	3																	

Légende du type de relation compétence-tâche : compétence **faiblement** (1) ou **moyennement** (2) ou **fortement** (3) mobilisée dans l'accomplissement de la tâche concernée

2 - Description des compétences

2.1 – Liste des compétences

<i>Option a : production unitaire</i>	<i>Option b : production sérielle</i>
---------------------------------------	---------------------------------------

Transversales	C1	S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience		
	C2	Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance		
	C3	Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais		
	C4	S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques		
Compétences spécifiques	C5	Élaborer ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel		
	C6	Interpréter un dossier de conception préliminaire		
	C7	Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation d'un produit		
	C8	Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation		
	C9	Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble mécanique unitaire		
	C10	Définir des processus de réalisation		
	C11	Définir et mettre en œuvre des essais réels et simulés		
	C12	Définir et organiser des environnements de travail		
	C13	Proposer des améliorations technico-économiques et environnementales d'un processus de réalisation		
	C14	Planifier une réalisation		
	C15	Lancer et suivre une réalisation		
	C16	Appliquer un plan qualité, un plan sécurité		
	Ca17	Définir un protocole de contrôle en cours de production	Cb17	Définir un plan de surveillance de la production d'une pièce
	Ca18	Réaliser, mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble mécanique unitaire	Cb18	Qualifier des moyens de réalisation en mode production

<i>Option a : production unitaire</i>	<i>Option b : production sérielle</i>
---------------------------------------	---------------------------------------

2.2 – Définition des compétences

C1 – S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Le cadre social, économique et environnemental de fonctionnement de l'entreprise Les stratégies et certifications de l'entreprise Les procédures de gestion des données de l'entreprise Les bases de données de l'entreprise Les sources d'informations externes	C1.1 Prendre en compte la politique de l'entreprise	Les contraintes techniques, économiques et environnementales de l'entreprise sont prises en compte.	S1.2 S1.3 S2.1 S2.4 S5.2 S5.3 S9.4 S11.1 S11.2
	C1.2 Contribuer à l'archivage, à la traçabilité des affaires et à la capitalisation des expériences	Tous les éléments essentiels sont répertoriés et ajoutés à l'archive de l'entreprise.	
		La traçabilité respecte les standard de l'entreprise et du donneur d'ordre.	
	C1.3 Participer à l'alimentation d'un système de gestion de données techniques	Les procédures d'utilisation du système de gestion de données sont respectées.	
	C1.4 Contribuer à la veille technologique de l'entreprise	Les sources d'information sont identifiées et vérifiées.	
Les évolutions techniques de son champ d'activité sont identifiées et capitalisées.			

C2 – Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Les catalogues constructeurs, bases de données locales ou à distance Toutes ressources numériques Le protocole de classement utilisé	C2.1 Mettre en œuvre une démarche de recherche d'information	L'information recherchée est réordonnée.	S1.1 S2.1 S9.4
		La démarche pour l'obtention de l'information est pertinente.	
	C2.2 Classer, hiérarchiser des informations	La démarche et les critères de choix pour l'obtention de l'information sont efficaces.	
	C2.3 Synthétiser une information	La synthèse proposée résume les points importants.	

C3 – Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Une information à transmettre Le résultat escompté L'origine et la destination de l'information Les standard de communication de l'entreprise	C3.1 Choisir une stratégie et des supports de communication	L'objectif, le public visé, le message sont clairement identifiés.	S1.1 S9.4
		Les outils de communication choisis sont adaptés au message et aux interlocuteurs et respectent les standard de communication de l'entreprise.	
	C3.2 Lire et rédiger un compte-rendu, un document technique en français et en anglais	Le document technique est décodé de manière univoque.	
		Le compte-rendu écrit est lisible et concis.	
	C3.3 Présenter oralement un rapport en français et en anglais	L'expression orale est claire.	
		Les messages sont concis et sans ambiguïté.	
		Le vocabulaire est pertinent et précis.	
	C3.4 Participer à un échange technique en français et en anglais	Le vocabulaire professionnel est pertinent et précis.	
		Les échanges techniques avec les interlocuteurs sont compréhensibles.	

C4 – S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Le cahier des charges du projet Les données de l'entreprise Le planning du projet La composition du groupe projet Les règles ou consignes de fonctionnement du groupe projet	C4.1 Identifier son rôle au sein d'un groupe projet par rapport au problème technique à résoudre	Le rôle à tenir au sein du groupe est correctement identifié.	S1.2 S1.3 S3.1 S4.3 S5 S8.1 S8.6
		La définition de son domaine d'intervention est comprise.	
	C4.2 Argumenter les solutions techniques et économiques proposées	Les solutions techniques et économiques proposées sont justifiées.	
		Les moyens de communication retenus sont maîtrisés et pertinents.	
	C4.3 Travailler en équipe	L'implication dans le groupe projet est effective.	
		Les arguments des autres membres du groupe sont pris en compte.	
		Les postures d'écoute et de discussion adoptées permettent les échanges.	
	C4.4 Respecter les objectifs et les règles assignés au groupe projet	Le cahier des charges est respecté.	
		Les jalons du projet sont identifiés et respectés.	
		Les consignes du chef de projet sont respectées.	

C5 – Élaborer ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel

Données <i>Le contexte et les supports sont spécifiques à chacune des options</i>	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Le dossier de réalisation L'expression du besoin Les normes et réglementations	C5.1 Décoder un besoin	Le besoin est correctement identifié.	S1.1 S3.1 S4.3 S5.1 S6.1
		Les fonctions d'usage sont répertoriées.	
		Les exigences sont correctement explicitées et pondérées.	
	C5.2 Recenser les contraintes liées à un besoin	Les contraintes technico-économiques sont identifiées.	
		Les contraintes technico-économiques sont hiérarchisées au regard de l'expression du besoin.	
	C5.3 Formuler et synthétiser un cahier des charges fonctionnel	La frontière de l'étude est correctement définie.	
		Les fonctions de service sont identifiées et caractérisées.	
		Les fonctions de service sont classées au regard de la hiérarchisation des contraintes technico-économiques.	

C6 – Interpréter un dossier de conception préliminaire

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Le dossier de conception préliminaire Les exigences fonctionnelles de la pièce Les exigences de production : quantité, délais, coût prévisionnel, moyens envisagés Les normes et réglementations	C6.1 Décoder un dossier de conception et les spécifications du cahier des charges	Le décodage de la morphologie est correctement réalisé et permet d'établir des relations technico-économiques cohérentes avec des procédés de réalisation ou des familles de procédés de réalisation.	S1.1 S1.3 S3.1 S4 S5 S6.1 S7 S8.1 S11.1
		Le décodage des exigences géométriques et dimensionnelles, microgéométriques est correctement réalisé et permet d'établir des relations technico-économiques cohérentes avec des procédés ou des familles de procédés.	
		Le décodage des exigences mécaniques ou celles liées aux matériaux est correctement réalisé et permet d'établir des relations technico-économiques cohérentes avec des procédés ou des familles de procédés ou des traitements structuraux.	
	C6.2 Analyser les fonctions assurées par les éléments participant aux assemblages	L'identification de la relation des exigences de définition avec les fonctions du produit ainsi qu'avec les éléments constitutifs de ce produit sont exactes.	
	C6.3 Identifier et justifier les difficultés de réalisation liées aux exigences	L'identification des difficultés de réalisation et/ou de contrôle est exhaustive et justifiée.	

C7 – Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation d'un produit

Données <i>Le contexte et les supports sont spécifiques à chacune des options</i>	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<p>La maquette numérique de conception préliminaire du produit et/ou de la pièce et les exigences fonctionnelles</p> <p>Les exigences de production : quantité, délais, coût prévisionnel, moyens envisagés</p> <p>Le matériau, les procédés initialement prévus et les bases de données techniques et économiques attenantes</p> <p>Éventuellement, les résultats de simulation des procédés</p> <p>Un contact éventuel avec un spécialiste du métier</p> <p>Les normes et réglementations</p>	C7.1 Proposer des solutions de conception compatibles avec les procédés envisageables	Les comportements mécaniques des solutions envisagées sont validés.	S2 S3 S4 S5 S6.1 S7 S8.1 S8.3, S8.6 S11.1
		Les propositions de solutions sont compatibles avec les procédés retenus.	
		Les propositions de solutions constructives préservent les fonctionnalités du produit.	
		La solution est valide d'un point de vue économique et/ou environnemental.	
	C7.2 Intégrer des spécifications induites par l'optimisation technico-économique du processus de réalisation	Les formes additionnelles optimisent le processus d'un point de vue technique et économique.	
		Les spécifications sur les matériaux optimisent le processus d'un point de vue technique et économique.	
		Les modifications n'altèrent pas les fonctions du produit.	
	C7.3 Vérifier par simulation de procédés la faisabilité d'une solution	Le choix du scénario de simulation est pertinent.	
		Les paramètres d'influence sont identifiés et correctement quantifiés.	
		L'interprétation des résultats de simulation conduit à des propositions pertinentes.	
	C7.4 Argumenter des modifications par une approche technico-économique et/ou environnementale	L'argumentation technico-économique et environnementale est pertinente.	
	C7.5 Collaborer à l'évolution de la maquette numérique d'un produit	Les évolutions de la maquette numérique tiennent compte des contraintes et des recommandations issues du travail collaboratif.	
		La maquette numérique est exploitable directement d'un point de vue réalisation.	

C8 – Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<p>Le dossier de conception préliminaire</p> <p>Les exigences de production : quantité, délais, coût prévisionnel</p> <p>Le(s) couple(s) matériau/procédé retenu(s)</p> <p>La liste des moyens techniques disponibles à l'interne et à l'externe (sous-traitants) et leurs notices techniques</p> <p>Les bases des données relatives aux matériaux et aux procédés</p> <p>La description des processus prévisionnels</p> <p>Les normes et réglementations</p>	<p>C8.1 Proposer et justifier des technologies et des moyens envisageables</p>	Les propositions sont pertinentes au regard des contraintes technico-économiques.	<p>S1.1</p> <p>S1.3</p> <p>S2.2</p> <p>S3.1</p> <p>S5</p> <p>S6.1</p> <p>S7</p> <p>S8.1</p> <p>S11.1</p>
		La justification est faite à partir de critères pertinents.	
	<p>C8.2 Hiérarchiser des contraintes de production et en déduire des conséquences sur la relation produit – procédé</p>	La hiérarchisation est pertinente.	
		Le choix du(des) couple(s) produit/procédé est compatible au regard des contraintes de production.	
	<p>C8.3 Déterminer les performances nécessaires des moyens de réalisation</p>	La caractérisation des performances des moyens de réalisation est correcte.	
		La liste des exigences est exhaustive.	
	<p>C8.4 Rédiger le cahier des charges des clauses techniques d'un moyen de réalisation</p>	Les exigences techniques sont correctement décrites.	
		Les données critiques sont déterminées.	
	<p>C8.5 Déterminer les données techniques de réalisation nécessaires à l'établissement d'une réponse à une affaire</p>	Les éléments déterminés pour l'établissement de la réponse à l'affaire sont justes.	

C9 – Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble mécanique unitaire

Données <i>Le contexte et les supports sont spécifiques à chacune des options</i>	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<p>Les exigences de production : quantité, délais, coût prévisionnel</p> <p>La maquette numérique spécifiée de conception préliminaire du produit</p> <p>L'ensemble des moyens techniques de réalisation disponibles et leurs notices techniques</p> <p>Les procédés envisagés en lien avec un spécialiste</p> <p>La description des processus prévisionnels</p> <p>Les bases des données relatives aux matériaux et aux procédés retenus ainsi qu'aux composants standard</p> <p>Les normes et réglementations</p> <p>Les données capitalisées par l'entreprise</p>	<p>C9.1 Élaborer la maquette numérique de conception d'un ensemble mécanique unitaire</p>	L'arbre d'assemblage est organisé en sous-ensemble(s) fonctionnel(s) et/ou structurel(s) comprenant les solutions constructives à concevoir.	<p>S1.1</p> <p>S1.3</p> <p>S2</p> <p>S3</p> <p>S4</p> <p>S5</p> <p>S6.1</p> <p>S10.3</p>
		L'arbre d'assemblage est organisé en cohérence avec la méthodologie de conception utilisée.	
		Le mode de création est adapté et évolutif selon le niveau de définition de la maquette numérique (volume, surface, filaire).	
		Le positionnement des pièces est contraint dans le respect des mobilités relatives.	
		La mise en contrainte à chaque niveau de l'assemblage est univoque et minimale.	
		La modification des paramètres conserve la robustesse de la maquette numérique et sa portabilité attendue.	
		Les fonctions de l'ensemble mécanique sont assurées par les solutions constructives adoptées.	
		L'ensemble mécanique permet de respecter les exigences de réalisation ainsi que les contraintes normatives et économiques.	
	<p>C9.2 Optimiser les solutions constructives de l'ensemble mécanique unitaire</p>	Les structures fonctionnelles de l'ensemble intègrent les contraintes du procédé de réalisation.	
		Les fonctions techniques de l'ensemble sont assurées.	
		Les solutions constructives adoptées sont optimisées d'un point de vue technique et économique quant à la réalisation.	
		Les solutions constructives adoptées sont validées par simulation d'un point de vue des comportements mécaniques.	
		L'argumentation technico-économique et environnementale est pertinente.	
	<p>C9.3 Vérifier par simulation la faisabilité d'une solution</p>	Le choix du scénario de simulation est pertinent.	
		Les paramètres d'influence sont identifiés et correctement quantifiés.	
		L'interprétation des résultats de simulation conduit à des propositions pertinentes.	

	C9.4 Générer des représentations graphiques dérivées en mobilisant les fonctionnalités des modeleurs volumiques	Les représentations graphiques dérivées sont complétées et légendées par des informations techniques associées en adéquation avec le point de vue du destinataire.	
		Les documents sont conformes aux attentes de l'utilisateur.	
	C9.5 Spécifier les éléments constitutifs d'un ensemble mécanique unitaire	La liste des spécifications fonctionnelles et/ou d'aptitude à l'emploi est exhaustive et l'expression des tolérances respecte les normes en vigueur.	
		La quantification des tolérances est cohérente.	
		Le choix des matériaux et traitements des éléments constitutifs de l'ensemble est pertinent.	

C10 – Définir des processus de réalisation

Données <i>Le contexte et les supports sont spécifiques à chacune des options</i>	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés	
<p>Le dossier de définition détaillée du produit</p> <p>Le processus prévisionnel</p> <p>Des banques de données outils, outillages, procédés, processus</p> <p>Une description des moyens de réalisation disponibles</p>	C10.1 Extraire la maquette de conception d'un ensemble, la définition numérique des pièces constitutives à réaliser	L'extraction de la définition numérique des pièces constitutives à réaliser permet leur exploitation, sans altération, dans un format supportable par le logiciel de fabrication assistée par ordinateur utilisé.	S2.1 S2.2 S3.1 S4.1 S4.2 S5.2 S5.3 S6 S8 S11	
	C10.2 Analyser le dossier de définition détaillée d'un produit	Le décodage de la morphologie et du matériau des pièces constitutives du produit permet d'appréhender les contraintes de réalisation (usinabilité, vibration, déformation, contraintes de génération additive).		Le décodage des spécifications générales, géométriques, microgéométriques et dimensionnelles est correct et permet d'identifier les spécifications critiques.
	C10.3 Déterminer des groupements d'entités et la succession des procédés de réalisation nécessaires	Les groupements d'entités sont pertinents.		Le choix des procédés de réalisation est correct.
		L'enchaînement des procédés est pertinent.		
		C10.4 Estimer des performances de procédés		Les indicateurs de performance retenus sont pertinents.
	C10.5 Déterminer des stratégies de réalisation	Les stratégies d'enlèvement et/ou d'ajout de matière sont pertinentes au regard des données et des contraintes.		Les stratégies d'assemblage sont pertinentes au regard des données et des contraintes.
		C10.6 Déterminer des paramètres de réalisation		Les paramètres de génération des entités (volumes, surfaces) sont compatibles avec les procédés choisis et les contraintes du dossier de définition.
	C10.7 Déterminer des spécifications de réalisation			Les spécifications de réalisation permettent de garantir le respect des spécifications fonctionnelles.
	C10.8 Simuler une réalisation	La simulation permet de valider ou non les choix technologiques et les paramètres de réalisation.		
	C10.9 Définir et choisir une méthode et des moyens de mesurage en tenant compte de contraintes technico-économiques	Le choix du type de contrôle est correct.		
		Les moyens et les méthodes de contrôle sont adaptés.		

C11 – Définir et mettre en œuvre des essais réels et simulés

Données <i>Le contexte et les supports sont spécifiques à chacune des options</i>	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<p>La maquette numérique</p> <p>Le processus et/ou le procédé envisagé</p> <p>Des banques de données outils, outillages, procédés</p> <p>Les moyens matériels nécessaires pour la mise en œuvre des essais</p> <p>Une banque de données sur les résultats d'essais antérieurs</p> <p>Éventuellement, des outils d'aide à la mise en place de plans d'expériences</p> <p>Les normes et réglementations</p>	C11.1 Identifier les étapes d'un processus prévisionnel nécessitant des essais	L'identification des étapes nécessitant des essais est complète.	S2.2 S3.1 S4 S6 S8.1 S8.3 S8.5 S11
	C11.2 Identifier les paramètres influents sur des caractéristiques étudiées	La liste des paramètres d'influence identifiés est pertinente.	
	C11.3 Définir un protocole d'essais : objectif, conditions, forme des résultats	Le protocole d'essai est correctement défini.	
	C11.4 Configurer des outils de simulation numérique	Les hypothèses de simulation choisies sont adaptées au cas étudié.	
	C11.5 Configurer des moyens réels pour conduire des expérimentations	La configuration des outils de simulation est opérationnelle.	
		La configuration respecte les règles de protection des risques liées à la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement.	
		Les conditions expérimentales choisies sont adaptées au cas étudié.	
	C11.6 Configurer des moyens de production pour tester un processus	La configuration des moyens est opérationnelle.	
		La configuration respecte les règles de protection des risques liées à la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement.	
		La configuration est conforme aux conditions définies dans le processus.	
	C11.7 Conduire des essais par simulation numérique	La configuration des moyens est opérationnelle.	
	C11.8 Mettre en œuvre des moyens réels pour conduire des expérimentations	Les essais sont mis en œuvre de façon à garantir la validité et l'exploitation des résultats.	
		La mise en œuvre respecte les règles de protection des risques liées à la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement.	
	C11.9 Exploiter des résultats d'essais	Le protocole d'expérimentation est respecté.	
L'exploitation des résultats des essais permet de conclure quant à la validité de tout ou partie du processus.			
		Des préconisations d'optimisation éventuelle du processus sont proposées.	

C12 – Définir et organiser des environnements de travail

Données <i>Le contexte et les supports sont spécifiques à chacune des options</i>	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés	
La définition du contexte de travail Le processus détaillé Des banques de données outils, outillages, procédés Les normes et réglementations	C12.1 Identifier les tâches à réaliser et leur enchaînement	La liste des tâches identifiées est complète.	S3.1 S5 S6.2 S6.3 S7.4 S9.3 S10.3	
		L'enchaînement des tâches est pertinent.		
	C12.2 Organiser les flux	Les flux physiques de matière et des composants sont clairement identifiés.		S3.1
		Les flux d'informations sont clairement identifiés.		S5
		L'ensemble des flux est optimisé.		S6.2
	C12.3 Définir ou choisir les moyens environnants (transfert, stockage, préparation, contrôle, parachèvement)	La définition ou le choix des moyens environnants est en adéquation avec les contraintes.		S6.3
		La définition ou le choix des moyens environnants respecte les normes et réglementations.		S7.4

C13 – Proposer des améliorations technico-économiques et environnementales d'un processus de réalisation

Données <i>Le contexte et les supports sont spécifiques à chacune des options</i>	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés	
Le dossier de production du produit La documentation technique associée aux moyens de réalisation 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 technologie. Les normes et réglementations	C13.1 Identifier des améliorations possibles d'un processus de réalisation	L'identification des améliorations possibles est pertinente.	S1 S3 S5 S8.1 S8.5 S8.6 S9.1 S10.3	
	C13.2 Identifier et hiérarchiser des facteurs influents	L'identification des facteurs influents est pertinente.		S1
		La hiérarchisation des facteurs influents est judicieuse.		S3
	C13.3 Appliquer une méthode d'optimisation	La mise en œuvre de la méthode d'optimisation est correcte.		S5
	C13.4 Identifier des solutions d'amélioration d'un processus de réalisation	Les améliorations proposées sont pertinentes.		S8.1
		Les innovations technologiques sont explorées.		S8.5
		L'expérience de l'entreprise est prise en compte.		S8.6
	C13.5 Estimer et argumenter des résultats d'amélioration et le retour sur investissement	Le chiffrage prévisionnel est correct.		S9.1
		Les améliorations sont argumentées d'un point de vue technico-économique et environnemental.		S10.3

C14 – Planifier une réalisation			
Données <i>Le contexte et les supports sont spécifiques à chacune des options</i>	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Le dossier de réalisation du produit Le planning de charge de l'unité Les données de l'entreprise : sous-traitance, heures supplémentaires possibles Les fiches de postes de l'entreprise et les compétences associées	C14.1 Identifier les ressources matérielles et humaines mobilisables	Les ressources matérielles mobilisables sont identifiées.	S5.2 S5.3 S9.1 S9.2 S11.1
		Les qualifications professionnelles des ressources humaines mobilisables sont identifiées.	
		Les ressources matérielles et humaines sont correctement quantifiées.	
	C14.2 Déterminer la capacité à produire d'une unité de réalisation	Le choix des indicateurs est pertinent.	
		L'estimation de la capacité à produire de l'unité de réalisation est réaliste.	
	C14.3 Intégrer un processus prévisionnel à un contexte de réalisation ou à des processus déjà existants	Les propositions de modification du planning sont pertinentes.	
Les impossibilités d'intégration sont signalées à la hiérarchie.			

C15 – Lancer et suivre une réalisation			
Données <i>Le contexte et les supports sont spécifiques à chacune des options</i>	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Le dossier de réalisation Le plan de charge de l'unité de réalisation Les ordres de fabrication Les documents de traçabilité La documentation technique des moyens de réalisation Les données capitalisées par l'entreprise	C15.1 S'assurer de la disponibilité de moyens humains et matériels ainsi que de la matière d'œuvre	L'ensemble des moyens nécessaires est opérationnel.	S3.1 S6.1 S6.2 S6.3 S8.5 S9.2 S11.1
		La maintenance de premier niveau des moyens matériels est réalisée.	
		La matière d'œuvre est disponible.	
	C15.2 Effectuer le lancement d'une réalisation	Le délai de lancement imposé par le planning est respecté.	
		La conformité de la réalisation est évaluée pour validation du lancement.	
	C15.3 Mettre en œuvre un programme de contrôle en cours de réalisation	Les protocoles de contrôle sont respectés.	
		Les documents de suivi sont exploités et archivés.	
	C15.4 Identifier des non-conformités d'une réalisation, en rendre compte et y remédier	Les non-conformités sont identifiées.	
		La remédiation proposée est appropriée.	
		La mise en œuvre des actions correctives est garantie.	
	C15.5 Identifier les facteurs influents sur des aléas de réalisation	L'identification des facteurs influents sur les aléas de réalisation est pertinente et capitalisée.	

C16 – Appliquer un plan qualité, un plan sécurité

Données <i>Le contexte et les supports sont spécifiques à chacune des options</i>	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
L'organigramme de l'entreprise Le plan qualité de l'entreprise L'archivage des documents de traçabilité Les comptes-rendus des réunions qualité et des audits précédents	C16.1 Vérifier l'application d'un système qualité à son secteur de production	Les documents qualité relatifs à son secteur de production sont identifiés. La vérification de l'application des procédures qualité est effective.	S1 S2.1 S3.1 S5 S9.4 S10.1 S10.2
	C16.2 Exploiter les documents de traçabilité d'une entreprise	Les documents de traçabilité de l'entreprise sont exploités dans le respect du plan qualité.	
	C16.3 Participer aux audits internes liés au plan qualité d'une entreprise	Les consignes et les procédures de déroulement des audits internes sont respectées.	
	C16.4 S'assurer de la mise en œuvre d'actions correctives à son secteur d'activité	Les actions correctives sont mises en œuvre.	
	C16.5 Participer à l'amélioration continue du plan qualité d'une entreprise	Les actions proposées contribuent à l'amélioration continue de la qualité de son secteur de production.	
		Les propositions découlant de l'application d'une démarche de résolution de problèmes sont cohérentes.	
Une situation de travail 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 La charte ou le plan de sécurité de l'entreprise (y compris le document unique actuel) La réglementation en vigueur	C16.6 Formaliser une évaluation des risques dans le cadre du "Document unique d'évaluation des risques professionnels"	Les risques pour la santé et la sécurité au travail de son secteur de production sont identifiés.	
		La gravité et la probabilité des risques de la situation de travail sont correctement évaluées.	
		Les solutions retenues sont en adéquation avec les impératifs de production, le système qualité et les conditions de travail.	
	C16.7 Participer à l'élaboration d'un plan de prévention – sécurité	Les mesures de prévention mises en œuvre sont adaptées.	
C16.8 Aménager un poste de travail selon une démarche ergonomique	La démarche ergonomique employée est adaptée. L'identification des procédures de santé et sécurité au travail aux postes de travail est pertinente.		

Ca17 – Définir un protocole de contrôle en cours de production			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Le dossier de production du produit Les normes La liste des moyens de contrôle et de mesure disponibles Une banque de données techniques	Ca17.1 Identifier et expliciter des spécifications critiques	La liste des spécifications critiques est complète.	S6 S8.1 S8.4
		Les spécifications sont correctement explicitées.	
	Ca17.2 Choisir un protocole de contrôle	Les modes opératoires du protocole sont cohérents avec les spécifications à contrôler.	
		Les moyens prévus au protocole sont adaptés au contexte technico-économique.	
		La traçabilité des informations est assurée.	

Cb17 – Définir un plan de surveillance de la production d'une pièce			
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Le dossier de production de la pièce Les normes La liste des moyens de contrôle et de mesure disponibles Une banque de données techniques	Cb17.1 Identifier le type de contrôle (de réception, de qualification, de suivi, de début de série)	L'identification du type de contrôle est correcte.	S2.1 S6 S11.2
		Cb17.2 Identifier et expliciter des spécifications critiques	
	Les spécifications sont correctement explicitées.		
	Cb17.3 Définir un protocole de surveillance	Les modes opératoires du protocole sont cohérents avec les spécifications à surveiller.	
		Les moyens prévus au protocole sont adaptés au contexte technico-économique.	
		La traçabilité des informations est assurée.	

Ca18 – Réaliser, mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble mécanique unitaire

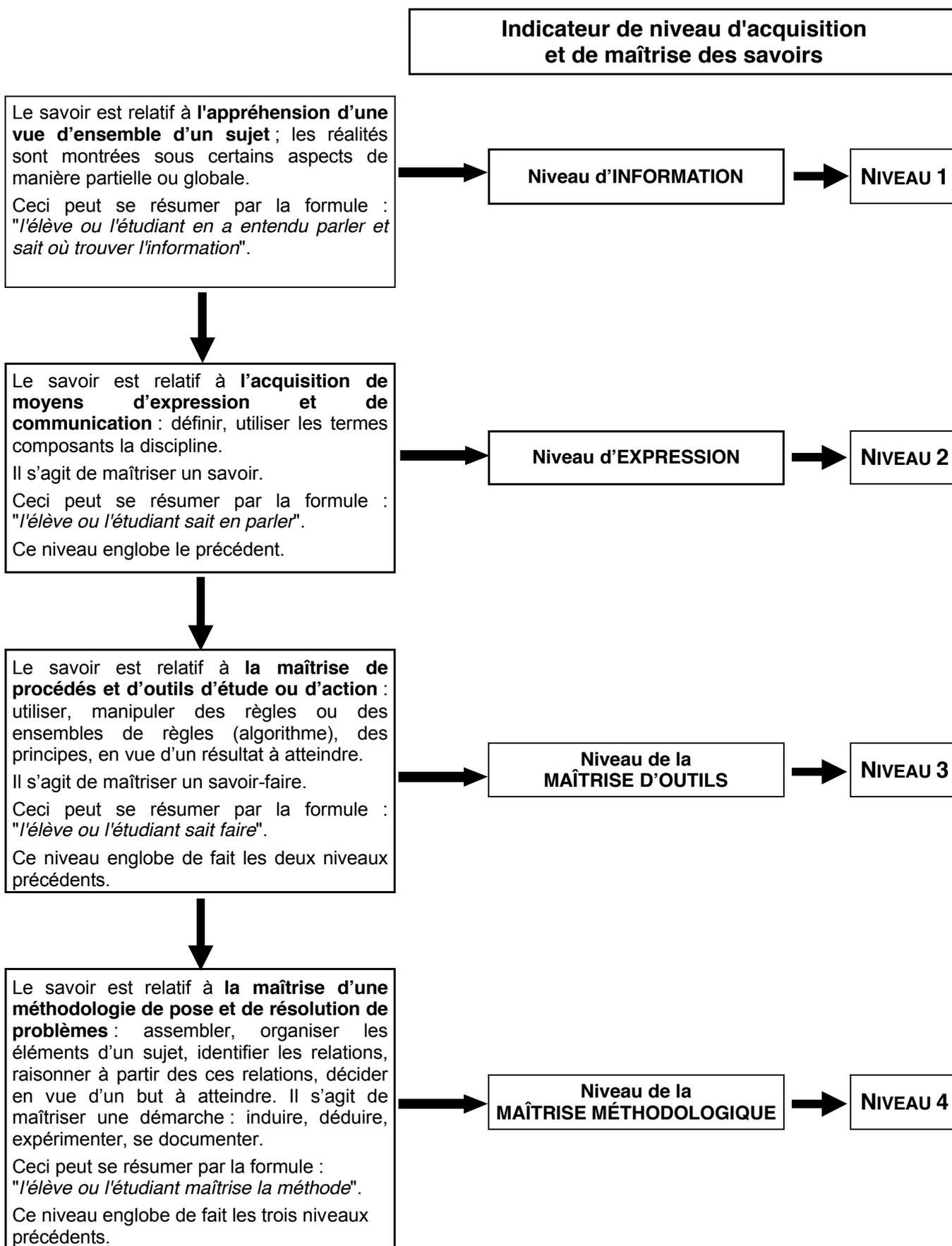
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<p>Le cahier des charges fonctionnel de l'outillage ou du produit assemblé</p> <p>Les protocoles d'essais de l'outillage ou du produit assemblé (protocoles internes et protocoles du client)</p> <p>La documentation technique des matériels d'essais et de mise au point</p>	<p>Ca18.1 Procéder aux contrôles des spécifications fonctionnelles d'un ensemble mécanique unitaire fini</p>	Le protocole de contrôle choisi est adapté.	<p>S3.1</p> <p>S6.1</p> <p>S6.2</p>
		La mise en œuvre du protocole de contrôle est conforme.	
	<p>Ca18.2 Procéder aux essais du fonctionnement et à la mise au point d'un ensemble mécanique unitaire fini (essais à vide et essais fonctionnels hors production)</p>	Les protocoles d'essais sont respectés.	
		La mise au point permet de résoudre les non-conformités.	
		Les conclusions de l'essai permettent de qualifier l'outillage ou le produit unitaire.	
	<p>Ca18.3 Participer à la fabrication et au contrôle des premières pièces obtenues avec un outillage</p>	Les éventuelles non-conformités des pièces fabriquées sont identifiées et caractérisées.	
		Les conclusions quant à l'aptitude à l'emploi de l'outillage sont dégagées.	

Cb18 – Qualifier des moyens de réalisation en mode production

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<p>Le dossier de réalisation</p> <p>Les résultats des essais et tests de qualification du processus</p> <p>Les procédures de contrôle de l'entreprise</p> <p>La liste des moyens de contrôle disponibles</p> <p>Les limites et les performances des moyens de contrôle mis en œuvre</p> <p>Les données capitalisées par l'entreprise</p> <p>Les documents de traçabilité</p> <p>Les procédures d'élaboration des dossiers de réalisation de l'entreprise.</p>	<p>Cb18.1 Identifier les paramètres à contrôler pour garantir la qualité d'un produit ou les performances d'un processus</p>	<p>L'identification des paramètres critiques est pertinente.</p>	<p>S2.1</p> <p>S2.4</p> <p>S3.1</p> <p>S4.1</p> <p>S4.2</p> <p>S5.2</p> <p>S5.3</p> <p>S6</p> <p>S8.1</p> <p>S11</p>
	<p>Cb18.2 Choisir ou définir des protocoles de contrôle permettant de quantifier la valeur d'un paramètre de contrôle du processus</p>	<p>Les moyens de contrôle retenus sont capables de fournir des indications de performance de l'unité de réalisation.</p> <p>Les protocoles choisis sont corrects.</p>	
	<p>Cb18.3 Mettre en œuvre un moyen et une procédure de contrôle afin de déterminer les performances d'un processus</p>	<p>Les protocoles de mise en œuvre du moyen et de la procédure de contrôle sont respectés.</p>	
	<p>Cb18.4 Quantifier des résultats obtenus au cours d'une réalisation (qualité du produit, cadence dans le cas d'une série)</p>	<p>Les écarts entre les résultats attendus et ceux observés sur la réalisation sont énumérés et quantifiés.</p>	
	<p>Cb18.5 Corréler des écarts observés avec des causes</p>	<p>La détermination des causes possibles des écarts est pertinente.</p>	
		<p>La relation entre les causes d'écart et leurs conséquences sur la réalisation est établie.</p>	
	<p>Cb18.6 Formaliser des actions correctives</p>	<p>Des actions de remédiation sont proposées.</p>	
		<p>Les actions de remédiation sont pertinentes.</p>	
<p>Cb18.7 Finaliser le dossier de réalisation du produit.</p>	<p>Le dossier de réalisation est complet, exploitable et conforme aux standard de l'entreprise.</p>		

3 - Savoirs associés aux compétences

Spécification des niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs



S1. DÉMARCHE DE CONCEPTION ET GESTION DE PROJET

S1.1 – Ingénierie système et analyse fonctionnelle			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S1.1.1 – Approche globale <ul style="list-style-type: none"> Définition de l'ingénierie système et de l'analyse fonctionnelle. Langage de description SysML, types de diagrammes et utilisation. Outils de l'analyse fonctionnelle (NF X50-151). 	2	2	Les diagrammes SysML sont une donnée d'entrée de l'étude fonctionnelle. Ils permettent de situer la frontière de l'étude dans un contexte pluri technologique. Pour le diagramme d'état-transition et le diagramme de séquence, les savoirs se limitent à leur lecture.
	3	3	
	1	1	
S1.1.2 – Approche métier : description externe <ul style="list-style-type: none"> Besoin à satisfaire par l'utilisateur. Cycle de vie du produit : roue d'éco conception. Expression fonctionnelle du besoin. Frontière d'une étude. Fonctions de service (usage, estime), contraintes (design, ergonomie) : outils de recherche et de description associés. Cahier des charges fonctionnel : caractéristiques des fonctions de service (critères, niveaux et flexibilité). 	2	2	Ces savoirs sont liés au travail collaboratif.
S1.1.3 – Approche métier : description interne <ul style="list-style-type: none"> Déclinaison des fonctions de service en fonctions techniques. Nature et flux des éléments transformés par le produit : matière, énergie, information. 	2	2	Ces savoirs sont liés au travail collaboratif.

S1.2 – Organisation de l'entreprise industrielle			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> Organisation administrative et commerciale. Organisation des études, recherche et développement. Structure d'un système de production. Réglementation du travail. 	1	1	Le technicien supérieur situe son activité au sein de l'organisation de l'entreprise et en interaction avec les différents services de l'entreprise.

S1.3 – Compétitivité des produits industriels			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> Marché, concurrence. Propriété industrielle : recherche d'antériorité, brevets. Qualité du produit : certification ISO, standardisation, normalisation. Principes et méthodes d'organisation d'un projet : cascade, cycle en V, spirale, agile, scrum. Outils de conduite de projet : espace numérique de travail, bases de données, formats d'échanges. Planification du projet, diagramme de traitement des antériorités. Méthodes de capitalisation des acquis et de traçabilité des études : intégration dans un PLM (Product LifeCycle Management). Types de veille : technologique, juridique, commerciale, 	3	3	L'ensemble des données est intégré dans un PDM (Product Data Management) voire un PLM s'il est disponible.

concurrentielle ou partenariale. <ul style="list-style-type: none"> • Outils de veille technologique : flux, newsletters, revues, réseaux sociaux, brevets, forums, salons. 		
--	--	--

S2. CHAÎNE NUMÉRIQUE

S2.1 – Concept de « chaîne numérique »

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> • Définition des maillons de « la chaîne numérique » : <ul style="list-style-type: none"> - maquette numérique ; - prototypage ; - simulations ; - outillage ; - production ; - qualification ; - boucle d'optimisation. • Gestion de la vie de la chaîne numérique via un PLM : <ul style="list-style-type: none"> - livrables (fichiers exigés au regard du CDC) ; - plannings : Gantt ; - suivi et archivage des documents (révisions, historique), processus de validation ; - import/export de fichiers (formats, précisions, continuité de la chaîne) ; - droits des intervenants, liens entre données. 	3	3	<p><i>Ces savoirs intègrent l'outil informatique de gestion des fichiers dans une démarche de projet collaboratif et concourant.</i></p>

S2.2 – Simulation

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> • Types de logiciels de simulation : <ul style="list-style-type: none"> - simulation mécanique : comportements statique, cinématique, dynamique ; - calcul de structures des modèles poutre et volumique ; - simulation de procédés ; - simulation d'ergonomie, réalité virtuelle. • Données et paramètres associés aux simulations. • Format des résultats en vue de leurs exploitations. 	3	3	<p><i>En dehors de cas de simulation simples et/ou guidés, l'assistance d'un spécialiste est proposée pour la modélisation et l'exploitation de systèmes plus élaborés. Les simulations de modèles surfaciques sont exclues.</i></p> <p><i>Pour la simulation des procédés, sont concernés, par exemple, les modules métiers de « pré-conception » accessibles traitant du moulage, thermoformage, ... afin de visualiser les défauts éventuels des pièces et agir en conséquence.</i></p> <p><i>Pour les simulations qui ne font pas partie du cœur de métier, les savoirs se limitent à l'identification des principaux types de données influentes et des paramètres de simulation.</i></p>

S2.3 – Outils de conception et de représentation numériques

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S2.3.1 – Modeleurs volumiques paramétriques <ul style="list-style-type: none"> • Structuration des modèles : arbres de construction de pièce et arbre d'assemblage ; • Modes de modélisation : surfacique, volumique ; • Fonctions logicielles de conception ; • Propriétés de nomenclature associées aux pièces (désignation, matériaux, ...). 	3	3	<p><i>Le mode de modélisation est approprié à la typologie des pièces.</i></p> <p><i>La maîtrise des exigences de modélisation des surfaces complexes est exclue sans l'aide d'un spécialiste (exemple : domaine de la carrosserie).</i></p> <p><i>Le paramétrage s'applique principalement à la</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> • Paramétrage et robustesse du modèle. 		<p>géométrie du modèle.</p> <p>La robustesse est favorisée par l'organisation rationnelle des fonctions de conception. Elle est évaluée principalement par la capacité du modèle à accepter aisément la modification d'un paramètre fonctionnel qui peut, par exemple, être amené à évoluer suite à la réalisation et l'exploitation de prototypes.</p>
<p>S2.3.2 – Méthodes de conception</p> <ul style="list-style-type: none"> • Méthodes de conception : <ul style="list-style-type: none"> - dans l'assemblage ; - par pièce ; - par surfaces fonctionnelles ; - squelette géométrique de pièce, d'assemblage, esquisse pilotante ; - conception hors ou en contexte d'assemblage (liens de référence ou paramétrage entre pièces). • Fonctionnalité logiciel - tableur : <ul style="list-style-type: none"> - associations modelleur/tableur ; - conception orientée famille de pièces - d'assemblages. • Outils spécifiques pour le technicien : <ul style="list-style-type: none"> - bibliothèques d'éléments standard et de données techniques (locales ou à distance) ; - modules métiers ; - rétro-conception ; - autres types de modelleurs. • Application à la conception des produits : <ul style="list-style-type: none"> - conception préliminaire : de la mise en place de l'environnement à la conception fonctionnelle générale du produit ; - conception détaillée : intégration des formes en adéquation avec les choix de matériaux et procédés. 	<p>3</p>	<p>3</p> <p>La méthode de conception est adaptée au résultat souhaité : simulation dynamique, résistance des matériaux, conception détaillée, ...</p> <p>Le paramétrage d'un modèle de pièce est géré par tableau de valeurs : si la situation s'y prête le pilotage de la CAO via des macros peut être employé mais son développement par le technicien supérieur IPAP ne peut être exigé.</p> <p>L'utilisation ponctuelle de modelleurs implicites (sans historique...) est possible lorsque la stratégie de conception s'y prête (par exemple en l'absence de robustesse d'un modèle fourni), tout comme la rétro-conception par scan 3D.</p> <p>L'accent est mis sur l'obtention progressive et méthodique des modèles de produits dans le cadre de la chaîne numérique et en réponse à un cahier des charges fonctionnel.</p> <p>Les applications s'étendent à tout type de produits : biens de consommation, machines spéciales, prototypes, outillages (morcelage relatif aux différentes fonctions et/ou aux possibilités de mise en œuvre processus, extraction des surfaces pour l'élaboration d'électrodes ...).</p>
<p>S2.3.3 – Optimisation topologique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimisation topologique pour les pièces réalisées par fabrication additive : <ul style="list-style-type: none"> - relative au bridage des pièces pour l'optimisation des reprises d'usinage ; - relative à la rigidité de la pièce ; - relative à la gestion des fréquences de résonance propre. 	<p>3</p>	<p>3</p>

S2.4 – Représentations graphiques dérivées des maquettes numériques

<p>Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)</p>	Option		<p>Commentaires</p>
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnalités logicielles relatives à la production de documents techniques : <ul style="list-style-type: none"> - configurations graphiques visuelles (propriétés de couleurs, transparence) et de positions, coupe et écorchés 3D ; - édition de nomenclatures et éclatées ; - rendus réalistes, animations. 	<p>3</p>	<p>3</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnalités logicielles relatives à la mise en plan selon les normes de représentations du dessin technique : 	<p>3</p>	<p>3</p>	

- vues en projection, sections et coupes ; - normes de représentation de mise en plan.		
---	--	--

S3. COMPORTEMENT DES SYSTÈMES MÉCANIQUES

S3.1 – Modélisation des mécanismes			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S3.1.1 – Cinématique des liaisons mécaniques <ul style="list-style-type: none"> Nature du contact (ponctuel, linéique, surfacique). Repère local, degré de liberté. Modèle des liaisons mécaniques élémentaires. Modélisation des liaisons technologiques en liaisons cinématiques (avec prise en compte des jeux, mobilités de faible amplitude, rigidité, frottement). 	3	3	Ces savoirs sont abordés sans l'usage de torseurs.
S3.1.2 – Chaînes de liaisons <ul style="list-style-type: none"> Classe d'équivalence cinématique. Graphe des liaisons. Schéma cinématique (minimal ou architectural). 	3	3	
S3.1.3 – Associations de pièces et de liaisons <ul style="list-style-type: none"> Liaison équivalente à une association de deux à trois liaisons en parallèle ou en série. Comportement des mécanismes (degré de mobilité, degré d'hyperstaticité, isostaticité). Adaptation et évolution du modèle numérique prenant en compte les problèmes techniques à résoudre. 	3	3	La recherche du degré d'hyperstaticité permet d'identifier les contacts surabondants afin de pouvoir en tirer des conséquences quant à leur positionnement géométrique relatif et à leur cotation.

S3.2 – Mouvements relatifs entre solides dans le cas d'une translation ou d'une rotation autour d'un axe fixe			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> Référentiels et repères. Nature et définition des mouvements : rotation, translation. Trajectoires des points du solide. Vecteur position, vitesse et accélération. Champ des vecteurs vitesse. 	3	3	La cinématique du point s'applique à un solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe ou en mouvement de translation par rapport à un repère fixe donné. Les représentations graphique et analytique des positions, vitesses et accélérations se limitent aux cas de mouvements uniformes ou uniformément variés.

S3.3 – Mouvements plans			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> Équiprojectivité du champ des vecteurs vitesse. Centre instantané de rotation (CIR) et distribution du champ des vecteurs vitesse. Composition des vitesses : <ul style="list-style-type: none"> loi de composition ; traduction graphique pour des systèmes plans ; application au glissement et au roulement. Chaînes cinématiques : <ul style="list-style-type: none"> tracé des trajectoires et positions d'un mécanisme ; notion d'enveloppe de pièce au cours d'un 	1	1	La notion de composition de mouvement s'applique à la génération des surfaces (machines à commande numérique multi-axes).

mouvement ; - lois d'entrée sortie.		
--	--	--

S3.4 – Modélisation des actions mécaniques

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S3.4.1 – Action mécanique de contact et à distance <ul style="list-style-type: none"> Modèles de représentation d'une action mécanique : <ul style="list-style-type: none"> - force et résultante de forces ; - moment et moment résultant ; - cas particuliers des couples et glisseurs. Représentation graphique et analytique des vecteurs force et moment. Principe des actions mutuelles. 	3	3	<i>La représentation des actions mécaniques sous forme tensorielle est abordée en vue d'alimenter une simulation numérique. Seule l'écriture des composantes de forces et/ou de moments est demandée.</i> <i>L'étude des actions mécaniques prend appui sur des cas d'application "métiers".</i>
S3.4.2 – Contact entre pièces <ul style="list-style-type: none"> Nature géométrique du contact. Frottement et adhérence : lois de Coulomb. Pression de contact et matage : <ul style="list-style-type: none"> - cas ponctuels et linéiques simples : modèle de Hertz ; - cas surfaciques simples. 	3	3	<i>Les formulaires ou modèles numériques sont donnés.</i>

S3.5 – Comportement mécanique des pièces et des systèmes

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S3.5.1 – Isolement d'une pièce ou d'un système de solides <ul style="list-style-type: none"> Graphe des actions mécaniques. Ordonnancement des isollements. Frontière, actions intérieures et extérieures. 	3	3	<i>La résolution graphique se limite à l'étude des systèmes de solides soumis à 2 ou 3 actions modélisées par des glisseurs de supports non parallèles.</i>
S3.5.2 – Équilibre statique des solides, principe fondamental de la statique <ul style="list-style-type: none"> Énoncé du principe en vue d'une résolution : <ul style="list-style-type: none"> - analytique ; - graphique. 	3	3	<i>La résolution analytique est exclusivement réalisée avec assistance informatique ou par exploitation de résultats (tableaux, graphes).</i>
S3.5.3 – Caractéristiques géométriques et cinétiques d'un solide influant son comportement dynamique <ul style="list-style-type: none"> Centre de gravité. Masse. Matrice d'inertie. 	3	3	<i>Les logiciels de CAO sont utilisés pour des volumes simples et complexes ou des recherches d'inertie autour d'axes quelconques.</i>
S3.5.4 – Principe fondamental de la dynamique : <ul style="list-style-type: none"> Énoncé du principe. Équilibrage statique et dynamique d'un solide en rotation : <ul style="list-style-type: none"> - approche expérimentale ; - approche logicielle. Vibrations : <ul style="list-style-type: none"> - approche expérimentale et logicielle ; - notion de fréquences propres (systèmes discrets et continus). 	2	2	<i>Le principe fondamental de la dynamique est limité à l'exploitation de résultats de simulation numérique (motorisation des axes d'une MOCN, notion d'équilibrage statique et dynamique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe).</i>

S3.6 – Résistance des matériaux			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S3.6.1 – Hypothèse de la résistance des matériaux solides <ul style="list-style-type: none"> • Modèle poutre. • Hypothèses sur les matériaux. • Hypothèses de Navier-Bernoulli et Barré de St Venant. 	3	3	<p><i>La détermination analytique des efforts de cohésion se fait dans les cas plans.</i></p> <p><i>L'utilisation des torseurs se limite à l'écriture synthétique finale des efforts de cohésion dans une section droite.</i></p> <p><i>Pour les cas spatiaux, les conclusions s'appuient sur l'exploitation des résultats d'une simulation numérique.</i></p>
S3.6.2 – Efforts de cohésion dans une section droite <ul style="list-style-type: none"> • Diagrammes : <ul style="list-style-type: none"> - effort normal ; - effort tranchant ; - moment de torsion ; - moment de flexion. 	3	3	
S3.6.3 – Relation contrainte-déformation <ul style="list-style-type: none"> • Loi de Hooke. 	3	3	
S3.6.4 – Sollicitations simples (traction - compression, torsion, flexion, cisaillement) <ul style="list-style-type: none"> • Contraintes normales, contraintes tangentielles. • Identification des paramètres géométriques d'un solide influant son comportement : <ul style="list-style-type: none"> - influence de l'orientation des sections ; - aires ; - moments quadratiques. • Déformation. • Condition de résistance : <ul style="list-style-type: none"> - coefficient de sécurité ; - limite élastique ; - limite de fatigue. 	3	3	<p><i>La détermination des moments quadratiques ne s'effectue que pour les formes simples en utilisant des formulaires.</i></p> <p><i>Les démonstrations ne sont pas incluses dans ces savoirs, elles découlent de la mise en œuvre de modeleurs volumiques.</i></p> <p><i>L'étude de flambement se limite à l'exploitation d'abaques ou de formules constructeurs.</i></p> <p><i>Les cas traités doivent rester simples.</i></p> <p><i>La discrétisation (en termes de taille et de type de maillage) du problème est donnée.</i></p> <p><i>Pour les cas simples (modèle poutre), la validation des résultats s'effectue par utilisation de formulaires ou à l'aide de logiciels de simulation.</i></p> <p><i>Pour les pièces ne relevant pas du modèle poutre, la validation des résultats exploite la simulation et/ou la mise en œuvre d'un logiciel volumique intégrant un module d'éléments finis.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Flambement. 	1	1	
<ul style="list-style-type: none"> • Sollicitations composées : <ul style="list-style-type: none"> - principe de superposition ; - flexion-traction / compression et flexion-torsion d'arbres de section circulaire ; - contrainte équivalente de Tresca et Von-Mises ; - critères de choix des contraintes équivalentes en lien avec le matériau. 	2	2	

S3.7 – Mécanique des fluides			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamique des fluides : <ul style="list-style-type: none"> - conservation de la masse : équation de continuité ; - théorème de Bernoulli ; - nombre de Reynolds : régimes laminaires ou turbulents ; - pertes de charges régulières et singulières ; - point de fonctionnement d'un circuit hydraulique. 	1	1	<i>Ces savoirs sont liés au travail collaboratif.</i>

S4. MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS

S4.1 – Structure et caractéristiques des matériaux			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
• Désignations normalisées et commerciales des matériaux.	3	3	Ces savoirs concernent les grandes familles de matériaux (matériaux et alliages métalliques, polymères, composites, céramiques) et plus particulièrement les désignations et caractéristiques des matériaux les plus employés (aciers et fontes, alliages d'aluminium et de cuivre, certains plastiques). L'utilisation d'outils d'aide au choix est privilégiée.
• Procédés de première transformation et matières premières.	2	2	
• Caractéristiques mécaniques : - module de Young et de Coulomb ; - coefficient de Poisson ; - résilience ; - dureté ; - limite élastique ; - limite de fatigue.	3	3	
• Caractéristiques physico-chimiques : masse volumique, conductibilité, résistance à la corrosion, formabilité, coulabilité, soudabilité.	3	3	
• Éléments d'addition et leurs influences sur les caractéristiques.	2	2	
• Essais mécaniques : - essai de traction uni-axial ; - essai de flexion ; - essai de dureté ; - essai de résilience ; - essai de fatigue.	3	3	

S4.2 – Domaine d'utilisation des matériaux et leurs traitements			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
• Domaines d'utilisation et tendances d'évolution (technologie des poudres, ajout de matière).	2	2	Il ne s'agit pas ici de savoirs exhaustifs. Il s'agit de posséder une connaissance et une compréhension des principes de ces traitements sur des cas typiques de pièces traitées sur lesquelles il est possible de conduire des essais de matériaux (essais de dureté et de traction) afin de comparer et d'illustrer les caractéristiques avant et après traitement d'une même pièce.
• Principes, effets et exigences des principaux traitements thermiques des aciers (trempé, revenu, recuit).	2	2	
• Principes, limites et performances des traitements de surface (par revêtements et dépôts, par conversion, par diffusion).	2	2	
• Principes, limites et performances des traitements mécaniques (grenailage, galetage, brunissage, sablage).	2	2	
• Pour tous ces traitements, incidence sur les procédés de transformation et d'assemblage ultérieurs.	3	3	

S4.3 – Interaction fonction / matériau – géométrie – procédé – coût			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
• Liens entre fonction technique, spécifications, procédé et matériau. • Démarche d'optimisation topologique (fabrication additive) collaborative avec le bureau d'études pour optimisation de la fonctionnalité. • Méthodes d'optimisation du choix « matériau-géométrie-procédé-coût » à l'aide d'un logiciel adapté connecté à	2	2	Ces savoirs sont liés au travail collaboratif.

une base de données : - choix des critères d'optimisation ; - méthodes d'optimisation graphique.		
--	--	--

S5. TECHNOLOGIE DES MÉCANISMES

S5.1 – Construction mécanique			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S5.1.1 – Solutions constructives associées aux liaisons			
• Nature des liaisons obtenues.	3	3	<i>Ce savoir est relatif à la conception des liaisons :</i> - assemblage démontable ; - assemblage permanent ; - guidage en rotation par glissement ; - guidage en rotation par éléments roulants ; - guidage en translation par glissement ; - guidage en translation par éléments roulants ; - rotulage ; - liaison hélicoïdale.
• Solutions classiques avec éléments standard éventuels.	2	2	
• Conditions et surfaces fonctionnelles (mise en position, maintien en position), influence sur la précision, la tenue aux efforts et la rigidité.	2	2	
• Lubrification.	2	2	
• Étanchéité.	2	2	
S5.1.2 – Éléments de transmission de puissance	2	1	<i>Ce savoir est relatif aux éléments de transmission de puissance avec transformation de mouvement pour une éventuelle utilisation dans la conception de porte-pièces spécifiques ou d'outillages d'assemblage comportant de tels éléments.</i>
S5.1.3 – Capteurs	2	2	<i>Ce savoir est relatif aux capteurs pour une éventuelle utilisation dans la conception de porte-pièces ou de porte-outils spécifiques, ou d'outillages comportant un ou des capteurs de :</i> - température ; - pression (air, eau, huile) ; - position ; - force.

S5.2 – Conception des porte-pièces et des outillages d'assemblage			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S5.2.1 – Cahier des charges d'un porte-pièce ou d'un outillage d'assemblage	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques (contexte) de l'étude : <ul style="list-style-type: none"> - pièce(s) à fabriquer ou ensemble de pièces à assembler ; - procédé concerné ; - coût prévisionnel, taille des lots, délai prévu. • Contraintes à respecter : <ul style="list-style-type: none"> - positionnement de la (ou des) pièce(s) ou de l'ensemble dans l'espace travail ; - maintien de la (ou des) pièce(s) ; - exigences liées à la pièce ou à l'ensemble (géométrie, spécifications de fabrication et/ou fonctionnelle, processus prévisionnel, accessibilité) ; - exigences imposées par le procédé (interfaçage, 			<i>La rédaction de tout ou partie du cahier des charges est nécessaire dans le cas d'une sous-traitance ou d'une co-traitance.</i>

<p>encombrement maxi, évacuations des effluents, sollicitations mécaniques) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - exigences du processus : cadences de production attendues, temps alloué à la reconfiguration du poste ; - contraintes économiques (budget alloué, délai) ; - contraintes de sécurité et d'environnement. 			
<p>S5.2.2 – Fonctions d'un porte-pièce ou d'un outillage d'assemblage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fonctions et solutions techniques associées : <ul style="list-style-type: none"> - liaison pièce(s) - porte-pièce ou pièce(s) - outillage d'assemblage ; - liaison machine - porte-pièce ou poste d'assemblage - outillage d'assemblage ; - maintien de la (ou des) pièce(s) sur le référentiel ; - spécificités des supports de fabrication en mode additif. • Contraintes techniques, économiques et organisationnelles : <ul style="list-style-type: none"> - données de définition de la pièce ou du sous-ensemble à produire (spécifications dimensionnelles et géométriques et/ou spécifications fonctionnelles, matériaux) ; - données relatives à la réalisation de la pièce ou à l'assemblage du sous-ensemble (extraites des documents de production) ; - données relatives au système de production (cadence, série, changement de production) ; - données relatives au poste de travail (type de machine, volume de travail, qualification de l'opérateur, outillage périphérique) ; - conditions d'utilisation du porte-pièce (sécurité, ergonomie) ; - continuité numérique pour l'optimisation du taux d'utilisation machine (posages à référence fixe sur l'ensemble des postes du processus). 	3	3	
<p>S5.2.3 – Solutions constructives d'un porte-pièce ou d'un outillage d'assemblage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Typologie : <ul style="list-style-type: none"> - porte-pièce dédié (spécifique, modulaire ou mixte) ; - porte-pièce polyvalent ; - outillage d'assemblage. 	3	4	<p><i>La connaissance des solutions standard permet de préconiser leur utilisation autant que possible (en apportant les modifications strictes nécessaires à l'adaptation au poste de travail).</i></p> <p><i>Savoirs nécessaires à l'analyse des solutions constructives (spécifiques, modulaires et polyvalentes) à l'aide des bases de données techniques et économiques.</i></p> <p><i>Savoirs limités aux solutions constructives relatives aux principes de mise en position les plus usités (appui plan prépondérant, centrage)</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Architecture générale des porte-pièces : <ul style="list-style-type: none"> - montage « à plat » ; - montage « en équerre » ; - montage « en panoplie » ; - montage « à multi-posage ». 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Équipements standard : <ul style="list-style-type: none"> - mandrins (à mors, à pinces, expansibles, spéciaux) ; - étaux ; - composants standard (appuis, bridages mécanique, pneumatique ou hydraulique) ; - plateau à vide ; - plateau magnétique ; - cas « spéciaux » : collage, plateau à gel ; - posages à référence fixe. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Relation pièce(s) - porte-pièce ou pièce(s) - outillage 	3	3	

<ul style="list-style-type: none"> d'assemblage : <ul style="list-style-type: none"> - mise en position (répétabilité, actions mécaniques transmissibles) ; - maintien en position (efficacité, accessibilité) ; - cas des pièces déformables ; - facilité et rapidité d'installation de la (ou des) pièce(s) ; - maintenabilité. 			<i>long prépondérant) et aux grandes familles de bridages (vis écrou, came, genouillère, actionneur hydraulique ou pneumatique).</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Relation machine - porte-pièce ou poste d'assemblage - outillage d'assemblage : <ul style="list-style-type: none"> - interfaçage avec la machine (mise en position et maintien en position) ; - rapidité de reconfiguration du poste de travail ; - alimentation en énergie si nécessaire. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Structure et stabilité du bâti (flexibilité de conception, standardisation des éléments constitutifs, rigidité, comportement vibratoire). 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Bases de données techniques et économiques. 	3	3	
<p>S5.2.4 – Relation solutions constructives d'un outillage avec les stratégies de production</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paramètres d'optimisation de la relation : <ul style="list-style-type: none"> - taux d'utilisation machine ; - équilibrage des temps technologiques ; - accessibilité des surfaces ; - optimisation des supports (additif) ; - critères économiques. 	3	3	<i>Ces savoirs permettent l'optimisation de l'utilisation des moyens à partir d'une association de solutions constructives.</i>

S5.3 – Conception des outils et porte-outils			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
<p>S5.3.1 – Fonctions d'un porte-outil</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fonctions et solutions techniques associées : <ul style="list-style-type: none"> - liaison outil - porte-outil ; - liaison machine - porte-outil. • Contraintes techniques, économiques et organisationnelles : <ul style="list-style-type: none"> - données relatives au corps d'outil et à la machine ; - conditions de fonctionnement (rigidité, réglages éventuels, équilibrage) ; - données relatives au système de production (cadence, changement de production). 	3	3	
<p>S5.3.2 – Solutions constructives d'un porte-outil</p> <ul style="list-style-type: none"> • Typologie : <ul style="list-style-type: none"> - porte-outil standard ; - porte-outil modulaire ; - porte-outil spécifique. • Matériel à disposition sur le marché <ul style="list-style-type: none"> - mandrins de perçage (classiques ou vibratoires) ; - mandrins de taraudages ; - porte-outils rotatifs et/ou à renvoi d'angle ; - systèmes modulaires. • Liaisons standard : <ul style="list-style-type: none"> - cylindrique (par frettage, par serrage hydraulique, à pince, par pression mécanique, à changement rapide) ; - conique ; 	3	3	

<ul style="list-style-type: none"> - prismatique. • Relation machine/porte-outil : <ul style="list-style-type: none"> - interfaçage avec la machine (VDI, HSK, cône, spécifique) ; - système d'entraînement pour porte-outils rotatifs. • Structure : <ul style="list-style-type: none"> - statique ; - rotatif ; - modulaire ; - à fonctionnalités particulières (anti-vibration, à accouplement rapide, alimenté en fluide de refroidissement, hydraulique, réglable, vibratoire). • Bases de données techniques et économiques. 			
<p>S5.3.3 – Outils</p> <ul style="list-style-type: none"> • Typologie : <ul style="list-style-type: none"> - outil coupant (de forme, multi-arêtes,) ; - électrodes ; - outils abrasifs. • Relation machine/outil des outils monoblocs : <ul style="list-style-type: none"> - attachements standard (VDI, HSK, cône, frettage) ; - attachement spécifique. • Relation porte-outil/outil des outils démontables : <ul style="list-style-type: none"> - mise en position ; - maintien en position. • Relation partie active/corps d'outil coupant : <ul style="list-style-type: none"> - amovible ; - monobloc ; - brasé. • Contraintes techniques, économiques et organisationnelles : <ul style="list-style-type: none"> - données relatives au porte-outil et/ou à la machine ; - conditions de fonctionnement (rigidité, équilibrage) ; - données relatives au système de production (cadence, changement de production). 	3	3	

S6. SPÉCIFICATION ET PROCESSUS DE CONTRÔLE

S6.1 – Spécification des produits			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
<p>S6.1.1 – Écarts entre la pièce réelle et le modèle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Défauts des surfaces : <ul style="list-style-type: none"> - dimensionnels ; - géométriques ; - micro-géométriques ; • Défauts de structure : <ul style="list-style-type: none"> - liés au matériau (composition, homogénéité) ; - relatifs aux caractéristiques mécaniques (dureté, limites et modules). • Défauts de structure des matériaux en fabrication additive. 	3	3	<i>En lien avec le chapitre S4-1 Structure et caractéristiques des matériaux.</i>
<p>S6.1.2 – Expression normalisée des tolérances</p> <ul style="list-style-type: none"> • Type de tolérancement : 	3	3	<i>L'identification des zones d'écart tolérées et plus généralement la lecture des spécifications doit être complètement maîtrisée.</i>

<ul style="list-style-type: none"> - dimensionnel ; - par zones ; - par gabarits. • Tolérances géométriques : forme, orientation, position et battement. • Éléments spécifiés. • Éléments de référence et références spécifiées. • Tolérances projetées. • Interdépendance dimensions - géométrie. • Exigences d'enveloppe, de maximum et minimum de matière. • Conditions d'état libre. • Spécifications d'état de surface. • Tolérances générales. 			
S6.1.3 – Démarche de détermination des spécifications d'un produit <ul style="list-style-type: none"> • Fonctions mécaniques et surfaces influentes. • Conditions de fonctionnement et de montage (jeux, ajustements, chaîne géométrique des contacts). 	3	3	<i>Savoir limité aux spécifications d'aptitude à l'emploi des outils, porte-outils et porte-pièces, ainsi qu'à la détermination des spécifications de fabrication.</i> <i>En lien avec le chapitre S8.4-1 Choix et détermination des spécifications de fabrication et au chapitre S5.2-2 Fonctions d'un porte-pièce ou d'un outillage d'assemblage</i>

S6.2 – Instruments, outillages et protocoles de contrôle			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S6.2.1 – Dispersion et erreurs de mesurage <ul style="list-style-type: none"> • Typologie des erreurs de mesurage : justesse, répétabilité et reproductibilité. • Causes d'erreur. 	3	3	
S6.2.2 – Caractéristiques et technologie des instruments de contrôle <ul style="list-style-type: none"> • Instruments : <ul style="list-style-type: none"> - conventionnels ; - tridimensionnels ; - d'états de surface ; - optiques et laser. • Résolution, mode opératoire, étalonnage et fiche de vie. 	3	3	
S6.2.3 – Relation métrologie et tolérancement normalisé <ul style="list-style-type: none"> • Matrice GPS. • Extraction et critères d'association. • Référentiel de mesure. • Protocoles de contrôle associés à : <ul style="list-style-type: none"> - la métrologie au marbre ; - la métrologie tridimensionnelle ; - la métrologie optique ; - les contrôles d'état de surface ; - les solutions de numérisation 3D ; - les contrôles non-destructifs ; - les contrôles des caractéristiques mécaniques et de santé-matière. 	3	3	<p>En lien avec le chapitre S8.1-3 Définition des processus de contrôle.</p> <p>En lien avec le chapitre S4-1 Structure et caractéristiques des matériaux</p>
S6.2.4 – Technologie des montages de contrôle <ul style="list-style-type: none"> • Standard. • Modulaires. 	2	3	

<ul style="list-style-type: none"> • À référence fixe. • Dédiés. • Mixtes. • Gabarits virtuels. 			
---	--	--	--

S6.3 – Typologie des contrôles

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S6.3.1 – Les processus de contrôle <ul style="list-style-type: none"> • Contrôle par attribut ou par mesurage. • Contrôle des échantillons initiaux, contrôle final ou en cours de fabrication. • Contrôle à 100% ou par échantillonnage. • Autocontrôle ou intervention du service qualité. 	3	3	
S6.3.2 – Documents d'exploitation <ul style="list-style-type: none"> • Rapports et procès-verbaux de contrôle. • Documents de traçabilité. • Aspects normatifs (certification, rattachement au Bureau National de Métrologie). 	3	3	

S6.4 – Qualification des processus de contrôle

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> • Méthodes de détermination des incertitudes de mesurage (méthodes R&R et méthodes rapides d'estimation). 	2	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Capabilité des processus de contrôle. 	1	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque et facteur d'élargissement. 	1	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Méthode de mise sous surveillance et contrôle statistique. 	1	3	

S7. TECHNOLOGIE DES PROCÉDÉS

S7.1 – Procédés de génération de volumes (première transformation)

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S7.1.1 – Élaboration des pièces métalliques			
S7.1.1.1 – Définition des procédés <ul style="list-style-type: none"> • Principe physique associé aux procédés (fonderie, déformation, mise en œuvre des poudres). 	2	2	<i>En lien avec les chapitres S2.3 Outils de conception et de représentation et S4.3 Interaction fonction / matériau-géométrie-procédé-coût.</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Principe et caractéristiques des outillages. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Incidences sur le matériau et sur les procédés de transformations ultérieurs. 	2	2	
<ul style="list-style-type: none"> • Différentes fonctions des outillages. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Relation outillage - machine de production. 	2	2	
<ul style="list-style-type: none"> • Influence des conditions de mise en œuvre sur le produit obtenu 	3	3	
S7.1.1.2 – Particularités des procédés additifs <ul style="list-style-type: none"> • Incidence sur la structure du matériau. • Incidence sur la structure de la pièce. • Limites, performances (matériaux, formes et précisions réalisables, supports de construction) et coûts. 	3	3	

<ul style="list-style-type: none"> • Paramètres de gestion de l'intérieur de la pièce (en lien avec la fonctionnalité pour l'optimisation poids, quantité matière utilisée, temps de réalisation). • Machines hybrides : coordination des procédés d'ajout et d'enlèvement de matière. • Machines et équipements. • Paramètres des fichiers CAO de prototypage (formats, discrétisation, textures). • Post traitements. 			En lien avec le chapitre S2.1 Concept de chaîne numérique
S7.1.2 – Élaboration des pièces en polymères			
S7.1.2.1 – Définition des procédés			
<ul style="list-style-type: none"> • Principe physique associé aux procédés. 	2	2	
<ul style="list-style-type: none"> • Principe et caractéristiques des outillages. 	2	2	
<ul style="list-style-type: none"> • Incidences sur le matériau et sur les procédés de transformation et d'assemblage ultérieurs éventuels. 	2	2	En lien avec les chapitres S2.3 Outils de conception et de représentation et S4.3 Interaction fonction / matériau-géométrie-procédé-coût.
<ul style="list-style-type: none"> • Différentes fonctions des outillages. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Relation outillage - machine de production. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Influence des conditions de mise en œuvre sur le produit obtenu 	3	3	
S7.1.2.2 – Particularités des procédés additifs			
<ul style="list-style-type: none"> • Incidence sur la structure du matériau. • Incidence sur la structure de la pièce. • Limites, performances (matériaux, formes et précisions réalisables, supports de construction) et coûts. • Paramètres de gestion de l'intérieur de la pièce (en lien avec la fonctionnalité pour l'optimisation poids, quantité matière utilisée, temps de réalisation). • Machines et équipements. • Paramètres des fichiers CAO de prototypage (formats, discrétisation, textures). 	3	3	En lien avec le chapitre S2.1 Concept de chaîne numérique

S7.2 – Procédés de génération de surfaces (deuxième transformation)			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S7.2.1 – Définition des procédés			
<ul style="list-style-type: none"> • Principe physique associé aux procédés (mécaniques, électrolytiques, thermoélectriques, chimiques). • Limites, performances (matériaux, formes et précisions réalisables) et coûts. 	2	2	
S7.2.2 – Enlèvement de matière par cisaillement			
<ul style="list-style-type: none"> • Formation du copeau : Modélisation en cisaillement plan et cisaillement catastrophique (Usinage Grande Vitesse). 	2	2	
<ul style="list-style-type: none"> • Écoulement du copeau : Typologie de copeaux, fragmentation, foisonnement, incidence sur le processus de coupe. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> • Contraintes du procédé d'usinage : Couple outil-matière, morphologie de la pièce, géométrie de l'entité à usiner, qualités géométriques et d'état de surface attendues, contraintes de production (taille des lots, cadences, coûts). 	3	3	

<ul style="list-style-type: none"> 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. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> Méthodes d'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. 	2	3	
<ul style="list-style-type: none"> 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-outil (liaisons démontables normalisées, conception monobloc), liaison entre le porte-outil et la machine. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> Géométrie de la partie active : Surfaces et arêtes, angles caractéristiques, brise-copeaux, préparation d'arête. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> 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). 	3	3	
S7.2.3 – Enlèvement de matière autre que par cisaillement (abrasion, découpage, électroérosion, électrochimie) <ul style="list-style-type: none"> Principe de génération des surfaces. Paramètres d'influence. Paramètres de réglage. Contraintes et incidences du procédé. Méthodes d'optimisation des paramètres Limites de performance. Technologie des outils (structure- liaisons machine-géométrie de la partie active). Technologie des machines, des outillages et des équipements. 	3	2	<p><i>Ce chapitre définit des savoirs. Les savoir-faire à acquérir sont liés au contexte industriel local.</i></p>

S7.3 – Procédés de génération de volumes (deuxième transformation)

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> Principe physique associé aux procédés. Principe et caractéristiques des outillages. Incidences sur le matériau et sur les procédés de transformations ultérieurs. Différentes fonctions des outillages. Relation outillage - machine de production. Influence des conditions de mise en œuvre sur le produit obtenu. 	2	2	<p><i>Procédés concernés par ce savoir : déformation plastique des tôles, procédés d'obtention de pièces composites et polymères autre que celles obtenues par le procédé d'injection plastique.</i></p>

S7.4 – Machines

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S7.4.1 – Caractéristiques des machines de production <ul style="list-style-type: none"> Axes : Système d'axe des machines. 	3	3	<p><i>Ces savoirs s'appliquent aux machines associées aux procédés du chapitre S7.2 et S7.3</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> Structures : architecture en chaîne série ou parallèle, technologie des principaux constituants d'un axe numérique. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> Relation pièce – machine : incidence de la morphologie de 	3	3	

la pièce à réaliser sur l'architecture de la machine, critères technico-économiques de choix.			
<ul style="list-style-type: none"> Modélisation géométrique d'une machine : Repères associés aux mobiles, dimensions caractéristiques des ensembles constituant l'architecture de la machine, écarts entre le modèle géométrique et la machine réelle. 	3	3	
<ul style="list-style-type: none"> Limites et performances des machines. 	2	2	
<ul style="list-style-type: none"> Indications fournies par le constructeur, mise en évidence des limites par expérimentation. 	2	2	
S7.4.2 – Environnement des machines de production <ul style="list-style-type: none"> Équipements destinés à la préparation des ensembles outil - porte-outil. Éléments de convoyage (chargement et déchargement pièce, outil et matière). Équipements de transitique et de robotique. 	3	3	

S7.5 – Assemblage et parachèvement

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S7.5.1 – Procédés d'assemblage <ul style="list-style-type: none"> Principe physique associé au procédé. Principe des outillages. Limites, performances (matériaux, formes et précisions réalisables) et coûts. Incidences sur le matériau et sur les procédés de transformation et de traitement ultérieurs éventuels. 	3	3	Procédés concernés par ce savoir : vissage, boulonnage, rivetage, goupillage, clavetage, collage, frettage, sertissage, clinchage, soudage, brasage, surmoulage.
S7.5.2 – Procédés de finition <ul style="list-style-type: none"> Principe physique associé au procédé. Limites, performances (matériaux, formes et précisions réalisables) et coûts. Incidences sur le matériau et sur les procédés de transformation et de traitement ultérieurs éventuels. Incidences des post-traitements après les procédés additifs. 	2	2	Procédés concernés par ce savoir : - peinture et marquage, - polissage et texturation (gravure laser, attaque chimique), - anodisation, chromage, métallisation et galvanisation.

S8. CONCEPTION DE PROCESSUS DE RÉALISATION

S8.1 – Stratégies

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S8.1.1 – Élaboration d'avant-projets <ul style="list-style-type: none"> Entités de volumes et surfaces générés : <ul style="list-style-type: none"> formes ; procédés ; moyens. Méthodes de regroupement d'entités en fonction : <ul style="list-style-type: none"> de la cinématique des moyens de production ; des outils ou outillages retenus. Ordonnancement des regroupements. Organisation stratégique pour enchaînement soustractif - additif (<i>machines hybrides</i>) Méthodes d'intégration dans le processus de fabrication : 	4	4	

<ul style="list-style-type: none"> - des phases de traitements thermiques ; - des phases de montage partiel ; - des formes ajoutées à l'aide d'un procédé additif. • Nomenclature de l'avant-projet. 			
<p>S8.1.2 – Définition du processus détaillé</p> <ul style="list-style-type: none"> • Éléments de définition d'une phase : <ul style="list-style-type: none"> - machine retenue ; - technologie de mise en position et de maintien de la pièce ou de génération de la pièce par les procédés additifs ; - cotes et spécifications de fabrication ; - chronologie des opérations de fabrication ; - chronologie des opérations d'assemblage (Graphe de montage) ; - création ou optimisation des supports de construction (<i>fabrication additive</i>). • Définition des paramètres de réglage : <ul style="list-style-type: none"> - référentiels (machine, pièces et programmes) ; - caractéristiques dimensionnelles des maillons de la chaîne vectorielle associée à la boucle machine ; - trajectoires de l'élément générateur et programme de pilotage ; - balancement de la pièce en lien avec ses fonctions techniques ; - éprouvettes multidirectionnelles (<i>pour validation des caractéristiques matériaux générés</i>). • Documents de production (usinage ou assemblage d'un produit). 	4	4	
<p>S8.1.3 – Définition du processus de contrôle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Éléments de définition d'une phase de mesurage sur MMT : <ul style="list-style-type: none"> - choix de la machine ; - technologie de mise en position et de maintien de la pièce ; - chronologie des opérations du processus de contrôle (palpage, repérage, éléments construits, traitement). • Éléments de définition d'une phase de mesurage traditionnel : <ul style="list-style-type: none"> - moyens retenus ; - chronologie du processus de contrôle ; - respect des conditions de mise en œuvre ; - contrôle des caractéristiques mécaniques du matériau généré (<i>fabrication additive</i>). 	4	4	<p><i>En lien avec les chapitres S6.4, S6.5 et S6.6 relatifs aux instruments, outillages et protocoles de contrôle, à la typologie des contrôles ainsi qu'à la qualification de ces processus.</i></p>

S8.2 – Paramètres de génération des entités			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> • Critères de choix des outils et outillages et des paramètres de mise en œuvre. • Outils logiciels pour le choix et la détermination des grandeurs techniques : effort de coupe, déformations, conditions de coupe, régimes d'usinage par étincelage, temps de fabrication en utilisant des bases de données des constructeurs ou fournisseurs ou des logiciels spécifiques. 	4	4	

S8.3 – CFAO			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S8.3.1 – Chaîne numérique • Modèles, formats d'échange associés, traçabilité.	3	3	<i>En lien avec le chapitre S2.1 relatif au concept de chaîne numérique</i>
S8.3.2 – Exploitation d'un logiciel de CFAO • Outils logiciels pour : - la détermination des trajectoires outils et la génération des programmes de pilotage des moyens de production et de contrôle ; - l'élaboration et l'édition des documents de fabrication ; - la simulation des moyens de production en vue de valider les solutions retenues ; - la génération de la matière pièce et la construction des supports de construction.	3	4	

S8.4 – Qualification des processus			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S8.4.1 – Choix et détermination des spécifications de fabrication • Expression des spécifications dimensionnelles et géométriques de fabrication dans le respect des normes de tolérancement (cotes de brut et cotes fabriquées). • Méthode d'évaluation des cotes fabriquées et des cotes de brut.	4	4	<i>En lien avec les chapitres S6.1 et S6.2 relatifs à la spécification des produits.</i>
S8.4.2 – Aptitude des moyens de production • Indicateurs de performance (capabilité, coefficients d'aptitude) • Paramétrage du moyen de production en fabrication additive (<i>à partir d'échantillons de calibration</i>).	3	3	

S8.5 – Méthodes d'expérimentation			
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S8.5.1 – Choix d'une méthode • Définition du protocole d'essais : - description du contexte et des conditions ; - essais réels ou simulés ; - étapes (préparation - expérimentation - évaluation). • Plans d'expérience : - plan complet - fractionnaire ; - définition de la réponse à optimiser ; - définition des paramètres, des facteurs ; - définition de la table ; - définition des niveaux.	2	2	<i>Pour les essais par les plans d'expérience, on se limite aux cas simples mettant en œuvre des méthodes permettant de sélectionner et d'ordonner les essais afin d'identifier, à moindres coûts, les effets des paramètres sur la réponse du produit.</i>
S8.5.2 – Paramètres influents • Éléments d'influence : - choix des paramètres ; - hiérarchisation des paramètres.	3	3	
S8.5.3 – Outils logiciels • Outils logiciels pour la simulation des efforts de coupe, des couples, des flexions – outil, pièce - et des vibrations	3	3	

d'usinage.			
<ul style="list-style-type: none"> • Rapports et procès-verbaux d'essai. • Documents de traçabilité. 			

S8.6 – Estimation des coûts des processus

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
<ul style="list-style-type: none"> • Aspects technico-économiques : <ul style="list-style-type: none"> - coûts d'achat des matières et composants ; - coûts liés aux équipements (machines, outillages et outils) ; - coûts de production ; - coûts de revient ; - coûts de sous-traitance ; - coûts de transport. 	3	3	

S9. GESTION DE PRODUCTION, QUALITÉ

S9.1 – Planification - Ordonnancement

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S9.1.1 – Planification <ul style="list-style-type: none"> • Temps de production. • Contraintes de gestion : processus, opérations. • Ressources matérielles, sous-traitance. • Taux de charge. • Planification : aléas, des niveaux de priorité, pénalités de retard. • Outils de simulation de la production : ordres de passage production au plus tôt, au plus tard, au juste à temps, planification. • Diagrammes d'analyse temporelle : Diagramme Pert, Gantt, 	3	3	
S9.1.2 – Ordonnancement <ul style="list-style-type: none"> • Méthodes de calcul des besoins et d'ajustement des charges. • Méthodes de calcul du taux de charge, diagramme de charge. • Méthode d'optimisation d'un programme de production : priorités. 	3	3	<i>Ces savoirs doivent permettre de justifier des choix.</i>
S9.1.3 – Outils d'amélioration de la productivité <ul style="list-style-type: none"> • Indicateurs de productivité. • Lean Manufacturing. 	3	3	<i>Savoirs liés avec « amélioration continue » dans S9.4.2 – Démarches d'amélioration et de suivi de la qualité : SMED, TRM, HOSHIN, KANBAN, 5S.</i>

S9.2 – Suivi

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Option		Commentaires
	a	b	
S9.2.1 – Suivi du planning de production <ul style="list-style-type: none"> • Indicateurs de production : charge planifiée, charge produite. • Taux de Rendement Synthétique. • Procédures d'ajustement. 	3	3	

S9.2.2 – Outils de suivi de Production <ul style="list-style-type: none"> • Gestion intégrée. • Outils de calcul de temps. • Planning de suivi. • Outils de suivi de processus en temps réel pendant la fabrication (<i>fabrication additive</i>). (<i>Ces outils sont en cours de développement au moment de l'écriture des savoirs du référentiel</i>). 	2	3	Savoir limité aux connaissances nécessaires à l'utilisation ou à l'exploitation de données issues de : <ul style="list-style-type: none"> - logiciel de gestion intégré (« ERP ») ; - calcul de temps (logiciel) ; - logiciel de planning.
--	---	---	---

S9.3 – Organisation de la production			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S9.3.1 – Généralités <ul style="list-style-type: none"> • Gammes linéaires et non linéaires. • Nomenclature produit ou famille. • Stockage, emballage. • Logiciels de GPAO. 	2	2	
S9.3.2 – Gestion des flux matériels <ul style="list-style-type: none"> • Enjeux de la logistique. • Approvisionnement (Sourcing). • Fournisseurs, sous-traitants. • Transporteur. • Emballage, suremballage. 	2	2	
S9.3.3 – Gestion des flux d'informations <ul style="list-style-type: none"> • Information par courriel. • Intranet. • Application sur mobile. • Traçabilité des produits. 	2	2	
S9.3.4 – Gestion de Stock <ul style="list-style-type: none"> • Indicateurs. • Types de stocks: stock moyen, stock d'alerte. • Coûts de passation de commande, de stockage. 	2	2	

S9.4 – Qualité			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S9.4.1 – Concept et enjeux de la qualité <ul style="list-style-type: none"> • Concepts de la qualité. • Enjeux économiques, technologiques, juridiques et sociaux. • Organisation et système qualité. 	2	2	<i>Ce savoir permet de définir la qualité (norme ISO en vigueur) et d'appréhender les effets de la politique qualité dans l'entreprise, les relations clients-fournisseurs, les principes de management de la qualité (approche processus) et le rôle du service qualité</i>
S9.4.2 – Démarches d'amélioration et de suivi de la qualité <ul style="list-style-type: none"> • Outils et logiciels de traitement et présentation des données. • Tableaux à plusieurs entrées, matrices multicritères. • Outils d'analyse, d'aide à la décision et de résolution de problèmes. • Traitement statistique et graphique. • Principes de l'amélioration continue. • Plan d'amélioration de la qualité. • Outils d'aide à l'amélioration continue de la qualité. 	2	2	L'utilisation d'un tableur est suffisante. Outils d'analyse limités à la liste ci-dessous : <ul style="list-style-type: none"> - les remue-méninges ; - l'acquisition de données (QOQCP) ; - le diagramme causes-effet (approche 5M) ; - les cartes de maîtrise du processus ; - les indicateurs de maîtrise du processus (capabilité court terme et long terme). Outils d'amélioration continue limités à : PDCA ; Kaizen ; Lean Manufacturing. Le traitement des non-conformités

<ul style="list-style-type: none"> Coût de la qualité et de la non-qualité. 			
S9.4.3 – Normes et référentiels <ul style="list-style-type: none"> Normes en vigueur relatives au domaine QSE. Relation entre les normes du QSE. Certification. Normes relatives à la fabrication additive. 	1	1	<i>Savoir limité :</i> <ul style="list-style-type: none"> à la constitution et la relation entre les normes relatives au domaine QSE (ISO 9000, 14000) ; aux types de certification ; aux modèles de certification de produit (CE) ; aux modèles de certification d'organismes (ISO).

S10. SÉCURITÉ, ERGONOMIE ET ENVIRONNEMENT

S10.1 – Sécurité au travail

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S10.1.1 – Aspects réglementaires et institutionnels <ul style="list-style-type: none"> Définitions : sécurité, prévention, accident du travail, maladie professionnelle, maladie à caractère professionnel. Organismes : <ul style="list-style-type: none"> agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT) ; assurance Maladie Risques Professionnels (Branche Accidents du Travail et Maladies Professionnelles) ; institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 	2	2	
S10.1.2 – Risques professionnels <ul style="list-style-type: none"> Liés à l'activité physique. Liés à l'utilisation des machines et des outillages. Liés aux activités de levage et manutention. Liés aux circulations. Liés aux origines électriques. Liés aux ambiances chimiques, biologiques et aux rayonnements. Liés à l'utilisation des poudres : déflagration, granulométrie (<i>fabrication additive</i>). 	2	2	<i>Ces savoirs correspondent à ceux de la préparation au PRAP (Prévention des Risques liés à l'Activité Physique).</i>
S10.1.3 – Prévention <ul style="list-style-type: none"> Réglementation : principes généraux de prévention des lois en vigueur. Décrets et circulaires des directions du travail, Document unique. Démarche de prévention : <ul style="list-style-type: none"> démarche d'analyse des accidents ; démarche de maîtrise des risques ; démarche ergonomique. 	2	2	<i>Ces savoirs correspondent à ceux de la préparation au PRAP (Prévention des Risques liés à l'Activité Physique).</i>

S10.2 – Ergonomie des postes de travail

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S10.2.1 – Généralités <ul style="list-style-type: none"> Cadre légal, réglementation en vigueur. Consignes générales : espaces libres. Anatomie : Positions naturelles du corps – Postures forcées. Effets des changements de posture, activité assis - debout. 	2	2	

<ul style="list-style-type: none"> • Environnement du poste (bruit - climat). • Lumière naturelle - artificielle. 			
S10.2.2 – Étapes de l'analyse ergonomique du poste de travail <ul style="list-style-type: none"> • Constitution des groupes de pilote et de travail. • Analyse ergonomique du poste de travail « agent de service ». • Démarche d'élaboration d'un plan d'action. • Rapport d'intervention. 	2	2	<i>Savoir mobilisé lors d'études de cas extraits de situations industrielles.</i>

S10.3 – Environnement			
Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S10.3.1 – Développement durable <ul style="list-style-type: none"> • Concept, enjeux et valeurs fondamentales associées. • Protocole de Kyoto. • Principes : précaution, prévention, responsabilisation, contribution et solidarité. • Responsabilité sociétale des entreprises. • Écoconception, Écolabel, Écoproduit. • Réglementations européenne et française. • Concepts d'une économie circulaire. 	2	2	
S10.3.2 – Protection de l'environnement <ul style="list-style-type: none"> • Institutions et organismes (ADEME, l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie INERIS Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques). • Réglementations. • Risques industriels. • Impact environnemental. • Système de management de l'environnement (SME). • Système de management et d'audit environnemental (EMAS). • Responsabilité sociétale : Norme ISO 26000. 	1	1	
S10.3.3 – Transition énergétique <ul style="list-style-type: none"> • Concept, enjeux. • Réglementations européenne et française. • Démarche de réduction de la consommation énergétique (des bâtiments, des machines). • Circuits courts de consommation. 	2	2	
S10.3.4 – Gestion des déchets <ul style="list-style-type: none"> • Nature des déchets. • Précautions liées au stockage, au tri, à la destruction, au recyclage (valorisation, compostage). 	2	2	
S10.3.5 – Gestion des produits chimiques <ul style="list-style-type: none"> • Nature des produits chimiques. • Normes d'identification (FDS). • Règles de stockage. 	2	2	

S11. DÉMARCHES DE MISE EN ŒUVRE DE PROCESSUS

S11.1 – Cinématiques et procédés particuliers, démarches de mise en œuvre associées

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S11.1.1 – Machines multiaxes et multifonctions <ul style="list-style-type: none"> Contextes de production et intérêts des cinématiques multiaxes et multifonctions (fonctions, performances, domaines d'application). Démarches d'optimisation technico-économiques des processus mettant en œuvre ces cinématiques. 	3	3	<i>Dans le cas du décolletage ou de machines multifonctions, les savoirs visent à présenter l'intérêt des groupements d'opérations simultanées ou de la mise en œuvre des vitesses différentielles. En lien avec le chapitre S8</i>
S11.1.2 – Machines à 5 axes continus <ul style="list-style-type: none"> Géométrie machine (<i>berceau, portique</i>) Courses - trajectoires usinées. Impacts sur les choix de géométries d'outils et influence des corrections sur le processus. Influence des solutions de prise de pièces. Méthodes de pilotage et passage du repère pièce au repère machine. 	3	3	
S11.1.3 – Structures sérielles et parallèles <ul style="list-style-type: none"> Caractéristiques et intérêts technico-économiques des différentes solutions cinématiques. Repère articulaire et notion de singularité. 	2	2	
S11.1.4 – Usinage Grande Vitesse <ul style="list-style-type: none"> Démarches et solutions d'optimisation du TOME (Triplet Outil-Matière-Environnement) et influences sur : <ul style="list-style-type: none"> les conditions vibratoires ; les conditions de coupe. 	3	3	<i>Ces savoirs concernent les méthodes (détermination du couple outil-matière, des lobes de stabilité) permettant d'optimiser les paramètres de fonctionnement par l'utilisation d'équipements adaptés (banc d'équilibrage, frettage, solutions adaptées de liaisons porte-outil - broche machine...). En lien avec le chapitre S7</i>
S11.1.5 – Démarches permettant la génération d'une trajectoire corrigée <ul style="list-style-type: none"> En amont du directeur de commande, par la post-procession. Par activation de fonctions spécifiques au directeur de commande. Méthodes de simulation code ISO. 	3	3	<i>Il ne s'agit pas d'un savoir exhaustif des possibilités mais la connaissance des solutions courantes des constructeurs (Exemples : les fonctions d'anticipation de trajectoire, les modes RTCP, TRAORI).</i>

S11.2 – Démarches particulières de contrôle des processus

Savoirs, connaissances <i>(concepts, notions, méthodes)</i>	Option		Commentaires
	a	b	
S11.2.1 – Contrôle de géométrie <ul style="list-style-type: none"> Impacts des défauts géométriques des machines sur les performances obtenues. Méthodes de contrôle et de suivi des géométries des machines : <ul style="list-style-type: none"> contrôle par réalisation de pièce-type ; mesures de trajectoires par ballbar ; contrôle processus en temps réel. 	2	2	
S11.2.2 – Analyses vibratoires <ul style="list-style-type: none"> Suivi de performance par sonnage de broche. Démarche d'optimisation de processus par analyse fréquentielle. 	2	2	

S12. CULTURE GÉNÉRALE ET EXPRESSION

L'enseignement du français dans les sections de techniciens supérieurs se réfère aux dispositions de l'arrêté du 16 novembre 2006 (BOEN n° 47 du 21 décembre 2006) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel de capacités du domaine de la culture générale et expression pour le brevet de technicien supérieur.

S13. LANGUE VIVANTE OBLIGATOIRE – ANGLAIS

L'enseignement des langues vivantes dans les sections de techniciens supérieurs se réfère aux dispositions de l'arrêté du 22 juillet 2008 (BOESR n° 32 du 28 août 2008) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel de capacités du domaine des langues vivantes pour le brevet de technicien supérieur.

1. Le niveau exigible en fin de formation

Le niveau visé est celui fixé dans les programmes pour le cycle terminal (BO hors série n°7 du 28 août 2003) en référence au *Cadre européen commun de référence pour les langues* (CECRL) : le niveau B2 pour l'anglais ; le niveau B1 pour la langue vivante étrangère facultative.

Dans le CECRL, le niveau B2 est défini de la façon suivante :

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

2. Les contenus

Pour une présentation détaillée des objectifs, des contenus et des activités langagières aux niveaux B1 et B2 (« *Programme et définition d'épreuve de langue vivante étrangère dans les brevets de technicien supérieur relevant du secteur industriel* »), voir l'arrêté du 22 juillet 2008 et ses annexes.

2.1. Grammaire

Au niveau B2, un étudiant a un assez bon contrôle grammatical et ne fait pas de fautes conduisant à des malentendus.

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

2.2. Lexique

La compétence lexicale d'un étudiant au niveau B2 est caractérisée de la façon suivante.

Étendue : possède une bonne gamme de vocabulaire pour des sujets relatifs à son domaine et les sujets les plus généraux ; peut varier sa formulation pour éviter des répétitions fréquentes, mais des lacunes lexicales peuvent encore provoquer des hésitations et l'usage de périphrases.

Maîtrise : l'exactitude du vocabulaire est généralement élevée bien que des confusions et le choix de mots incorrects se produisent sans gêner la communication.

Dans cette perspective, on réactivera le vocabulaire élémentaire de la langue de communication afin de doter les étudiants des moyens indispensables pour aborder des sujets généraux.

C'est à partir de cette base consolidée que l'on pourra diversifier les connaissances en fonction notamment des besoins spécifiques de la profession, sans que ces derniers n'occultent le travail indispensable concernant l'acquisition du lexique plus général lié à la communication courante.

2.3. Éléments culturels

Outre les particularités culturelles liées au domaine professionnel (écriture des dates, unités monétaires, abréviations, heure, sigles, code vestimentaire, modes de communication privilégiés, vie des entreprises), le technicien supérieur doit montrer une connaissance des pays dont il étudie la langue. La connaissance des pratiques sociales et des contextes économiques et politiques est indispensable à une communication efficace, qu'elle soit limitée ou non au domaine professionnel.

2.4. Objectifs de l'enseignement technologique en langue vivante étrangère (ETLV)

- dans le prolongement du cours d'anglais, poursuivre le travail sur les activités langagières en les appliquant au domaine professionnel spécifique à la section et aux gestes techniques en contexte ;
- assurer une veille documentaire par la fréquentation de la presse ou de sites d'informations scientifiques ou généralistes en langue anglaise et placer ainsi le domaine professionnel de la section dans une perspective complémentaire : celle de la culture professionnelle et de la démarche scientifique (parallèle ou concurrente) des pays anglophones.

S14. MATHÉMATIQUES

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieur ingénierie des procédés avancés de production se réfère aux dispositions figurant aux annexes I et II de l'arrêté du 4 juin 2013 fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur.

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

I – Lignes directrices

Objectifs spécifiques à la section

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

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

Enfin la connaissance de quelques méthodes statistiques pour contrôler la qualité d'une fabrication 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 cinq pôles :

- une étude des fonctions usuelles, c'est-à-dire exponentielles, puissances et logarithme dont la maîtrise est nécessaire à ce niveau ;
- la résolution d'équations différentielles dont on a voulu marquer l'importance, en relation avec les problèmes d'évolution ;
- la résolution de problèmes géométriques rencontrés dans les divers enseignements, y compris en conception assistée par ordinateur ;
- 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

En première et en deuxième année, l'horaire hebdomadaire est de 2 heures en classe entière (dont une demi-heure en co-intervention) + 1 heure de travaux dirigés.

II - Programme

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

- **Fonctions d'une variable réelle**, à l'exception des paragraphes « *Approximation locale d'une fonction* » et « *Courbes paramétrées* ».
- **Calcul intégral**, à l'exception du paragraphe « *Formule d'intégration par parties* ».
- **Équations différentielles**.

- **Statistique descriptive.**
- **Probabilités 1.**
- **Probabilités 2**, à l'exception du paragraphe « *Exemples de processus aléatoires* ».
- **Statistique inférentielle**
- **Configurations géométriques.**
- **Calcul vectoriel.**

III - Programme complémentaire

Le programme complémentaire ne fait pas l'objet d'une évaluation et peut être enseigné durant les heures d'accompagnement personnalisé de deuxième année.

Cet apport est un approfondissement qui peut être utile aux étudiants souhaitant des compléments spécifiques de modélisation géométrique et de calcul matriciel.

- **Modélisation géométrique**
- **Calcul matriciel**

S15. PHYSIQUE – CHIMIE

Préambule

L'enseignement de la physique-chimie en STS **ingénierie des procédés avancés de production**, s'appuie sur la formation scientifique acquise dans le second cycle. Il vise à renforcer la maîtrise de la démarche scientifique afin de donner à l'étudiant l'autonomie nécessaire pour réaliser les tâches professionnelles qui lui seront proposées dans son futur métier et agir en citoyen responsable. Cet enseignement vise l'acquisition ou le renforcement chez les futurs techniciens supérieurs des connaissances, des modèles physiques et des capacités à les mobiliser dans le cadre de leur exercice professionnel. Il doit leur permettre de faire face aux évolutions technologiques qu'il rencontrera dans sa carrière et s'inscrire dans le cadre d'une formation tout au long de la vie.

Les compétences propres à la démarche scientifique doivent permettre à l'étudiant de prendre des décisions éclairées et d'agir de manière autonome et adaptée. Ces compétences nécessitent la maîtrise de capacités qui dépassent largement le cadre de l'activité scientifique :

- confronter ses représentations avec la réalité ;
- observer en faisant preuve de curiosité ;
- mobiliser ses connaissances, rechercher, extraire et organiser l'information utile fournie par une situation, une expérience ou un document ;
- raisonner, démontrer, argumenter, exercer son esprit d'analyse.

Le programme de physique-chimie est organisé en deux parties :

- dans la première partie sont décrites les compétences que la pratique de la **démarche expérimentale** permet de développer. Ces compétences et les capacités associées seront exercées et mises en œuvre dans des situations variées tout au long des deux années en s'appuyant sur les domaines étudiés décrits dans la deuxième partie du programme. Leur acquisition doit donc faire l'objet d'une programmation et d'un suivi dans la durée ;
- dans la deuxième partie sont décrites les **connaissances et capacités** qui sont organisées en deux colonnes : à la première colonne « notions et contenus » correspond une ou plusieurs « capacités exigibles » de la deuxième colonne. Celle-ci met ainsi en valeur les éléments clefs constituant le socle de connaissances et de capacités dont l'assimilation par tous les étudiants est requise.

Le programme indique les objectifs de formation à atteindre pour tous les étudiants. Il ne représente en aucun cas une progression imposée. Le professeur doit organiser son enseignement en respectant quatre grands principes directeurs :

- la mise en activité des élèves : l'acquisition des connaissances et des capacités sera d'autant plus efficace que les étudiants auront effectivement mis en œuvre ces capacités. La démarche expérimentale et l'approche documentaire permettent cette mise en activité. Le professeur peut mettre en œuvre d'autres activités allant dans le même sens ;
- la mise en contexte des connaissances et des capacités : le questionnement scientifique, prélude à la construction des notions et concepts, se déploiera à partir d'objets technologiques, de procédés simples ou complexes, relevant du domaine professionnel de la section. Pour dispenser son enseignement, le professeur s'appuie sur la pratique professionnelle ;

- une adaptation aux besoins des étudiants : un certain nombre des capacités exigibles du programme relèvent des programmes de lycées et sont donc déjà maîtrisées par les étudiants. La progression doit donc tenir compte des acquis des étudiants ;
- une nécessaire mise en cohérence des différents enseignements scientifiques et technologiques : la progression en physique-chimie doit être articulée avec celles mises en œuvre dans les enseignements de mathématiques et de sciences et techniques industrielles.

Le professeur peut être amené à présenter des notions en relation avec des projets d'étudiants ou avec leurs stages, notions qui ne figurent pas explicitement au programme. Ces situations sont l'occasion pour les étudiants de mobiliser les capacités visées par la formation dans un contexte nouveau et d'en conforter la maîtrise. Les connaissances complémentaires ainsi acquises ne sont pas exigibles.

La démarche expérimentale

Les activités expérimentales mises en œuvre dans le cadre d'une démarche scientifique mobilisent les compétences qui figurent dans le tableau ci-dessous. Des capacités associées sont explicitées afin de préciser les contours de chaque compétence : elles ne constituent pas une liste exhaustive et peuvent parfois relever de plusieurs compétences.

Les compétences doivent être acquises à l'issue de la formation en STS, le niveau d'exigence étant naturellement à mettre en perspective avec celui des autres composantes du programme de la filière concernée. Elles nécessitent d'être régulièrement mobilisées par les étudiants et sont évaluées en s'appuyant, par exemple, sur l'utilisation de grilles d'évaluation. Cela nécessite donc une programmation et un suivi dans la durée.

L'ordre de présentation de celles-ci ne préjuge pas d'un ordre de mobilisation de ces compétences lors d'une séance ou d'une séquence.

Compétence	Capacités (liste non exhaustive)
S'approprier	<ul style="list-style-type: none"> - Comprendre la problématique du travail à réaliser. - Adopter une attitude critique vis-à-vis de l'information. - Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique. - Connaître le vocabulaire, les symboles et les unités mises en œuvre.
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> - Choisir un protocole/dispositif expérimental. - Représenter ou compléter un schéma de dispositif expérimental. - Formuler une hypothèse. - Proposer une stratégie pour répondre à la problématique. - Mobiliser des connaissances dans le domaine disciplinaire.
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> - Organiser le poste de travail. - Régler le matériel/ le dispositif choisi ou mis à sa disposition. - Mettre en œuvre un protocole expérimental. - Effectuer des relevés expérimentaux. - Manipuler avec assurance dans le respect des règles de sécurité. - Connaître le matériel, son fonctionnement et ses limites.
Valider	<ul style="list-style-type: none"> - Critiquer un résultat, un protocole ou une mesure. - Exploiter et interpréter des observations, des mesures. - Valider ou infirmer une information, une hypothèse, une propriété, une loi. - Utiliser les symboles et unités adéquats. - Analyser des résultats de façon critique.
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> - Rendre compte d'observations et des résultats des travaux réalisés. - Présenter, formuler une conclusion. - Expliquer, représenter, argumenter, commenter.
Être autonome, faire preuve d'initiative	<ul style="list-style-type: none"> - Élaborer une démarche et faire des choix. - Organiser son travail. - Traiter les éventuels incidents rencontrés.

Concernant la compétence « **Communiquer** », la rédaction d'un compte-rendu écrit constitue un objectif de la formation. Les activités expérimentales sont aussi l'occasion de travailler l'expression orale lors d'un point de situation ou d'une synthèse finale. Le but est de poursuivre la préparation des étudiants de STS à la présentation des travaux et projets qu'ils auront à conduire et à exposer au cours de leur formation et, plus généralement, dans le cadre de leur métier. L'utilisation d'un cahier de laboratoire, au sens large du terme en incluant par exemple le numérique, peut constituer un outil efficace d'apprentissage.

Concernant la compétence « **Être autonome, faire preuve d'initiative** », elle est par nature transversale et participe à la définition du niveau de maîtrise des autres compétences. Le recours à des activités s'appuyant sur les questions ouvertes est particulièrement adapté pour former les élèves à l'autonomie et l'initiative.

Erreurs et incertitudes

Pour pratiquer une démarche expérimentale autonome et raisonnée, les étudiants doivent posséder de solides connaissances et capacités dans le domaine des mesures et des incertitudes : celles-ci interviennent aussi bien en amont au moment de l'analyse du protocole, du choix des instruments de mesure, etc. qu'en aval lors de la validation et de l'analyse critique des résultats obtenus. Les notions explicitées ci-dessous sont celles abordées dans les programmes du cycle terminal des filières S, STI2D et STL du lycée.

Les capacités exigibles doivent être maîtrisées par le technicien supérieur en **ingénierie des procédés avancés de production**.

Erreurs et incertitudes	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Erreurs et notions associées	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les différentes sources d'erreurs (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilité du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.).
Incertitudes et notions associées	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreurs. • Comparer le poids des différentes sources d'erreurs. • Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie. • Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure. • Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.
Expression et acceptabilité du résultat	<ul style="list-style-type: none"> • Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture. • Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne, et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance. • Évaluer la précision relative. • Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné. • Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence. • Faire des propositions pour améliorer la démarche.

Connaissances et capacités

Les capacités exigibles privilégiant une approche expérimentale sont écrites en italique.

Partie A : Matière-matériaux

A.1 Cohésion de la matière	
Notions et contenus	Capacités exigibles
La classification périodique.	Distinguer les métaux et les non métaux et connaître leurs positions respectives dans le tableau périodique. Décrire l'évolution des propriétés dans une ligne ou une colonne de la classification périodique : masse molaire, rayon atomique, électronégativité, propriétés chimiques.
Édifices (molécules, ions) covalents, géométrie, polarité.	Expliquer le lien entre la représentation de Lewis et la géométrie des molécules simples. Expliquer le lien entre la structure géométrique d'une molécule et l'existence ou non d'un moment dipolaire permanent.

Interaction ionique.	Expliquer la cohésion des cristaux ioniques.
Interaction métallique.	Décrire la liaison métallique comme un empilement d'ions positifs baignant dans un "nuage électronique". Citer les ordres de grandeur des distances caractéristiques.
Interactions de Van der Waals et liaison hydrogène.	Décrire qualitativement les interactions de Van der Waals et la liaison hydrogène. Citer les ordres de grandeur des distances caractéristiques. Comparer les énergies mises en jeu avec celle d'une liaison covalente. Expliquer la relation entre les propriétés physiques de corps purs et l'existence d'interactions de Van der Waals ou de liaisons hydrogène inter ou intramoléculaires.

A.2. Métaux et alliages	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Modèle du cristal parfait.	Distinguer état amorphe et état cristallin. Décrire le cristal parfait comme un assemblage de mailles parallélépipédiques. Définir les termes suivants : réseau, nœuds, maille conventionnelle, motif.
Existence de différentes structures cristallines.	<i>Mettre en œuvre un logiciel ou des modèles cristallins pour visualiser des mailles et des sites interstitiels, pour déterminer des paramètres géométriques et calculer la masse volumique dans le cas d'édifices variés (métallique, ionique, covalent ou moléculaire).</i>
Cristaux métalliques.	Évaluer la dimension de la maille en fonction des valeurs des rayons atomiques, la structure étant donnée (cubique centré, cubique faces centrées, hexagonal compact). Évaluer la masse volumique et la compacité d'un métal cristallisant dans une structure cristalline, la structure étant donnée (cubique centré, cubique faces centrées). Expliquer qualitativement la différence de compacité entre ces deux structures. Expliquer les propriétés physiques et chimiques des métaux : cohésion, malléabilité, conductivités électrique et thermique, oxydation. <i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour comparer des propriétés physiques ou chimiques de métaux ou d'alliages.</i> Citer des exemples montrant l'importance du rôle des défauts cristallins sur certaines propriétés physiques et chimiques.
Alliages.	Énoncer la définition d'un alliage. Citer la composition de quelques alliages courants utilisés dans le domaine professionnel. Distinguer les alliages par substitution et par insertion. Citer des exemples.
Changement d'état d'un métal ou d'un alliage.	Exploiter le diagramme (P, T) d'un corps pur métallique pour déterminer l'état du métal et son évolution par variation de T ou de P . Définir les chaleurs latentes massique et molaire de changement d'état. Établir un bilan énergétique lors d'un changement d'état. <i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une chaleur latente de changement d'état.</i> Décrire l'allure et exploiter les diagrammes d'équilibre binaires solide - liquide isobares dans les cas suivants : - miscibilité totale à l'état solide et l'état liquide ; - miscibilité totale à l'état liquide et nulle à l'état solide : eutectique.
Diagrammes d'équilibre binaires solide – liquide isobares.	Décrire qualitativement les phénomènes de surfusion, de germination

	homogène ou hétérogène. Citer des exemples. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier une courbe d'évolution isobare de la température d'un mélange binaire solide-liquide.</i>
--	---

A.3 Céramiques	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Céramiques.	Identifier les grandes classes et les principales caractéristiques des céramiques et leurs usages. Exploiter des données expérimentales pour analyser le comportement mécanique, thermique et chimique de quelques matériaux céramiques.

A.4 Polymères	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Les matériaux polymères : généralités.	Exploiter des informations sur les principaux matériaux polymères utilisés dans la vie quotidienne, leurs modes de production, leurs domaines d'applications.
Polymère, macromolécule, monomère, motif, réactions de polymérisation, degré de polymérisation.	Définir les termes polymère, macromolécule. Distinguer le monomère du motif. Écrire l'équation chimique d'une réaction de polymérisation. Identifier le motif dans une macromolécule donnée. Citer quelques ordres de grandeur du degré de polymérisation.
Classification des polymères.	Définir les polymères thermoplastiques et thermodurcissables, et les élastomères.
Propriétés mécaniques des polymères.	Décrire les différents arrangements possibles d'une macromolécule : <ul style="list-style-type: none"> - linéaire (ramifiée, étoile, peigne) ; - tridimensionnelle (réticulation). Distinguer le cas d'une chaîne flexible (polyéthylène par exemple) du cas d'une chaîne rigide (Kevlar par exemple). Citer quelques paramètres influençant la température de transition vitreuse.
 Vieillessement d'un matériau polymère. Valorisation des déchets de polymères : recyclage, valorisation énergétique.	Citer quelques facteurs agissant sur la dégradation d'un matériau polymère. Exploiter des informations sur : <ul style="list-style-type: none"> - les nécessités du retraitement des polymères ; - le recyclage de certains matériaux polymères utilisés dans le domaine professionnel.

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C4, C6, C7, C9, C10, C11, Ca18, Cb18

Partie B : Optique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Spectre électromagnétique.	Identifier sur une échelle de longueurs d'ondes les domaines de la lumière visible, infrarouge et ultraviolette. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour visualiser le spectre de la lumière émise par une source lumineuse.</i>
Laser, propriétés du rayonnement émis : directivité, monochromaticité.	Citer les propriétés d'un rayonnement laser.

<p>té, puissance et puissance par unité de surface.</p> <p>Laser continu et à impulsions.</p> <p>Utilisation d'un laser pour la gravure, la soudure, le perçage, la découpe et le traitement de surface de matériaux.</p> <p>Règles de sécurité.</p>	<p>Citer des ordres des grandeurs de puissance moyenne pour des lasers courants (diodes laser, lasers Hélium-Néon, CO₂, YAG) rencontrés au laboratoire et dans le domaine industriel.</p> <p>Distinguer un laser continu d'un laser à impulsion.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur les principes mis en jeu dans l'utilisation d'un laser pour le traitement des matériaux.</p> <p>Appliquer les règles de sécurité liées à l'utilisation de lasers de puissance.</p>
<p>Fibres optiques : principe, ouverture numérique, atténuation.</p>	<p><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant une fibre optique.</i></p>

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C4, C6

Partie C : électricité

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Intensité, tension.</p>	<p>Distinguer grandeurs continues et grandeurs alternatives.</p> <p>Distinguer, pour un signal sinusoïdal, grandeurs efficaces et grandeurs crêtes.</p> <p><i>Mettre en œuvre un système d'acquisition de données pour obtenir une représentation temporelle de grandeurs électriques.</i></p> <p><i>Proposer un protocole expérimental pour mesurer, en respectant les règles de sécurité, une tension électrique, une intensité électrique dans un circuit en régime continu et dans un circuit en régime alternatif.</i></p>
<p>Puissance et énergie en électricité.</p>	<p>Décrire et caractériser l'effet Joule.</p> <p>Évaluer par différents moyens (mesures et calculs) la puissance électrique et l'énergie électrique reçue par un récepteur. Établir un bilan énergétique.</p> <p>Citer les effets physiologiques du courant électrique.</p>
<p>Sécurité électrique.</p>	<p>Citer les dispositifs de protection contre les risques du courant électrique.</p>

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C4, C5, C6, C8

Partie D : Comportement dynamique des systèmes

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Réponse d'un oscillateur mécanique à une excitation.</p>	<p>Identifier la ou les grandeurs vibratoires.</p> <p><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour enregistrer des vibrations d'un système mécanique.</i></p> <p>Identifier les sources de vibrations dans le domaine professionnel et les situer sur une échelle de fréquences.</p>
<p>Oscillations libres ou forcées, amortissement.</p>	<p>Exploiter un enregistrement pour déterminer les caractéristiques d'une oscillation libre ou forcée.</p> <p><i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental visant à étudier l'effet de l'amortissement sur l'amplitude d'une vibration.</i></p> <p>Distinguer les oscillations libres des oscillations forcées.</p> <p>Distinguer les régimes pseudopériodique et apériodique.</p> <p>Caractériser une oscillation forcée par sa fréquence et son amplitude.</p>
<p>Résonance en mécanique.</p>	<p><i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour déterminer les condi-</i></p>

	<p>tions de la résonance mécanique.</p> <p>Identifier le phénomène de résonance mécanique.</p> <p>Citer quelques applications du phénomène de résonance mécanique dans le cas où elle est recherchée et dans le cas où ses effets sont nuisibles au comportement d'un système.</p>
Résonance en électricité.	<p><i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour déterminer les conditions de la résonance électrique et mettre en évidence la similitude de comportement entre oscillations électriques et mécaniques.</i></p> <p>Citer quelques applications du phénomène de résonance électrique.</p>

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C4, C6, C8, C11, C13, Ca18, Cb18

Partie E : Mécanique des fluides

E1. Statique des fluides	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Pression dans un fluide.</p> <p>Principe fondamental de l'hydrostatique.</p>	<p>Exprimer la pression comme une force surfacique.</p> <p>Appliquer le principe fondamental de l'hydrostatique ($\Delta P = \rho.g.h$) pour calculer une différence de pression ou une hauteur de fluide.</p> <p>Appliquer le principe de transmission de la pression par un fluide incompressible (théorème de Pascal).</p>

E2. Dynamique des fluides incompressibles	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Débit massique et débit volumique.</p> <p>Conservation du débit.</p>	<p>Évaluer un débit massique ou volumique.</p> <p>Exploiter la conservation des débits afin de déterminer la vitesse du fluide.</p>
<p>Conservation de l'énergie, théorème de Bernoulli.</p>	<p>Exploiter le théorème de Bernoulli à un écoulement permanent d'un fluide parfait, l'équation de Bernoulli sous forme de hauteurs étant donnée.</p>
<p>Viscosité.</p> <p>Perte de charge en régime laminaire.</p>	<p>Citer l'importance du phénomène de viscosité dans les écoulements.</p> <p>Identifier la nature de l'écoulement, l'expression du nombre de Reynolds étant donnée : existence des régimes turbulents et laminaires.</p> <p>Citer les différents types de pertes de charge.</p> <p>Exploiter des données pour déterminer la valeur des pertes de charge en fonction du débit et de la géométrie du circuit.</p> <p>Évaluer un débit volumique pour un écoulement laminaire en fonction de la différence de pression, la loi de Poiseuille étant fournie.</p> <p><i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental visant à évaluer des pertes de charges régulières et singulières.</i></p>

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C4, C5, C6, C7, C8

4 - Tableau de correspondance entre les savoirs et les compétences

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	Ca17	Cb17	Ca18	Cb18	
S1- DÉMARCHE DE CONCEPTION ET GESTION DE PROJET																						
S1.1	Ingénierie système et analyse fonctionnelle		X	X		X	X		X	X				X			X					
S1.2	Organisation de l'entreprise industrielle	X			X									X			X					
S1.3	Compétitivité des produits industriels	X			X		X		X	X				X			X					
S2- CHAÎNE NUMÉRIQUE																						
S2.1	Concept de « chaîne numérique »	X	X					X		X	X						X	X			X	
S2.2	Simulation							X	X	X	X	X										
S2.3	Outils de conception et de représentation numériques							X		X												
S2.4	Représentations graphiques dérivées des maquettes numériques	X						X		X											X	
S3- COMPORTEMENT DES SYSTÈMES MÉCANIQUES																						
S3.1	Modélisation des mécanismes				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X
S3.2	Mouvements relatifs entre solides dans le cas d'une translation ou d'une rotation autour d'un axe fixe				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X
S3.3	Mouvements plans				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X
S3.4	Modélisation des actions mécaniques				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X
S3.5	Comportement mécanique des pièces et des systèmes				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X
S3.6	Résistance des matériaux				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X
S3.7	Mécanique des fluides				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X
S4- MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS																						
S4.1	Structure et caractéristiques des matériaux						X	X		X	X	X									X	
S4.2	Domaine d'utilisation des matériaux et leurs traitements						X	X		X	X	X									X	
S4.3	Interaction fonction / matériau – géométrie – procédé – coût				X	X	X	X		X		X										
S5- TECHNOLOGIE DES MÉCANISMES																						
S5.1	Construction mécanique				X	X	X	X	X	X			X	X			X					
S5.2	Conception des porte-pièces et des outillages d'assemblage	X			X		X	X	X	X			X	X	X		X				X	
S5.3	Conception des outils et porte-outils	X			X		X	X	X	X			X	X	X		X				X	
S6- SPÉCIFICATION ET PROCESSUS DE CONTRÔLE																						
S6.1	Spécification des produits				X	X	X	X	X	X	X					X		X	X	X	X	
S6.2	Instruments, outillages et protocoles de contrôle									X	X	X			X		X	X	X	X	X	
S6.3	Typologie des contrôles									X	X	X			X		X	X			X	
S6.4	Qualification des processus de contrôle									X	X						X	X			X	
S7- TECHNOLOGIE DES PROCÉDÉS																						
S7.1	Procédés de génération de volumes (première transformation)					X	X	X														
S7.2	Procédés de génération de surfaces (deuxième transformation)					X	X	X														
S7.3	Procédés de génération de volumes (deuxième transformation)					X	X	X														
S7.4	Machines					X	X	X					X									
S7.5	Assemblage et parachèvement					X	X	X														
S8- CONCEPTION DE PROCESSUS DE RÉALISATION																						
S8.1	Stratégies				X		X	X	X		X	X		X						X		X
S8.2	Paramètres de génération des entités										X											
S8.3	CFAO						X				X	X										
S8.4	Qualification des processus										X									X		
S8.5	Méthodes d'expérimentation										X	X		X		X						
S8.6	Estimation des coûts des processus				X			X			X			X								
S9- GESTION DE PRODUCTION, QUALITÉ																						
S9.1	Planification - Ordonnancement													X	X							
S9.2	Suivi														X	X						
S9.3	Organisation de la production												X									
S9.4	Qualité	X	X	X													X					
S10- SÉCURITÉ, ERGONOMIE ET ENVIRONNEMENT																						
S10.1	Sécurité au travail																X					
S10.2	Ergonomie des postes de travail																X					
S10.3	Environnement								X				X	X								
S11- DÉMARCHES DE MISE EN ŒUVRE DE PROCESSUS																						
S11.1	Cinématiques et procédés particuliers, démarches de mise en œuvre associées	X				X	X	X		X	X				X	X						X
S11.2	Démarches particulières de contrôle des processus	X									X	X						X				X

ANNEXE I c – Les unités du diplôme

1 - Conditions d'obtention de dispenses d'unités

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 "Culture générale et expression".

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 "Culture générale et expression".

U2 – LANGUE VIVANTE ÉTRANGÈRE 1 : ANGLAIS

L'unité U2 "Langue vivante étrangère 1" du brevet de technicien supérieur IPAP et l'unité de "Langue vivante étrangère 1" des brevets de technicien supérieur relevant de l'arrêté du 22 juillet 2008 (BOESR n° 32 du 28 août 2008) sont communes.

Les bénéficiaires de l'unité "Langue vivante étrangère 1" au titre de l'une des spécialités susmentionnées sont, à leur demande, dispensés de l'unité U2 "Langue vivante étrangère 1".

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 : "Langue vivante étrangère 1".

D'autre part, les titulaires d'un diplôme national de niveau III ou supérieur, ayant été évalués en langue vivante pour obtenir ce diplôme, sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U2 : "Langue vivante étrangère 1" du brevet de technicien supérieur IPAP.

U 3.1 - MATHÉMATIQUES

L'unité U31. "Mathématiques" du brevet de technicien supérieur IPAP et l'unité de Mathématiques des brevets de technicien supérieur du groupement C 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 U31 "Mathématiques" du brevet de technicien supérieur IPAP.

2 - Définition des unités professionnelles constitutives du diplôme

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 présente ces relations. Les cases colorées correspondent, pour chacune des cinq unités aux compétences à évaluer lors de la certification (examen ou validation des acquis). Seules les compétences désignées par des cases colorées seront évaluées. Si les autres compétences 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**.

Activités	Tâches	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	Ca/b17	Ca/b18
Répondre à une affaire	A1-T1	1	3				3	1											
	A1-T2	1	2	2	3		1	1	3										
	A1-T3	3	1	3	3		1	3											
	A1-T4	2	2	3					3										
	A1-T5	3		3			1	1	3		2		1						
Concevoir la production	A2-T1	2	3						1		3		1						
	A2-T2	2	3			3	1		2	3		2							
	A2-T3											3							
	A2-T4	1	2									3	1	3				2	
	A2-T5	2		2		3													
	A2-T6	3		2					1	1	2		1					1	
Initialiser la production	A3-T1	3										3							1(b)
	A3-T2	2										3		2					
	A3-T3	3		2	1							2		3					
	A3-T4												1		3				
	A3-T5															1		3	
Gérer la réalisation	A4-T1	2		1									3	1					1(a)
	A4-T2	2		1		2							2		3	1			
	A4-T3	2		2												3			2a3b
	A4-T4	2		2	2									2		1	3	1	
	A4-T5		3	2													3		
	A4-T6			3															
	A4-T7	3																	3(a)

U4 - Conception préliminaire																			
U5 - Projet industriel																			
U61 - Projet collaboratif																			
U62 - Gestion et suivi de réalisation en entreprise																			

3 - Lexique

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. Exemple : conception de la production, gestion de la production.

Additif

La fabrication additive désigne les procédés de fabrication par ajout de matière, la plupart du temps assistés par ordinateur

La terminologie normative (ISO 17296.2 /NF E 67-001) décrit la fabrication additive comme un "ensemble des procédés permettant de fabriquer, couche par couche, par ajout de matière, un objet physique à partir d'un objet numérique".

Analyse du cycle de vie (ACV)

L'ACV vise le développement durable en fournissant un moyen efficace et systématique pour évaluer les impacts environnementaux d'un produit, d'un service, d'une construction ou d'un procédé. Le but est de réduire l'impact de l'objet artificiel créé par l'homme, sur les ressources et l'environnement tout au long de son cycle de vie, de l'extraction des matières premières jusqu'à son traitement en fin de vie (déconstruction, recyclage...).

AMDEC

Analyse des modes de défaillance, 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 compose 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 (ou arbre des spécifications) 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.

ASIT

Méthode convergente de créativité issue de TRIZ.

Cette méthode ASIT est constituée :

- de conditions permettant d'orienter les recherches et de filtrer les solutions proposées ;
- d'une boîte à outils permettant de générer des solutions (ASIT résolution créative) ou des nouveaux produits et services (ASIT conception de produits et services innovants).

Assemblage

Dans le cadre d'une production, « assemblage » est l'action d'assembler ou le résultat de cette action.

Dans le cadre de l'utilisation d'un modeler volumique, la construction d'une maquette numérique selon le mode hors assemblage (ou mode ascendant) implique la démarche suivante :

- chaque nouvelle pièce est élaborée comme une entité indépendante ;
- les pièces sont assemblées à l'aide de contraintes d'assemblage.

Assemblage (mode dans l')

Dans le cadre de l'utilisation d'un modeler volumique, la construction d'une maquette numérique selon le mode dans l'assemblage (ou mode descendant) implique que chaque nouvelle pièce soit élaborée en partant d'une géométrie initiale (par exemple esquisse pilotante) ou/et en s'appuyant sur les pièces préalablement dessinées.

Assemblage mécanique et liaison associée

L'assemblage de deux pièces mécaniques peut être modélisé géométriquement, cinématiquement et statiquement. Il est représenté par une liaison mécanique géométriquement parfaite (modèle numérique

nominal) et par son modèle « torsoriel » associé de transmission des mouvements et des efforts. Il peut alors être considéré comme :

- un modèle parfait de liaison, ne dissipant pas d'énergie (par exemple : sans frottement, sans déformations, sans défaut de forme et sans jeux induisant des mouvements parasites) ;
- un modèle non parfait dissipant de l'énergie (avec frottement sec ou visqueux et glissement, jeu).

Un assemblage peut permettre le mouvement relatif entre deux pièces (modélisé par une liaison mobile caractéristique d'un guidage, par exemple) ou l'interdire (modèle de liaison encastrement, démontable ou non).

Ballbar

Dispositif de mesure utilisé pour le contrôle, la vérification ou le diagnostic des performances géométriques d'une machine-outil.

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, etc.). Ces données sont disponibles sur support informatique résidant dans le bureau d'études ou le bureau des méthodes sur le réseau informatique de l'entreprise ou sur l'Internet.

En CAO, il s'agit, avant tout, 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 (C.d.C.f.) est un document qui évolue et qui s'enrichit au fur et à mesure de la phase de création d'un produit.

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

Capabilité d'un procédé

Aptitude d'un procédé de production (Machine, Outillage, Méthode ou Opérateur) ou d'un moyen à réaliser des produits conformes au besoin ou à respecter des spécifications. Cette aptitude tient compte de la plage de valeurs produites par le procédé, en regard des limites acceptables (tolérances d'acceptabilité).

Un processus sera déclaré "apte" s'il a démontré, pour les caractéristiques sélectionnées, qu'il était capable de produire pendant une période suffisamment longue, avec un taux théorique de non-conformités inférieur aux exigences internes à l'entreprise ou contractuelles.

La capabilité est le rapport entre la performance demandée et la performance réelle d'une machine ou d'un procédé.

Capacité

Ensemble d'aptitudes que l'individu pourrait mettre en œuvre dans différentes situations. Une capacité garde un caractère très général et décrit plus un potentiel disponible qu'une compétence opérationnelle maîtrisée. Elle n'est ni observable, ni évaluable. Elle se décline en compétences.

Capitalisation des données

Selon ADEMA, la capitalisation des données est un processus participatif au cours duquel on diagnostique, on analyse et on trie des données existantes, à partir des expériences et des activités menées, afin de créer un modèle qui soit réutilisable par nous-mêmes et par autrui.

CFAO

Conception et fabrication assistées par ordinateur.

Chaîne de liaisons

Chaîne formée par un ensemble de constituants d'un mécanisme reliés par des liaisons mécaniques.

Chaîne fonctionnelle

Ensemble des constituants organisés en vue de l'obtention d'une fonction opérative (par exemple prendre un objet, déplacer une charge, adapter un environnement, etc.). Une chaîne fonctionnelle comporte généralement une chaîne d'action, son élément de commande, la partie physique associée et une chaîne d'acquisition (compte rendu de l'exécution de l'action).

Chaîne géométrique

Circuit continu reliant les surfaces de contact entre pièces ; ces 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.

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

Chaîne numérique

Ensemble des moyens donnant accès en lecture et écriture aux données techniques (CFAO, GPAO) dès lors que cet accès est garanti à tous les acteurs de l'étude et de la réalisation des produits.

CHSCT

Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.

Co-conception (ou co-développement)

Activité d'ingénierie réalisée par deux ou plusieurs entreprises associées entre-elles afin de développer un nouveau produit

Codification (selon NF X60-012 (2006 08))

Ensemble de caractères alphabétiques et/ou numériques permettant de caractériser et de gérer un article de façon bi-univoque. L'ensemble de ces caractères constitue le code de l'article considéré.

Note 1 : le code peut parfois être appelé référence.

Note 2 : le code d'un article doit être attaché intrinsèquement à cet article et ne pas dépendre de paramètres extérieurs (lieu de stockage, etc.).

Compétence

Ensemble de savoirs, savoir-faire et savoir-être 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 : définir des processus de réalisation, planifier une réalisation.

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.

Conception détaillée

Description en détail d'une solution dont le principe est donné à l'issue de la phase conception préliminaire sous forme de modules. L'interface de chacun des modules doit être complètement définie à ce niveau. Deux choses doivent émerger lors de cette étape : un diagramme de PERT ou de GANTT, montrant comment le travail doit être fait et dans quel ordre, ainsi qu'une estimation plus précise de la charge de travail induite par la réalisation de chacun des modules.

Conception préliminaire

C'est une description de haut niveau du produit, en termes de « modules » et de leurs interactions. Ce document doit en premier lieu asseoir la confiance en la finalité et la faisabilité du produit, et, en second lieu, servir de base pour l'estimation de la quantité de travail à fournir pour le réaliser.

Consommable (NF X60-012 (2006 08))

Article de faible coût et de consommation fréquente.

Contrainte d'assemblage

Dans le cadre de l'utilisation d'un modèleur 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.

Développement durable

Le développement durable est « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs », citation de Mme Gro Harlem Brundtland, Premier ministre norvégien (1987). En 1992, le Sommet de la Terre à Rio, tenu sous l'égide des Nations unies, officialise la notion de développement durable et celle des trois piliers (économie/écologie/social) : un développement économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable.

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 (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 (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 (privilegiant 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 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.

Échantillons initiaux

Premières pièces réalisées selon le processus définitif de fabrication. Le fournisseur présente des échantillons de validation de nouvelles pièces au service Assurance Qualité Fournisseurs si :

- une nouvelle référence est demandée par le service Achats ;
- changement de suffixe, seuls les paramètres modifiés font l'objet d'un rapport d'échantillons initiaux ;
- changement significatif du procédé de fabrication.

Écoconception

Méthode de conception d'un produit qui intègre les consignes écologiques de respect de l'environnement depuis la création du produit jusqu'à son recyclage.

Économie circulaire

Le modèle des pays développés consistant principalement à extraire, produire, consommer et jeter ne permet plus d'appréhender un futur raisonnable sur ce modèle. Il faut passer à un modèle axé sur une absence de gaspillage et une augmentation de l'intensité de l'utilisation des ressources tout en diminuant les impacts environnementaux.

C'est ce que vise l'économie circulaire qui prend en compte trois champs :

- la production et l'offre de biens et de services ;
- la consommation au travers de la demande et du comportement du consommateur (économique ou citoyen) ;
- la gestion des déchets avec le recours prioritaire au recyclage permettant de boucler la boucle (fermer le cercle).

Écoproduit

Produit qui génère moins d'impact sur l'environnement tout au long de son cycle de vie (définition ADEME).

Esquisse pilotante

Dans un logiciel de CAO volumique, une esquisse pilotante est un tracé géométrique filaire paramétré traduisant les propriétés, tant du point de vue des dispositions géométriques que des capacités de déplacements, attaché au principe de solution développée.

FAST (Function Analysis System Technique)

Représentation schématique définissant le passage de chacune des fonctions de service en fonction(s) technique(s) puis, matériellement, en solution(s) constructive(s).

La méthode d'élaboration de ce schéma s'appuie sur une technique interrogative :

- pourquoi ? : pourquoi une fonction doit-elle être assurée ?
- comment ? : comment cette fonction doit-elle être assurée ?
- quand ? : quand cette fonction doit-elle être assurée ?

FDS

Fiche de Données de Sécurité.

Filaire

Type de représentation d'un objet dans laquelle n'apparaissent que les arêtes extérieures de l'objet. Représentation simplifiée d'un mécanisme ne tenant pas compte de la géométrie des constituants.

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

GANTT

Outil, couramment utilisé en gestion de projet, permettant de représenter visuellement l'état d'avancement des différentes activités (tâches) constitutives du projet.

Grenelle de l'environnement (ou Grenelle 1)

Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation introduisant des mesures qui visent à favoriser le développement de produits plus respectueux de l'environnement (article 46).

Impact environnemental

État de modification de l'environnement, négatif ou bénéfique, résultant totalement ou partiellement des activités (productions ou services) d'un organisme.

Ingénierie simultanée ou intégrée ou concourante (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.

Ingénierie système

L'ingénierie des systèmes ou ingénierie système est une approche scientifique interdisciplinaire, dont le but est de formaliser et d'appréhender la conception de systèmes complexes.

L'ingénierie des systèmes a pour objectif de contrôler la conception de systèmes dont la complexité ne permet pas le pilotage simple. Par système, on entend un ensemble d'éléments humains ou matériels en interdépendance les uns les autres et qui inter-opèrent à l'intérieur de frontières ouvertes ou non sur l'environnement. Les éléments matériels sont composés de sous-ensembles de technologies variées : mécanique, électrique, électronique, matériels informatiques, logiciels, réseaux de communication, etc.

Les efforts en ingénierie des systèmes embrassent l'ensemble du cycle de vie du système et leur mise en cohérence mobilise l'ensemble des corpus théoriques (sciences de l'ingénieur, sciences humaines, sciences cognitives, génie logiciel, etc.).

ISHIKAWA

Diagramme de causes et effets ou diagramme en arêtes de poisson ou encore méthode des 5M.

ISO 14000

Ensemble des normes françaises concernant le management environnemental.

Kaizen

Processus visant l'amélioration continue d'une entreprise sans investissement financier important. Ce processus consiste à améliorer la productivité en apportant chaque jour de petits changements. Pour être efficace, tous les employés, cadres ou non cadres, doivent participer en donnant des idées.

Lean Manufacturing

Le Lean Management met à contribution tous les acteurs pour éliminer les gaspillages qui réduisent l'efficacité et la performance d'une entreprise, d'une unité de production ou d'un département notamment grâce à la résolution de problèmes.

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

Matrice GPS

Tableau qui formalise, pour chaque caractéristique dimensionnelle et géométrique, la chaîne de normes nécessaire, allant du langage graphique aux exigences de l'appareillage de mesure (y compris son étalonnage), en passant par la définition univoque des caractéristiques, et par les stratégies et procédures de mesure.

Chaque norme GPS contient, en annexe, la matrice réduite précisant les maillons et caractéristiques concernées.

Modeleur volumique

Dénomination des logiciels 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 des critères d'évolution)
 - 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 des incohérences dans la base de données géométriques.

Le modeleur 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, etc ;
- surfacique : s'attache à définir la peau de la pièce par un modèle mathématique ou surfaces mathématiques, les opérations portent sur ces surfaces.

Modèle d'étude

Il s'agit d'un modèle permettant le calcul manuel ou informatique exploitant les théorèmes généraux de la mécanique ou les lois de l'élasticité en vue de déterminer les inconnues d'un problème (déformations, contraintes, efforts, puissances)

Ce modèle est élaboré à partir des solutions constructives du système réel en faisant un certain nombre d'hypothèses le plus souvent simplificatrices.

En phase de conception préliminaire, ce modèle est élaboré à l'aide d'un modeleur volumique. Il permet d'intégrer les conditions fonctionnelles et sert de support aux validations comportementales.

Outillage ou outillage de réalisation

Ensemble participant à la réalisation d'un produit :

- porte-pièce : ensemble mécanique assurant l'interface entre le produit (pièce(s), produit assemblé) et le poste de travail (machine, poste d'assemblage ou de contrôle), définissant le référentiel de la zone de travail ;
- porte-outil ou outil spécial ou outil périphérique sur poste d'assemblage : ensemble mécanique interface ou interfacé avec la partie active du poste de travail pour agir sur le produit ;
- outillage de transformation : moulage (injection plastique (thermoplastique et thermodurcissable) ; fonderie ; thermoformage ; rotomoulage ; compression ; filage ; étirage ; extrusion ; découpe ; emboutissage ; forgeage (estampage et matriçage)).

Paramétrage fonctionnel

En mécanique, les paramètres d'un système représentent l'ensemble des n variables qui définissent la géométrie d'un système mécanique. On trouve des paramètres relatifs à la géométrie des solides et des paramètres relatifs aux liaisons entre les solides. Implicitement, ils sont choisis indépendants.

Au sein d'un logiciel de mécanique, la notion de paramètres pilotes recouvre en fait les degrés de mobilité des mécanismes (paramètres linéaires ou angulaires). Explicitement, ils sont choisis indépendants.

Dans le cadre de l'utilisation d'un modeleur volumique, deux types de paramétrage sont possibles :

- soit relatif à une esquisse pilotante support de construction de la maquette numérique ;

- soit relatif aux esquisses utiles à la définition des entités géométriques d'un modèle volumique.

Dans les deux cas le paramétrage est dit fonctionnel, si, tout en garantissant la « robustesse » de la maquette numérique (pièce, assemblage ou sous assemblage), la modification d'une donnée d'entrée (dimension, fonction) a pour effet de préserver l'intention de conception.

PDCA

Roue de Deming

Pièce

Élément constitutif d'un produit ou d'un outillage

Pièces prototypes

Pièces commandées par un bureau d'études dans le cadre d'analyses de réalisations futures. Le bureau d'études indique au fournisseur le type de mesures, rapports, certificats, tests... qu'il souhaite recevoir avec les pièces prototypes.

Pièces types

Pièces fabriquées en référence à une définition officielle du bureau d'études mais qui n'ont pas été fabriquées par le procédé, ni par le processus de fabrication, ni avec les outillages de série.

Posage à référence fixe

Posage qui suit la pièce sur tout ou partie du processus de sa réalisation.

Post-procession

Traitement informatique permettant d'adapter le code généré par le logiciel de FAO au directeur de commande d'une machine-outil.

Pré-dimensionnement

Opération qui consiste par un calcul approché à dimensionner, dans un premier temps, les structures, les organes et composants principaux. Par exemple, en résistance des matériaux, déterminer les dimensions principales des pièces de type poutres.

Pré-industrialisation

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 pré-industrialisation 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.

Principe

Peut se dire d'un élément théorique relatif à une science ou à une solution technique. Dans ce dernier cas, l'expression du principe appliqué dans la réalisation d'une solution constructive permet d'identifier le mode de fonctionnement fondamental retenu. Par exemple, le principe du vérin permet, par déformation d'une chambre expansible, d'appliquer le principe de Pascal à des corps rigides assemblés ou des corps déformables uniques pour créer une déformation, dont résulte un déplacement ou un effort.

La connaissance, l'identification et la formalisation des principes scientifiques et techniques mis en œuvre dans l'analyse et la conception des systèmes mécaniques est une activité importante de l'ingénieur et du technicien.

Procédé (de réalisation)

Technique de réalisation d'une pièce (exemple : moulage par gravité, forgeage, usinage, mécano-soudage).

Procédés additifs

Cf. Additif

Procédés de mise en forme

Les procédés de mise en forme regroupent :

- le moulage en moules permanents et non-permanents
- la déformation plastique : laminage, forgeage, estampage, matriçage, extrusion
- la déformation plastique des tôles : pliage, emboutissage découpage

Procédé soustractif

Procédé par enlèvement de matière participant à la réalisation d'une pièce (usinage, abrasion, électroérosion ...)

Processus

Suite ordonnée de phases, d'opérations.

Product Data Management ou PDM (gestion de données produits ou Système de Gestion Données Techniques SGT)

Plate-forme de données produits et de procédés industriels commune à toutes les solutions PLM.

Une solution PDM permet de conserver et de gérer automatiquement l'ensemble des informations liées à un produit tout en facilitant la collaboration à travers l'entreprise et tout au long cycle de vie de celui-ci.

Les systèmes PDM associent les hommes et les procédés grâce à l'automatisation et au suivi de la gestion des tâches d'une organisation et de sa chaîne d'approvisionnement, stimulant ainsi l'efficacité et la responsabilité, tout en facilitant la conformité aux normes en vigueur.

Les systèmes PDM s'appuient sur un ensemble de solutions informatiques (CAO, ERP, Intranet, ...) qui facilitent les échanges et la gestion sécurisée de documents 3D, la gestion des tâches, la gestion des changements et demandes de modification,

Product Lifecycle Management ou PLM (gestion du cycle de vie du produit)

Démarche qui consiste, pour une entreprise, à capitaliser et à partager l'ensemble des données et des informations concernant un produit depuis la conception à la fin du cycle de vie de celui-ci.

Cette démarche concerne la conception, la fabrication, le stockage, le transport, la vente, le service après-vente, le recyclage

Cette démarche inclue tous les acteurs : collaborateurs de l'entreprise, partenaires, fournisseurs, équipementiers et clients

La démarche PLM s'appuie sur le déploiement progressif de logiciels qui arrivent sur le marché (Gestion des connaissances métier, Outils d'aide à la décision, CFAO, simulation numérique, Calcul mécanique).

Produit

Objet manufacturé : pièce ou sous-ensemble ou ensemble destiné à être livré au client ou à être mis sur le marché.

Produit unitaire

Pièce ou sous-ensemble ou ensemble réalisé à un exemplaire (exemple : prototype, outillage ...).

Se dit également dans le cas d'une réalisation de quelques exemplaires dans des conditions unitaires (réalisation répétée d'un seul exemplaire).

Projet

Processus visant un objectif conforme à des exigences spécifiques. Ce processus est une suite d'activités coordonnées comportant des dates de début et de fin constituant des étapes.

Outils méthodologiques liés à la conduite de projets : Cycle en V, Spirale, cascade, Agiles, Scrum

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.

QSE

Qualité – Sécurité – Environnement.

Responsabilité sociétale des entreprises (RSE)

Elle correspond à la déclinaison des principes du développement durable à l'échelle de l'entreprise et signifie essentiellement que les entreprises, de leur propre initiative, contribuent à améliorer la société et à protéger l'environnement, en liaison avec les parties prenantes.

Revue de projet

Phases de la conception du produit pendant laquelle « l'équipe projet » valide un certain nombre de points d'avancement du dossier de projet industriel. En STS, « l'équipe projet » est composée, des étudiants qui réalisent le projet, des professeurs responsables et du demandeur.

On peut distinguer trois revues de projet :

- la **revue critique de spécification** qui valide le cahier des charges fonctionnel ;
- la **revue critique de conception préliminaire** qui valide la recherche de solutions et les avant-projets ;
- la **revue critique de conception générale et détaillée** qui valide la conception générale du produit ainsi que sa définition au regard du cahier des charges.

Robustesse (d'une maquette numérique)

La robustesse d'une maquette numérique est sa capacité à ne pas être altérée par une modification des données ou des paramètres choisis.

Savoirs associés aux compétences

La conduite d'une activité professionnelle requiert une ou plusieurs compétences, chacune d'elles mobilisant à la fois des savoir-faire, des savoir-être et des connaissances. Ces connaissances sont également dénommées savoirs associés à la compétence considérée.

Savoir-faire

Habilité manifestée dans une situation professionnelle définie. C'est l'ensemble des gestes, des méthodes les mieux adaptées à la tâche proposée.

Le **savoir-faire** est **d'ordre manipulateur** lorsqu'il est du domaine de l'action, de la manipulation. Ex : agir, connecter, démonter ou remonter, démarrer, mesurer (relever 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. Ex : 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. Ex : organiser, proposer, concevoir, choisir, justifier, comparer, mesurer (concevoir la mesure).

SME

Système de Management de l'Environnement.

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 par des éléments adaptatifs, préfabriqués mais possédant des capacités d'adaptation au cahier des charges.

Spécification géométrique

C'est une indication qui caractérise la zone de tolérance relative à l'acceptabilité d'une forme ou au positionnement relatif d'une surface par rapport à une autre.

Squelette géométrique d'une pièce

Corps de la pièce défini en modélisation filaire (ne contenant que des points, segments ou courbes) sur lequel va s'appuyer la géométrie des corps de pièces adjacentes.

Supply chain (chaîne d'approvisionnement)

Ensemble de procédures et de logiciels permettant de gérer de façon optimale la totalité des flux d'informations, des flux physiques et des interfaces entre les différents acteurs, producteurs et fournisseurs qu'implique la fabrication d'un produit ou l'offre d'un service. Ces procédures et ces logiciels

exploitent les renseignements concernant la demande jusqu'aux données nécessaires à la distribution, en passant par la conception et la production proprement dite.

SysML (Systems Modeling Language)

Langage de modélisation des systèmes permettant la spécification, l'analyse, la conception. Associé à d'autres outils, il permet la vérification et la validation de ces systèmes et de leurs sous-systèmes.

Système

Ensemble d'éléments en interaction dynamique et organisés en fonction d'un but.

Systemique (Approche)

L'approche systémique, à l'inverse et en complément de l'approche analytique, considère la globalité d'un système dans toute sa complexité et sa dynamique. Lorsqu'une approche analytique se focalise sur le comportement des éléments, l'approche systémique se focalise sur leurs interactions. Ces approches sont donc éminemment complémentaires. Enfin, une approche systémique peut être mobilisée tant pour l'analyse des écosystèmes naturels que pour celle des systèmes humains.

Tâches professionnelles

Ensemble d'opérations élémentaires mises en œuvre pour réaliser le travail prescrit.

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.

Exemple : analyse critique de solutions, réalisation des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.

TOME

Triplet Outil-Matière-Environnement.

En UGV, la notion de couple outil/matière ne suffit plus. Dans TOME, l'environnement désigne l'environnement du couple outil/matière (broche, bâti machine, lubrifiant,) qui intervient de façon prépondérante dans le bon déroulement de l'usinage.

TRIZ

Développée à la fin du XX^{ème} siècle par un ingénieur Russe, cette théorie et les outils qui lui sont associés proposent d'aborder de façon rationnelle les problèmes d'invention. Cette méthode trouve son origine dans l'analyse et l'exploitation systématique de plusieurs dizaines de milliers de brevets qui lui ont permis de trouver des classifications de principes inventifs qui peuvent s'appliquer dans tous les domaines. Cette méthode repose, entre autres, sur le concept de conflit-compromis devant être résolu pour répondre à un problème technique. Par exemple, une pièce doit être résistante et légère, dont la réponse naturelle du technicien est un compromis entre un matériau, des formes et des dimensions. TRIZ formalise un ensemble de contradictions dont il propose une série de solutions constatées dans l'existant. Face à un nouveau problème, l'ingénieur pourra donc formaliser la contradiction qui s'applique à son étude et analyser les différentes solutions proposées afin de retenir la plus appropriée.

TRS

Taux de Rendement Synthétique (TRS) également appelé « Taux utilisation machine ».

Le taux d'utilisation des capacités de production (machines et équipements) est égal au ratio entre les capacités de production effectivement mobilisées pour la production et l'ensemble des capacités de production potentiellement disponibles à une date donnée.

Il prend en compte :

- la disponibilité de la machine / de l'équipement ;
- la performance de la machine / de l'équipement, en régime normal ;
- la qualité que la machine / l'équipement est capable de fournir.

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, réalisation, utilisation, recyclage.

ANNEXE II – Stage en milieu professionnel

Deux stages de nature très différente peuvent ponctuer la scolarité des étudiants selon leur origine de formation :

- un stage de découverte ;
- un stage métier.

1. Objectifs du stage de découverte

Le premier stage situé chronologiquement lors du premier semestre de la première année (il pourra se dérouler en partie sur des vacances scolaires), d'une durée de deux semaines, est proposé exclusivement aux étudiants possédant un baccalauréat général ou technologique afin de les immerger dans un environnement d'entreprise. L'acquisition de compétences propres au référentiel n'est pas requise, il s'agit d'un stage destiné à accroître rapidement le potentiel professionnel du jeune dans un environnement de réalisation propre au BTS IPAP. C'est l'établissement qui, dans le volet pédagogique de son projet d'établissement, décide, ou non, d'organiser ce premier stage auquel la réglementation administrative décrite au paragraphe 3.1.1 s'applique. Le projet pédagogique devra comporter l'organisation pédagogique établie pour les étudiants qui ne font pas ce stage.

Le stage de découverte ne fait pas l'objet d'un rapport de stage évalué dans le cadre des épreuves de certification du BTS IPAP.

2. Objectifs du stage métier

Le stage en milieu professionnel permet au futur technicien supérieur de prendre la mesure des réalités techniques et économiques de l'entreprise et de construire et développer des compétences dans un contexte industriel réel. Au cours de ce stage l'étudiant est conduit à appréhender le fonctionnement de l'entreprise au travers de 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, etc.).

Contexte professionnel

Fonctions : elles correspondent à la catégorie technicien supérieur.

Localisation : le stagiaire pourra participer aux activités du bureau d'études, du bureau des méthodes et de la fabrication **dans une entreprise de la filière**. Il devra être présent en atelier en phases de préparation, réalisation, montage, diagnostic, qualification, La durée de la période de présence en atelier sera égale au moins à la moitié de la durée du stage.

Dans ce cadre, il est conduit à appréhender le fonctionnement général de l'entreprise et plus particulièrement **le travail en atelier**. Il en appréciera l'organisation, les équipements, les ressources humaines, les intervenants, la gestion et l'ensemble des techniques de réalisation, de contrôle, et de mise en œuvre. Les activités menées contribuent à l'approfondissement des connaissances et à l'acquisition de compétences dont les principales sont :

- définir et organiser les environnements de travail ;
- lancer et suivre une réalisation ;
- appliquer un plan qualité, un plan sécurité ;
- qualifier des moyens de réalisation en mode production (pour l'option b) ;
- réaliser, mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble unitaire (pour l'option a) ;
- formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais.

3. Organisation des stages

3.1 Voie scolaire

3.1.1. Réglementation relative aux stages en milieu professionnel

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

Les stages, organisés avec le concours des milieux professionnels, sont placés sous le contrôle des autorités académiques dont relève l'étudiant et le cas échéant, des services du conseiller de coopération et d'action culturelle auprès de l'ambassade de France du pays d'accueil pour un stage à l'étranger.

Chaque période de stage en entreprise fait l'objet d'une convention entre l'établissement fréquenté par l'étudiant et la ou les entreprise(s) d'accueil. La convention est établie conformément aux dispositions et décrets en vigueur. Toutefois, cette convention pourra être adaptée pour tenir compte des contraintes imposées par la législation du pays d'accueil.

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

Chaque convention de stage doit notamment 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 et de l'étudiant.

3.1.2. Mise en place et suivi des stages

Chaque stage s'effectue au sein d'une entreprise de la filière mécanique. La recherche des entreprises d'accueil est assurée par les étudiants. Le choix des entreprises retenues est validé par l'équipe pédagogique et arrêté par le chef d'établissement.

Afin d'en assurer le caractère formateur, les stages sont placés sous la responsabilité pédagogique des professeurs assurant les enseignements professionnels, mais l'équipe pédagogique dans son ensemble est responsable de l'explicitation de leurs objectifs, de leurs mises en place, de leurs suivis et de l'exploitation qui en est faite. Elle doit veiller à informer les responsables des entreprises ou des établissements d'accueil des objectifs de chaque stage et plus particulièrement des compétences qu'ils visent à développer.

La période du stage métier en entreprise, d'une durée de six à dix semaines, dont le positionnement temporel est laissé à l'initiative de chaque établissement, doit permettre au stagiaire de mettre en application les compétences acquises durant sa formation. Les activités à conduire sont conjointement définies par l'enseignant et le stagiaire en accord avec les propositions du tuteur en entreprise et en phase avec les compétences à évaluer.

A la fin de la période du stage métier, un certificat de stage est remis au stagiaire par le responsable de l'entreprise ou son représentant, attestant la présence de l'étudiant. Un candidat qui n'aura pas présenté cette pièce ne pourra être admis à subir la sous-épreuve "**Gestion et suivi de réalisation en entreprise**" (**Unité U62**). Un candidat, qui, pour une raison de force majeure dûment constatée, n'effectue qu'une partie de la durée obligatoire du stage métier prévue dans la convention, peut être autorisé par le recteur à se présenter à l'examen, le jury étant tenu informé de sa situation.

3.1.3. Rapport du stage métier

A l'issue du stage métier, les candidats scolaires rédigent à titre individuel, un rapport d'environ trente pages (hors annexes), dont le contenu est défini dans la sous-épreuve "**Gestion et suivi de réalisation en entreprise**" (**Unité U62**). Les annexes peuvent comporter des compléments techniques.

Le rapport du stage métier en milieu professionnel, visé par l'entreprise, est transmis, **en version numérique uniquement**, selon une procédure mise en place par chaque académie et à une date fixée dans la circulaire d'organisation de l'examen.

3.1.4. Documents pour l'évaluation

Au terme du stage métier, les professeurs concernés et le tuteur de l'entreprise d'accueil déterminent conjointement l'appréciation qui sera proposée à l'aide de la fiche d'évaluation du travail réalisé. Cette fiche d'évaluation avec le rapport de stage est le seul document qui sera communiqué à la commission d'interrogation de la sous-épreuve "**Gestion et suivi de réalisation en entreprise**" (**Unité U62**). Cette fiche comportera une proposition de note attribuée conjointement par le tuteur en entreprise et l'équipe pédagogique ayant suivi le candidat. Elle sera relative au comportement dont il a fait preuve pendant l'accomplissement des activités qui lui ont été confiées durant le stage.

3.2 Voie de l'apprentissage

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

Les objectifs pédagogiques de la sous-épreuve "**Gestion et suivi de réalisation en entreprise**" (**Unité U62**) et les conditions d'évaluation associées sont les mêmes que ceux des candidats de la voie scolaire.

3.3 Voie de la formation continue

Les candidats qui se préparent au brevet de technicien supérieur ingénierie des procédés avancés de production par la voie de la formation continue rédigent un rapport numérique sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport du stage métier.

3.3.1. Candidats en situation de première formation ou en situation de reconversion

La durée de stage est de **8 semaines**. Elle s'ajoute à la durée de formation dispensée dans le centre de formation continue en application de l'article 11 du décret n°95-665 du 9 mai 1995 modifié portant règlement général du brevet de technicien supérieur.

L'organisme de formation peut concourir à la recherche de l'entreprise d'accueil. Le stagiaire peut avoir la qualité de salarié d'un autre secteur professionnel.

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

3.3.2. Candidats en situation de perfectionnement

Le certificat de stage peut être remplacé par un ou plusieurs certificats de travail attestant que l'intéressé a été occupé dans le domaine de la conception-fabrication mécanique 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 activités effectuées doivent être en cohérence avec les exigences du référentiel du BTS considéré.

Les candidats rédigent un rapport numérique et un dossier sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport du stage métier.

3.4 Candidats en formation à distance

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

3.5 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 numérique sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport du stage métier.

4. Aménagement de la durée du stage métier

La durée normale du stage métier est de six à dix semaines. Pour une raison de force majeure dûment constatée ou dans le cadre d'une formation aménagée ou d'une décision de positionnement, la durée de stage peut être réduite, mais ne peut être inférieure à 4 semaines. Toutefois, les candidats qui produisent une dispense (notamment au titre de la validation des acquis de l'expérience) ne sont pas tenus d'effectuer ce stage.

Le recteur est seul autorisé à valider les aménagements de la durée de stage ou les dispenses.

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

Les candidats ayant échoué à une session antérieure de l'examen ont le choix entre présenter le précédent rapport numérique du stage métier, modifier ce rapport ou en élaborer un autre après avoir effectué la période de stage métier correspondante.

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

- soit leur contrat d'apprentissage initial prorogé d'un an ;
- soit un nouveau contrat conclu avec un autre employeur (en application des dispositions de l'article L6222-11 du code du travail).

ANNEXE III – Grille horaire

GRILLE HORAIRE

		Horaire de 1 ^{ère} année			Horaire de 2 ^{ème} 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	2 + 1 + 0	108
2. Langue vivante étrangère : Anglais		2	0 ⁽⁴⁾ + 2 + 0	60	2	0 ⁽⁴⁾ + 2 + 0	72
3. Mathématiques		2,5	1,5 ⁽⁵⁾ + 1 + 0	75	2,5	1,5 ⁽⁵⁾ + 1 + 0	90
4. Physique - Chimie		2	1 + 0 + 1	60	2	1 + 0 + 1	72
5. Enseignement professionnel		20	6 ⁽⁶⁾ + 3 + 11	600	20	6 ⁽⁶⁾ + 3 + 11	720
Détail E.P.	Enseignement professionnel STI	4,5 + 3 + 11			4,5 + 3 + 11		
	EP en langue vivante étrangère en co intervention	1 ⁽⁹⁾ + 0 + 0			1 ⁽⁹⁾ + 0 + 0		
	EP en mathématiques en co intervention	0,5 ⁽⁹⁾ + 0 + 0			0,5 ⁽⁹⁾ + 0 + 0		
6. Accompagnement personnalisé		2	0 + 0 + 2 ⁽⁷⁾	60	1,5	0 + 0 + 1,5 ⁽⁸⁾	54
Total		31,5 h	11,5 + 6 + 14	945⁽¹⁾ h	31 h	10,5 + 7 + 13,5	1116⁽¹⁾ h

(1) : Les horaires tiennent compte de 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 ou projet.

(3) : L'horaire annuel est donné à titre indicatif.

(4) : Une heure d'enseignement se fera en co-intervention.

(5) : Une demi-heure d'enseignement se fera en co-intervention.

(6) : 1,5 heures d'enseignement STI en co-intervention anglais (1H) et mathématiques (0,5H).

(7) : En première année une part significative de l'horaire d'accompagnement personnalisé est consacrée à une maîtrise des fondamentaux en mathématiques. Les deux heures hebdomadaires peuvent être annualisées.

(8) : En deuxième année, une part significative de l'horaire d'accompagnement personnalisé est consacrée, pour les étudiants concernés, à un approfondissement des disciplines scientifiques en vue d'une poursuite d'étude. L'horaire hebdomadaire (1,5H) peut être annualisé.

(9) : Pris en charge par deux enseignants Anglais et STI (1H par semaine) et Mathématiques et STI (0,5H par semaine)

ANNEXE IV – Règlement d'examen

RÈGLEMENT D'EXAMEN

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 professionnelle continue (établissements 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 (établissement privé) Au titre de leur expérience professionnelle Enseignement à distance.		
Nature des épreuves	Unités	Coef.	Forme	Durée	Forme	Forme	Durée
E1 – Culture générale et expression	U1	3	Ponctuelle écrite	4 h	CCF 3 situations	Ponctuelle écrite	4h
E2 – Langue vivante étrangère 1 : Anglais (1)	U2	2	CCF 2 situations		CCF 2 situations	Ponctuelle orale	Compréhension 30 min Expression 15 min
E3 – Mathématiques et Physique – Chimie							
Sous-épreuve : Mathématiques	U31	2	CCF 2 situations		CCF 2 situations	Ponctuelle écrite	2 h
Sous-épreuve : Physique - Chimie	U32	2	CCF 1 situation		CCF 1 situation	ponctuelle pratique	2 h
E4 – Conception préliminaire	U4	6	Ponctuelle écrite	6H	Ponctuelle écrite	Ponctuelle écrite	6H
E5 – Projet industriel de conception et d'initialisation de processus	U5	8	Ponctuelle pratique et orale	45 min	CCF 1 situation	Ponctuelle orale	45 min
E6 – Réponse à une affaire – Gestion de réalisation							
Sous-épreuve : Projet collaboratif d'optimisation d'un produit et d'un processus	U61	3	CCF 1 situation		CCF 1 situation	Ponctuelle pratique	4H
Sous-épreuve : Gestion et suivi de réalisation en entreprise	U62	3	CCF 1 situation		CCF 1 situation	Ponctuelle orale	30 min
EF1 – Langue vivante facultative (2) (3)	UF1		Ponctuelle orale	20 min de préparation + 20 min	Ponctuelle orale	Ponctuelle orale	20 min de préparation + 20 min

(1) : La deuxième situation de CCF d'expression et interaction orales en anglais peut être co-organisée avec la sous-épreuve « Gestion et suivi de réalisation en entreprise » (unité U62).

(2) : La langue vivante choisie au titre de l'épreuve facultative est obligatoirement différente de l'anglais.

(3) : Seuls les points au-dessus de la moyenne sont pris en compte.

ANNEXE V – Définition des épreuves

Épreuve E1 (Unité 1) – Culture générale et expression (Coefficient 3)

Cette épreuve est commune aux deux options

1. Objectif de l'épreuve

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

L'évaluation a donc pour but de 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.

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

2. Formes de l'évaluation

2.1 - Forme ponctuelle

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 menées dans l'année en cours de "Culture générale et expression".

La note globale est ramenée à une note sur 20 points.

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

2.2 - Contrôle en cours de formation

L'unité de "Culture générale et expression" est constituée de trois situations d'évaluation. Les deux premières, de poids identiques, sont relatives à l'évaluation de la capacité du candidat à appréhender et à réaliser un message écrit.

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

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

b) 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).

c) 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) :

- a) Objectif général : Évaluation de la capacité du candidat à appréhender et à réaliser un message écrit.
- b) 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.
- c) 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

- a) Objectif général : Évaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.
- b) 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...).
- c) 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.

Épreuve E2 (Unité 2) – Langue vivante étrangère 1 : Anglais (Coefficient 2)

Cette épreuve est commune aux deux options

1. Finalités et objectifs

L'épreuve a pour but d'évaluer **au niveau B2** les activités langagières suivantes :

- compréhension de l'oral ;
- expression orale en continue et en interaction.

2. Formes de l'évaluation

2.1. Contrôle en cours de formation, deux situations d'évaluation

Première situation d'évaluation : évaluation de la compréhension de l'oral, durée 30 minutes maximum sans préparation, au cours du deuxième ou du troisième trimestre de la deuxième année.

- **Organisation de l'épreuve**

Les enseignants organisent cette situation d'évaluation au moment où ils jugent que les étudiants sont prêts et sur des supports qu'ils sélectionnent. Cette situation d'évaluation est organisée formellement pour chaque étudiant ou pour un groupe d'étudiants selon le rythme d'acquisition, en tout état de cause avant la fin du troisième semestre. Les notes obtenues ne sont pas communiquées aux étudiants et aucun rattrapage n'est prévu.

- **Passation de l'épreuve**

Le titre de l'enregistrement est communiqué au candidat. On veillera à ce qu'il ne présente pas de difficulté particulière. Trois écoutes espacées de 2 minutes d'un document audio ou vidéo dont le candidat rendra compte par écrit ou oralement **en français**.

- **Longueur des enregistrements**

La durée de l'enregistrement n'excédera pas trois minutes. Le recours à des documents authentiques nécessite parfois de sélectionner des extraits un peu plus longs (d'où la limite supérieure fixée à 3 minutes) afin de ne pas procéder à la coupure de certains éléments qui facilitent la compréhension plus qu'ils ne la compliquent.

- **Nature des supports**

Les documents enregistrés, audio ou vidéo, seront de nature à intéresser un étudiant en STS sans toutefois présenter une technicité excessive. On peut citer, à titre d'exemple, les documents relatifs à l'emploi (recherche et recrutement), à la sécurité et à la santé au travail, à la vie en entreprise, à la diversité et à la mixité dans le monde professionnel, à la formation professionnelle, à la prise en compte par l'industrie des questions relatives à l'environnement, au développement durable, etc. Il pourra s'agir de monologues, dialogues, discours, discussions, émissions de radio, extraits de documentaires, de films, de journaux télévisés.

Il ne s'agira en aucune façon d'écrit oralisé ni d'enregistrements issus de manuels. On évitera les articles de presse ou tout autre document conçu pour être lu.

Deuxième situation d'évaluation : évaluation de l'expression orale en continu et de l'interaction en anglais pouvant être associée à la soutenance de stage et partagée avec **la sous-épreuve « Gestion et suivi de réalisation en entreprise » (Unité U62)**, au cours de la deuxième année (durée indicative 5 + 10 minutes).

- **Expression orale en continu (durée indicative 5 minutes)**

Cette épreuve prend appui sur trois documents en langue anglaise, d'une page chacun, qui illustrent le thème du stage ou de l'activité professionnelle et annexés au rapport : un document technique et deux extraits de la presse écrite ou de sites d'information scientifique ou généraliste. Le premier est en lien direct avec le contenu technique ou scientifique du stage (ou de l'activité professionnelle), les deux

autres fournissent une perspective complémentaire sur le sujet. Il peut s'agir d'articles de vulgarisation technologique ou scientifique, de commentaires ou témoignages sur le champ d'activité, ou de tout autre texte qui induisent une réflexion sur le domaine professionnel concerné, à partir d'une source ou d'un contexte anglophone. Les documents iconographiques ne représenteront au plus qu'un tiers de la page.

Le candidat fera une présentation structurée des trois documents ; il mettra en évidence le thème et les points de vue qu'ils illustrent, en soulignant les aspects importants et les détails pertinents du dossier (cf. descripteurs du niveau B2 du CECRL pour la production orale en continu).

- **Expression orale en interaction (10 minutes minimum)**

Pendant l'entretien, l'examineur prendra appui sur le dossier documentaire présenté par le candidat pour l'inviter à développer certains aspects et lui donner éventuellement l'occasion de défendre un point de vue. Il pourra lui demander de préciser certains points et en aborder d'autres qu'il aurait omis.

On laissera au candidat tout loisir d'exprimer son opinion, de réagir et de prendre l'initiative dans les échanges (cf. descripteurs du niveau B2 du CECRL pour l'interaction orale).

2.2. Forme ponctuelle.

Les modalités de passation de l'épreuve, la définition de la longueur des enregistrements et de la nature des supports pour la compréhension de l'oral et l'expression orale en continue et en interaction ainsi que le coefficient sont identiques à ceux du contrôle en cours de formation.

1. **Compréhension de l'oral** : 30 minutes sans préparation
Modalités : Cf. Première situation d'évaluation du CCF ci-dessus.
2. **Expression orale en continu et en interaction** : 15 minutes.
Modalités : Cf. Deuxième situation d'évaluation du CCF ci-dessus.

Épreuve E3 – Mathématiques et Physique – Chimie Unité U31 – Mathématiques (Coefficient 2)
--

Cette sous-épreuve est commune aux deux options

1. Finalités et objectifs

La sous-épreuve de mathématiques a pour objectifs d'évaluer :

- la solidité des connaissances et des compétences des étudiants et leur capacité à les mobiliser dans des situations variées ;
- leurs capacités d'investigation ou de prise d'initiative, s'appuyant notamment sur l'utilisation de la calculatrice ou de logiciels ;
- leur aptitude au raisonnement et leur capacité à analyser correctement un problème, à justifier les résultats obtenus et à apprécier leur portée ;
- leurs qualités d'expression écrite et/ou orale.

2. Contenu de l'évaluation

L'évaluation est conçue comme un sondage probant sur des contenus et des capacités du programme de mathématiques.

Les sujets portent principalement sur les domaines mathématiques les plus utiles pour résoudre un problème en liaison avec les disciplines technologiques ou la physique-chimie. Lorsque la situation s'appuie sur d'autres disciplines, aucune connaissance relative à ces disciplines n'est exigible des candidats et toutes les indications utiles doivent être fournies.

3. Formes de l'évaluation

3.1 - Contrôle en cours de formation (C.C.F.)

Le contrôle en cours de formation comporte deux situations d'évaluation. Chaque situation d'évaluation, d'une durée de cinquante-cinq minutes, fait l'objet d'une note sur 10 points coefficient 1.

Elle se déroule lorsque le candidat est considéré comme prêt à être évalué à partir des capacités du programme. Toutefois, la première situation doit être organisée avant la fin de la première année et la seconde avant la fin de la deuxième année.

Chaque situation d'évaluation comporte un ou deux exercices avec des questions de difficulté progressive. Il s'agit d'évaluer les aptitudes à mobiliser les connaissances et compétences pour résoudre des problèmes, en particulier :

- s'informer ;
- chercher ;
- modéliser ;
- raisonner, argumenter ;
- calculer, illustrer, mettre en œuvre une stratégie ;
- communiquer.

L'un au moins des exercices de chaque situation comporte une ou deux questions dont la résolution nécessite l'utilisation de logiciels (implantés sur ordinateur ou calculatrice). La présentation de la résolution de la (les) question(s) utilisant les outils numériques se fait en présence de l'examineur. Ce type de question permet d'évaluer les capacités à illustrer, calculer, expérimenter, simuler, programmer, émettre des conjectures ou contrôler leur vraisemblance. Le candidat porte ensuite par écrit sur une fiche à compléter, les résultats obtenus, des observations ou des commentaires.

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

- la situation d'évaluation ;
- les copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- la grille d'évaluation de la situation, dont le modèle est national, avec une proposition de note sur 10 points.

Première situation d'évaluation

Elle permet l'évaluation, par sondage, des contenus et des capacités associés aux modules du programme de mathématiques suivants :

- **Fonctions d'une variable réelle**, à l'exception des paragraphes « *Approximation locale d'une fonction* » et « *Courbes paramétrées* ».
- **Calcul intégral**, à l'exception du paragraphe « Formule d'intégration par parties ».
- **Statistique descriptive**.
- **Probabilités 1**.
- **Probabilités 2**, à l'exception du paragraphe « *Exemples de processus aléatoires* ».

Deuxième situation d'évaluation

Elle permet l'évaluation, par sondage, des contenus et des capacités associés aux modules du programme de mathématiques suivants :

- **Équations différentielles**.
- **Statistique inférentielle**.
- **Configurations géométriques**.
- **Calcul vectoriel**.

À l'issue de la seconde situation d'évaluation, l'équipe pédagogique adresse au jury la proposition de note sur 20 points, accompagnée des deux grilles d'évaluation. Les dossiers décrits ci-dessus, relatifs aux situations d'évaluation, sont tenus à la disposition du jury et des autorités académiques jusqu'à la session suivante. Le jury peut en exiger la communication et, à la suite d'un examen approfondi, peut formuler toutes remarques et observations qu'il juge utile pour arrêter la note.

3.2 - Forme ponctuelle

Sous-épreuve écrite d'une durée de deux heures.

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

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

L'utilisation des calculatrices pendant la sous-épreuve est autorisée.

Épreuve E3 – Mathématiques et Physique – Chimie
Unité U32 – Physique – Chimie
(Coefficient 2)

Cette sous-épreuve est commune aux deux options

1. L'évaluation par contrôle en cours de formation (CCF)

Principe

Le contrôle en cours de formation a pour objectif d'évaluer l'étudiant dans le cadre d'une démarche scientifique menée au laboratoire de physique-chimie en lien avec les enseignements et tâches professionnels. C'est une évaluation certificative qui sert à valider la maîtrise des compétences associées à la situation d'évaluation. Il s'agit de valider les compétences qui sont visées au stade final d'un domaine de formation d'un étudiant sans qu'il soit forcément nécessaire d'attendre la fin de toute la formation.

L'étudiant est évalué sur les six compétences suivantes :

- **s'approprier** : l'étudiant s'approprie la problématique du travail à effectuer et l'environnement matériel à l'aide d'une documentation ;
- **analyser** : l'étudiant justifie ou propose un protocole, propose un modèle ou justifie sa validité, choisit et justifie les modalités d'acquisition et de traitement des mesures ;
- **réaliser** : l'étudiant met en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité ;
- **valider** : l'étudiant identifie des sources d'erreur, estime l'incertitude sur les mesures à partir d'outils fournis, analyse de manière critique les résultats et propose éventuellement des améliorations de la démarche ou du modèle ;
- **communiquer** : l'étudiant explique ses choix et rend compte de ses résultats sous forme écrite et orale ;
- **être autonome et faire preuve d'initiative** : l'étudiant exerce son autonomie et prend des initiatives avec discernement et responsabilité.

Conditions de mise en œuvre des compétences évaluées

Le sujet doit offrir la possibilité d'évaluer l'étudiant sur les six compétences dans une mise en œuvre explicitée ci-dessous.

Compétence	Conditions de mise en œuvre	Exemples de capacités et d'attitudes (non exhaustives)
S'approprier	Sujet contextualisé, c'est-à-dire fondé sur un système ou sur une problématique. Des documentations diverses concernant l'objet de l'étude et le matériel scientifique doivent être fournies en volume raisonnable.	<ul style="list-style-type: none"> - énoncer une problématique à caractère scientifique ou technologique. - définir des objectifs qualitatifs ou quantitatifs. - rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation.
Analyser	Le sujet doit permettre une diversité des approches expérimentales et le matériel à disposition doit être suffisamment varié pour offrir plusieurs possibilités à l'étudiant. Les documentations techniques sont mises à disposition.	<ul style="list-style-type: none"> - formuler une hypothèse. - évaluer l'ordre de grandeur des grandeurs physico-chimiques impliquées et de leurs variations. - proposer une stratégie pour répondre à la problématique. - proposer une modélisation. - choisir, concevoir ou justifier un protocole ou un dispositif expérimental.
Réaliser	Le sujet doit permettre à l'examineur d'observer la maîtrise globale de certaines opérations techniques et l'attitude appropriée	<ul style="list-style-type: none"> - évoluer avec aisance dans l'environnement du laboratoire. - respecter les règles de sécurité.

	de l'étudiant dans l'environnement du laboratoire.	<ul style="list-style-type: none"> - organiser son poste de travail. - utiliser le matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée. - exécuter un protocole. - effectuer des mesures et évaluer les incertitudes associées.
Valider	Le sujet doit permettre de s'assurer que l'étudiant est capable d'analyser de manière critique des résultats et de répondre à la problématique.	<ul style="list-style-type: none"> - exploiter et interpréter de manière critique les observations, les mesures. - valider ou infirmer les hypothèses établies dans la phase d'analyse. - proposer des améliorations de la démarche ou du modèle.
Communiquer	L'étudiant explique ses choix et rend compte de ses résultats sous forme écrite ou orale, à des moments identifiés dans le sujet.	<ul style="list-style-type: none"> - présenter les mesures de manière adaptée (courbe, tableau, etc.). - utiliser les notions et le vocabulaire scientifique adaptés. - utiliser les symboles et unités adéquats. - présenter, formuler une proposition, une argumentation, une synthèse ou une conclusion de manière cohérente, complète et compréhensible, à l'écrit et à l'oral.
Être autonome, faire preuve d'initiative	Cette compétence est mobilisée sur l'ensemble de la sous-épreuve en participant à la définition du niveau de maîtrise des autres compétences.	<ul style="list-style-type: none"> - travailler en autonomie. - mener à bien une tâche sans aide de l'enseignant. - demander une aide de manière pertinente.

La sous-épreuve est une tâche complexe qu'un étudiant de niveau moyen aura à mener en mobilisant des connaissances, des capacités et des attitudes face à une situation qui nécessite, pour être traitée, l'usage de matériel de laboratoire ou d'un ordinateur.

Le sujet s'appuie sur une situation concrète ou sur une problématique représentative d'une réalité technologique en lien avec le domaine professionnel de la STS. Des documentations diverses concernant l'objet de l'étude et le matériel scientifique sont fournies en volume raisonnable.

L'énoncé du sujet commence par une courte description d'une situation concrète et propose ou invite à un questionnement. Des informations complémentaires (listes de plusieurs protocoles, résultats expérimentaux) peuvent être fournies de manière à circonscrire le champ de l'étude ou de l'expérimentation.

L'informatique doit fournir aux étudiants les outils nécessaires au traitement des données et à l'évaluation des incertitudes sans qu'ils soient conduits à entrer dans le détail des outils mathématiques utilisés.

Tout au long de la sous-épreuve, l'étudiant doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative. Lors des appels, l'examineur peut conforter l'étudiant dans ses choix ou lui apporter une aide adaptée de manière à évaluer les compétences mobilisées par le sujet, même quand l'étudiant n'est pas parvenu à réaliser certaines tâches. Ces aides peuvent être formalisées lors de la conception de la situation d'évaluation. La nature de l'aide apportée influe sur le niveau d'évaluation de la compétence.

Quelques incontournables :

- le sujet laisse une place importante à l'initiative et à l'autonomie ; le sujet ne doit pas donner lieu à un travail expérimental principalement centré sur les techniques de laboratoire. En effet, il ne s'agit pas de valider uniquement des capacités techniques mais d'évaluer les compétences des étudiants, dans le cadre d'une sous-épreuve expérimentale où ils sont amenés à raisonner, à valider, à argumenter et à exercer leur esprit d'analyse pour faire des choix et prendre des décisions dans le domaine de la pratique du laboratoire ;
- les documents proposés ne doivent pas être trop longs à lire et à exploiter ;
- les productions attendues des étudiants doivent être clairement explicitées dans le sujet.

2. L'évaluation par épreuve ponctuelle pratique (durée 2 heures)

Les objectifs de l'épreuve et les critères d'évaluation sont les mêmes que ceux définis dans le cadre de la validation par contrôle continu en cours de formation.

L'épreuve ponctuelle correspond à une tâche complexe mobilisant des connaissances, des capacités et des attitudes associées à un ou plusieurs objectifs de la formation dispensée en BTS CPI. Les objectifs visés sont ceux qui prévalent dans les épreuves proposées aux candidats sous statut scolaire lors de la validation en cours de formation. L'usage de matériel de laboratoire ou d'un ordinateur est requis pour traiter la tâche proposée.

Le jury est constitué d'un enseignant de physique-chimie en charge de cet enseignement en BTS CPI.

L'épreuve ponctuelle est organisée par un établissement public proposant le BTS CPI.

3. Une grille d'évaluation

Une grille d'évaluation est proposée dans le souci d'une homogénéisation des intitulés des compétences mobilisées dans la démarche scientifique en physique-chimie du collège au niveau Bac+2. Elle constitue un outil d'aide à la conception de sujets de CCF en STS, en affirmant le niveau d'exigence dans ces sections et la nécessité d'éviter des évaluations uniquement centrées sur la maîtrise du geste technique.

Cette grille fait apparaître des items rattachés aux compétences. Toutes les compétences doivent être évaluées sur l'ensemble des situations de CCF.

L'évaluation permet d'apprécier, selon quatre niveaux décrits ici de manière assez générale, le degré de maîtrise par l'étudiant de chacune des compétences évaluées dans le sujet.

Niveau A : l'étudiant a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet. En cas de difficulté qu'il sait identifier et formuler par lui-même, l'étudiant sait tirer profit de l'intervention de l'examineur pour apporter une réponse par lui-même.

Niveau B : l'étudiant a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet mais avec quelques interventions de l'examineur concernant des difficultés ou erreurs non identifiées par l'étudiant lui-même mais résolues par lui une fois soulignées par l'examineur :

- après avoir réfléchi suite à un questionnement ouvert mené par l'examineur ;
- ou par l'apport d'une solution partielle.

Niveau C : l'étudiant reste bloqué dans l'avancement des tâches demandées, malgré les questions posées par l'examineur. Des éléments de solutions lui sont apportés, ce qui lui permet de poursuivre les tâches.

Niveau D : l'étudiant n'a pas été en mesure de réaliser les tâches demandées malgré les éléments de réponses apportés par l'examineur. Cette situation conduit l'examineur à fournir une solution complète de la tâche.

Il est légitime qu'un étudiant demande des précisions sur les tâches à effectuer, sans pour autant qu'il soit pénalisé. L'étudiant doit être rassuré à ce niveau, ce qui doit lui permettre de dialoguer sereinement avec l'examineur.

En tout état de cause, lorsqu'une erreur ou une difficulté de l'étudiant est constatée :

- le professeur doit tout d'abord lui poser une ou plusieurs questions ouvertes dans le but de l'amener à reprendre seul le fil de la sous-épreuve ;
- si cela n'a pas suffi, le professeur donne un ou plusieurs éléments de solution ;
- si cela est encore insuffisant, le professeur donne, sans l'expliquer, la solution qui va permettre la poursuite de la sous-épreuve.

4. Une nécessaire préparation

Les étudiants doivent être formés à cette démarche tout au long des deux années de formation et le professeur doit donc leur proposer des activités permettant la mise en œuvre des compétences dans l'esprit décrit précédemment.

Cachet ou nom du centre d'examen

Épreuve E3 – Mathématiques et Physique – Chimie

Sous-épreuve E31 – Physique – Chimie

FICHE D'ÉVALUATION CCF N°... - Coefficient : 1

Candidat : NOM, Prénom :

Sujet n° : Dénomination :

Date de l'évaluation : Durée :

Domaines d'évaluation : indiquer les compétences évaluées par le sujet

S'approprier		A	B	C	D
<input type="checkbox"/>	Comprendre la problématique du travail à réaliser				
<input type="checkbox"/>	Adopter une attitude critique vis-à-vis de l'information				
<input type="checkbox"/>	Dégager une problématique scientifique				
<input type="checkbox"/>	Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique				
Analyser		A	B	C	D
<input type="checkbox"/>	Choisir ou concevoir un protocole/dispositif expérimental				
<input type="checkbox"/>	Formuler une hypothèse				
<input type="checkbox"/>	Relier qualitativement ou quantitativement différentes informations				
<input type="checkbox"/>	Proposer une stratégie pour répondre à la problématique				
<input type="checkbox"/>	Mobiliser des connaissances dans le domaine disciplinaire				
Réaliser		A	B	C	D
<input type="checkbox"/>	Organiser le poste de travail				
<input type="checkbox"/>	Régler le matériel/ le dispositif choisi ou mis à disposition				
<input type="checkbox"/>	Mettre en œuvre la stratégie proposée				
<input type="checkbox"/>	Effectuer des relevés expérimentaux pertinents				
<input type="checkbox"/>	Manipuler dans le respect des règles de sécurité				
Valider		A	B	C	D
<input type="checkbox"/>	Critiquer un résultat, un protocole ou une mesure				
<input type="checkbox"/>	Exploiter et interpréter des observations, des mesures				
<input type="checkbox"/>	Valider ou infirmer une information, une hypothèse, un modèle				
Communiquer		A	B	C	D
<input type="checkbox"/>	Utiliser le vocabulaire scientifique, les symboles et les unités de manière appropriée				
<input type="checkbox"/>	Rendre compte des observations et des résultats				
<input type="checkbox"/>	Formuler une conclusion				
<input type="checkbox"/>	Expliquer, représenter, argumenter, commenter				
< Cocher les indicateurs d'évaluation retenus en fonction du problème à traiter Commentaires et appréciation générale : (utiliser le verso de la fiche si nécessaire)		Note proposée au jury CCF n°... : /20			
Évaluateur : Nom	Prénom	Qualité	Établissement	Émargement	

Critères d'évaluation

Le sujet doit mettre le candidat en situation d'être évalué dans chacun des six premiers domaines et l'évaluation doit permettre de classer la performance de l'élève pour chacune de ces compétences sur quatre niveaux.

- Niveau A : le candidat réalise seul l'ensemble du travail demandé.
- Niveau B : le candidat réalise l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante avec une aide limitée du professeur évaluateur.
- Niveau C : le candidat parvient à réaliser une partie du travail demandé avec l'aide du professeur évaluateur.
- Niveau D: le candidat est incapable de faire quoi que ce soit malgré l'aide du professeur évaluateur.

Afin de permettre à l'évaluateur de déterminer pour chaque domaine de compétences le niveau du candidat, le sujet laissera la place à l'initiative mais comportera des compléments et des aides que l'examineur pourra proposer aux candidats selon leurs besoins.

Épreuve E4 – Conception préliminaire Unité U4 (Coefficient 6)
--

Cette épreuve est commune aux deux options

1. Objectif de l'épreuve

Cette épreuve permet de valider tout ou partie des compétences :

- **C6** – Interpréter un dossier préliminaire de conception ;
- **C8** – Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation.

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne "Indicateurs de performance" des tableaux décrivant les compétences.

Il est rappelé que l'évaluation se fait sur toutes les dimensions (savoirs, savoir-faire, attitudes) de la compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de l'épreuve

Le support est une étude de conception préliminaire issue de l'entreprise répondant à un besoin de conception ou de modification de tout ou partie d'un ensemble mécanique.

Le questionnement est relatif à des problèmes techniques réels.

Pour cette épreuve E4, les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches :

- **A1-T1** : Analyser le dossier de conception préliminaire d'une affaire ;
- **A1-T2** : Étudier la faisabilité technique, humaine et organisationnelle d'un processus prévisionnel ;
- **A1-T4** : Fournir les éléments techniques permettant d'établir le devis estimatif et les argumenter ;
- **A1-T5** : Élaborer le dossier contractuel de réalisation destiné au client.

3. Formes de l'évaluation

Épreuve écrite d'une durée de 6 heures

Une fiche nationale d'évaluation par compétence, mise au point par l'inspection générale, est diffusée aux services rectoraux des examens et concours. Seule cette dernière sera systématiquement utilisée pour la correction de cette épreuve.

Épreuve E5 – Projet industriel de conception et d’initialisation de processus Unité U5 (Coefficient 8)

Cette épreuve est spécifique à chacune des options

1. Objectif de l’épreuve

Cette épreuve permet d’apprécier l’aptitude du candidat à :

- **C2** - Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance ;
- **C5** - Élaborer et/ou participer à l’élaboration d’un cahier des charges fonctionnel ;
- **C9** - Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble unitaire ;
- **C10** - Définir des processus de réalisation ;
- **C11** - Définir et mettre en œuvre des essais réels et/ou simulés ;
- **C13** - Proposer des améliorations technico-économiques et environnementales du processus de réalisation ;
- **C14** - Planifier une réalisation ;
- **Ca17** - Définir un protocole de contrôle en cours de production ou **Cb17** - Définir un plan de surveillance de la production d'une pièce, selon l’option.

Les indicateurs d’évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne "Indicateurs de performance" des tableaux décrivant les compétences.

Il est rappelé que l’évaluation se fait sur toutes les dimensions (savoirs, savoir-faire, attitudes) de la compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de l’épreuve

Le dossier-sujet est un dossier technique numérique relatif à un projet réel, industriel de réalisation d’un ensemble mécanique (**unitaire pour l’option a et en petite-moyenne série renouvelable pour l’option b**).

Pour cette épreuve U5, les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches relatives aux activités :

- **A1-T1** : Analyser le dossier de conception préliminaire d’une affaire ;
- **A2-T1** : Concevoir et décrire un processus prévisionnel de réalisation et de contrôle dans le cas d’une production sérielle ou unitaire ;
- **A2-T2** : Concevoir, dans les cas appropriés, un porte-pièce spécifique (réalisation, contrôle, assemblage) et/ou un porte-outil ou collaborer à la conception détaillée d’un ensemble unitaire ;
- **A2-T3** : Valider tout ou partie du processus par la simulation et/ou l’expérimentation ;
- **A2-T4** : Optimiser le processus ;
- **A2-T5** : Définir le cahier des charges des moyens de production et de sous-traitance des procédés ;
- **A3-T1** : Tester le processus ;
- **A3-T2** : Rechercher l’optimum des paramètres ;
- **A3-T3** : Proposer des améliorations du processus en termes de coûts, qualité et délais ;
- **A3-T4** : Établir le planning prévisionnel des réalisations ;
- **A3-T5** : Définir des indicateurs de suivi ;
- **A4-T5** : S’assurer de l’application du plan sécurité (QHSE) et des certifications de l’entreprise.

Le support de l’épreuve est un projet technique réel de conception et d’initialisation d’un processus de production d’une durée de 120H, auquel contribue le candidat, et un dossier numérique de présentation qu’il réalise. Les projets seront validés lors d’une commission académique ou inter académique d’approbation présidée par un IA-IPR responsable de la filière lors du premier trimestre de la deuxième année.

Le dossier numérique de présentation réalisé par le candidat est transmis selon une procédure mise en place par chaque académie et à une date fixée dans la circulaire d’organisation de l’examen. Le contrôle de conformité du dossier est effectué selon des modalités définies par les autorités académiques avant l’interrogation. La constatation de non-conformité du dossier entraîne l’attribution de la mention « non valide » à l’épreuve correspondante. Le candidat, même présent à la date de l’épreuve, ne peut être interrogé. En conséquence, le diplôme ne peut lui être délivré.

Dans le cas où, le jour de l'interrogation, le jury a un doute sur la conformité du dossier, il interroge néanmoins le candidat. L'attribution de la note est réservée dans l'attente d'une nouvelle vérification mise en œuvre selon des modalités définies par les autorités académiques. Si, après vérification, le dossier réalisé par le candidat est déclaré non conforme, la mention « non valide » est portée à l'épreuve.

La non-conformité du rapport réalisé par le candidat peut être prononcée dès lors qu'une des situations suivantes est constatée :

- absence de dépôt du dossier réalisé par le candidat ;
- dépôt du dossier réalisé par le candidat au-delà de la date fixée par la circulaire d'organisation de l'examen ou de l'autorité organisatrice.

3. Formes de l'évaluation

3.3 - Forme ponctuelle

Épreuve pratique et orale d'une durée de 45 minutes

Le questionnement de l'évaluation est relatif aux problèmes techniques réels abordés dans le cadre d'un projet d'une durée de 120 heures maxi réparties sur une période maximale de 8 semaines consécutives au sein de l'établissement de formation.

L'évaluation comporte deux parties.

- **Partie 1** : le travail réalisé pendant la phase de projet fait l'objet d'une évaluation par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels et permet de valider tout ou partie des compétences **C2, C5, C9, C10 et C11**. Elle compte pour moitié de la note finale ;
- **Partie 2** : une soutenance orale d'une durée de 45 minutes (20 min maxi de présentation, 25 min maxi d'entretien) devant une commission d'interrogation permet de valider tout ou partie des compétences **C13, C14 et C17 (a ou b suivant l'option)**. Cette soutenance se déroule dans une salle équipée de moyens de communication numérique. Le candidat présente, à sa convenance, le travail réalisé durant la phase projet. Elle compte pour moitié de la note finale.

La commission d'interrogation de la soutenance évalue la partie 2, prend en compte la proposition de note de la partie 1 et attribue la note globale de l'épreuve. **La commission reste maîtresse de la note globale**. Une fiche type d'évaluation du travail réalisé, rédigée et mise à jour par l'inspection générale est diffusée aux services rectoraux des examens et concours. Seule cette dernière sera systématiquement transmise au jury.

La commission d'interrogation est composée de deux professeurs des enseignements technologiques et d'un professionnel. Exceptionnellement la commission peut statuer en l'absence du professionnel.

L'évaluation des parties 1 et 2 s'effectue sur la base du contenu de l'épreuve défini au paragraphe 2.

Pour chaque candidat, l'équipe pédagogique doit constituer un dossier décrivant la partie 1 et comprenant :

- l'ensemble des documents remis au candidat pour mener le travail demandé ;
- une fiche contenant l'ensemble des moyens mis à la disposition du candidat ;
- les documents matériels et numériques remis par le candidat à l'issue de cette évaluation ;
- la fiche d'évaluation du travail réalisé renseignée pour les compétences C2, C5, C9, C10 et C11.

L'ensemble du dossier décrit ci-dessus relatif à l'évaluation de l'épreuve est tenu à la disposition de la commission d'évaluation et de l'autorité rectorale jusqu'à la session suivante. La commission d'interrogation, à la suite d'un examen approfondi, formule toute remarque et observation qu'elle juge utile et arrête la note définitive.

Pour les candidats individuels l'épreuve a les mêmes objectifs d'évaluation des compétences **C2, C5, C9, C10, C11, C13, C14 et C17 (a ou b suivant l'option)**. Pour ces candidats l'épreuve se déroule dans un centre d'examen. Le dossier-sujet, fourni au candidat 8 semaines avant la date de remise des dossiers numériques réalisés par les candidats fixée par la circulaire d'organisation de l'examen (voir paragraphe 2. Contenu de l'épreuve), comporte des fichiers informatiques dont le format est imposé par l'autorité académique.

3.4 - Contrôle en cours de formation

Une situation d'évaluation

Le travail réalisé pendant la phase de projet fait l'objet d'une évaluation par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels et permet de valider tout ou partie des compétences **C2, C5, C9, C10, C11, C13, C14 et C17 (a ou b suivant l'option)**.

L'évaluation s'effectue sur la base du contenu de l'épreuve défini au paragraphe 2. L'évaluation est organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels. La période choisie pour l'évaluation se situe pendant le dernier semestre de la formation et peut être différente pour chaque candidat.

L'organisation de l'évaluation est de la responsabilité de l'équipe pédagogique.

Pour chaque candidat l'équipe doit constituer un dossier comprenant :

- l'ensemble des documents remis au candidat pour mener le travail demandé ;
- une fiche contenant l'ensemble des moyens mis à la disposition du candidat ;
- les documents matériels et numériques remis par le candidat à l'issue de cette évaluation ;
- la fiche d'évaluation du travail réalisé ;
- pour le questionnement oral, les points traités qui seront précisés sur la fiche d'évaluation.

Pour la situation d'évaluation, l'équipe pédagogique utilise exclusivement la fiche-type proposée en fonction des compétences à valider. Aucun autre type de fiche ne doit être utilisé.

L'ensemble du dossier décrit ci-dessus relatif à la situation d'évaluation est tenu à la disposition du jury et de l'autorité rectorale jusqu'à la session suivante. Le jury peut éventuellement en exiger l'envoi avant délibération afin de le consulter. À la suite d'un examen approfondi, il formule toute remarque et observation qu'il juge utile et arrête la note définitive.

Épreuve E6 – Réponse à une affaire – Gestion de réalisation
Sous-épreuve : Projet collaboratif d'optimisation d'un produit et d'un processus
Unité U61
(Coefficient 3)

Cette sous-épreuve est spécifique à chacune des options

1. Objectif de la sous-épreuve

Cette sous-épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- **C4** - S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques ;
- **C7** - Participer à un processus collaboratif d'optimisation de la conception et de la réalisation d'un produit.

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne "Indicateurs de performance" des tableaux décrivant les compétences.

Il est rappelé que l'évaluation se fait sur toutes les dimensions (savoirs, savoir-faire, attitudes) de la compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de la sous-épreuve

Le dossier-sujet est un dossier technique numérique fourni, par les équipes pédagogiques, à partir de projets :

- industriels réels ;
- industriels menés par les étudiants des années précédentes ;
- proposés par une entreprise ou réalisés dans une entreprise (cas particulier de l'apprentissage notamment).

Pour cette sous-épreuve, les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches :

- **A1-T2** : Étudier la faisabilité technique, humaine et organisationnelle d'un processus prévisionnel en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaire ;
- **A1-T3** : Collaborer à la conception des produits avec des spécialistes de la conception et la réalisation pour optimiser la relation « produits – matériaux – procédés – processus – coûts ».

Le support de la sous-épreuve est un support numérique de présentation réalisé par le groupe projet auquel appartient le candidat, relatif à un projet réel de conception collaborative d'un système à dominante mécanique. Le support de présentation :

- décrit et justifie les modifications techniques de tout ou partie d'un produit mécanique (sous-ensemble, pièce) optimisé suite à une recherche collaborative menée entre des spécialistes de la conception et de la réalisation. Cette optimisation porte sur un ou plusieurs critères identifiés (techniques, économiques, écologiques...);
- décrit les outils de travail collaboratif mis en œuvre, les itérations de conception et les procédures réalisées pour inclure l'avis d'un spécialiste de conception et des spécialistes-métiers concernés afin d'améliorer une solution initiale.

Le travail collaboratif proposé s'effectue dans un groupe réunissant soit :

- des candidats de BTS différents et de spécialités complémentaires ;
- des candidats étudiants d'un BTS et un ou plusieurs professionnels lorsqu'il n'est pas possible d'organiser la collaboration entre étudiants de formations complémentaires ;
- dans des situations exceptionnelles, des candidats étudiants d'un BTS et un enseignant qui peut remplacer le professionnel.

Le travail collaboratif ne peut excéder une durée d'environ 20 heures. Il s'organise autour de réunions complétées par des phases de travail personnel et des échanges à distance entre membres du groupe. Il met en œuvre les outils numériques d'information et de communication adaptés, facilitant les échanges de données, leur stockage partagé et leur mise à jour. Si cela facilite son organisation, le travail collaboratif peut être concentré sur une période courte (une ou deux semaines) en regroupant tout ou partie des heures d'enseignements professionnels. La taille des groupes dépend du support industriel proposé et des collaborations envisagées.

3. Formes de l'évaluation

3.1 - Contrôle en cours de formation

Une situation d'évaluation

L'évaluation se déroule en cours du projet et lors d'une revue de projet finale. La situation d'évaluation finale comporte une présentation orale collective et un questionnement oral individuel de 10 min.

La présentation collective, d'une durée variable adaptée à l'ampleur du projet mais ne pouvant excéder 30 minutes. Elle est organisée par les candidats ayant participé au projet collaboratif et permet de présenter le problème à résoudre, les analyses et choix collectifs proposés. Elle s'appuie sur leur dossier numérique de projet collaboratif pour présenter et justifier :

- l'analyse de la situation d'amélioration proposée ;
- les différents critères d'optimisation possibles et retenus ;
- les différentes phases de progression du projet collaboratif ;
- les résultats du travail collaboratif d'optimisation ;
- la maquette numérique correspondant à la proposition d'optimisation.

Une forte synergie est attendue et doit se concrétiser par une implication équilibrée des étudiants dans la présentation.

Dans le cas où la collaboration n'aurait pas réuni deux groupes d'étudiants de BTS, mais a donné lieu à une collaboration avec un ou plusieurs industriels ou enseignants, la présentation collective est faite uniquement par les candidats.

Un questionnement individuel de 10 minutes permettant de valider la maîtrise de l'argumentation des choix techniques.

La période choisie pour les évaluations, située pendant la deuxième année de la formation, peut être différente pour chacun des groupes projet. L'organisation de ces évaluations 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 groupe projet, un dossier comprenant :

- l'ensemble des documents remis au groupe projet pour conduire le travail demandé ;
- la description sommaire des moyens matériels et du site mis à sa disposition ;
- les documents numériques remis par le groupe projet à l'issue de cette évaluation ;
- la fiche d'évaluation individuelle du travail réalisé ;
- pour le questionnement oral, les points traités seront précisés sur la fiche d'évaluation.

Une fiche-type d'évaluation du travail réalisé, rédigée et mise à jour par l'inspection générale est diffusée aux services rectoraux des examens et concours. Seule cette dernière sera systématiquement transmise au jury.

L'ensemble du dossier décrit ci-dessus, relatif à la situation d'évaluation, est tenu à la disposition du jury et de l'autorité rectorale jusqu'à la session suivante.

3.2 - Forme ponctuelle

Sous-épreuve pratique d'une durée de 4 heures.

La sous-épreuve pratique, d'une durée de 4 heures, permet à un examinateur de vérifier le niveau de maîtrise des compétences attendues.

Pour ces candidats, c'est l'échange avec un examinateur durant toute la durée de la sous-épreuve qui permet au candidat de réaliser le travail collaboratif d'optimisation sur le produit proposé.

Le support de la sous-épreuve est un dossier numérique de projet collaboratif proposé par chaque académie. Durant les 4 heures de sous-épreuve pratique, le candidat doit :

- analyser la situation d'amélioration proposée ;
- identifier et justifier les différents critères d'optimisation possibles et retenus ;
- proposer différentes étapes de progression du projet collaboratif ;
- proposer les résultats du travail d'optimisation de la relation « produits – matériaux – procédés – processus – coûts » ;
- modifier la maquette numérique correspondant à sa proposition d'optimisation.

Pour ces candidats, la sous-épreuve se déroule dans un établissement public de formation comportant une section de techniciens supérieurs IPAP. Le dossier fourni au candidat comporte des fichiers informatiques dont le format est imposé par l'autorité académique. Les candidats auront la possibilité de prendre connaissance du matériel informatique disponible dans l'établissement avant le déroulement de la sous-épreuve.

La commission d'interrogation est composée de deux enseignants SII d'ingénierie mécanique, l'un chargé des enseignements de conception de produits et l'autre des enseignements de conception de processus.

Épreuve E6 – Réponse à une affaire – Gestion de réalisation
Sous-épreuve : Gestion et suivi de réalisation en entreprise
Unité U62
(Coefficient 3)

Cette sous-épreuve est spécifique à chacune des options

1. Objectif de la sous-épreuve

Cette sous-épreuve permet d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- **C1** - S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience ;
- **C3** - Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais ;
- **C12** - Définir et organiser les environnements de travail ;
- **C15** - Lancer et suivre une réalisation ;
- **C16** - Appliquer un plan qualité, un plan sécurité ;
- **C18 a/b** - Qualifier des moyens de réalisation en mode production / Réaliser, mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble unitaire.

Les indicateurs d'évaluation correspondant aux compétences évaluées figurent dans la colonne "Indicateurs de performance" des tableaux décrivant les compétences.

Il est rappelé que l'évaluation se fait sur toutes les dimensions (savoirs, savoir-faire, attitudes) de la compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de la sous-épreuve

Le support de la sous-épreuve est un rapport numérique d'activités (observations, analyses et études) en milieu professionnel conduites par le candidat, dans une entreprise de la filière.

Dans ce stage les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches suivantes :

- **A1-T3** : Collaborer à la conception des produits avec des spécialistes de la conception et la réalisation pour optimiser la relation « produits – matériaux – procédés – processus – coûts » ;
- **A1-T4** : Fournir les éléments techniques permettant d'établir le devis estimatif et les argumenter ;
- **A1-T5** : Élaborer le dossier contractuel de réalisation destiné au client ;
- **A2-T6** : Élaborer le dossier d'industrialisation ;
- **A3-T1** : Tester le processus ;
- **A3-T3** : Proposer des améliorations du processus en termes de coûts, qualité et délais ;
- **A4-T1** : Organiser le secteur de production et son environnement ;
- **A4-T2** : Définir les besoins humains et matériels ;
- **A4-T3** : Garantir la mise en œuvre ;
- **A4-T4** : Participer à l'amélioration continue de l'environnement de production ;
- **A4-T5** : S'assurer de l'application du plan sécurité (QHSE) et des certifications de l'entreprise ;
- **A4-T6** : Communiquer et rendre compte des activités en français et en anglais ;
- **A4-T7** : Garantir l'assemblage, participer à la mise au point d'un ensemble mécanique unitaire et effectuer les corrections avant livraison.

Le candidat rédige, à titre individuel, un rapport numérique d'une trentaine de pages, en dehors des annexes, visé par l'entreprise.

Il y consigne, en particulier :

- le compte-rendu succinct de ses activités en développant les aspects relatifs aux tâches définies ci-dessus ;
- l'analyse des situations observées, des problèmes abordés, des solutions et des démarches adoptées pour y répondre ;

- un bilan des acquis d'ordre technique, économique, organisationnel ;
- dans les annexes, trois documents en langue anglaise d'une page chacun (voir la définition de l'épreuve E2 (Unité 2)).

Ce rapport réalisé par le candidat est transmis selon une procédure définie, soit par le centre d'examen en charge du CCF soit par l'académie-pilote pour les candidats relevant de la sous-épreuve ponctuelle. Le contrôle de conformité du rapport est effectué selon des modalités définies par les autorités académiques avant l'interrogation. La constatation de non-conformité du rapport entraîne l'attribution de la mention « non valide » à la sous-épreuve correspondante. Le candidat, même présent à la date de la sous-épreuve, ne peut être interrogé. En conséquence, le diplôme ne peut lui être délivré.

Dans le cas où, le jour de l'interrogation, le jury aurait un doute sur la conformité du rapport d'activités en milieu professionnel, il interroge néanmoins le candidat. L'attribution de la note est réservée dans l'attente d'une nouvelle vérification mise en œuvre selon des modalités définies par les autorités académiques. Si, après vérification, le rapport réalisé par le candidat est déclaré non-conforme, la mention « non valide » est portée à la sous-épreuve.

La non-conformité du rapport réalisé par le candidat peut être prononcée dès lors qu'une des situations suivantes est constatée :

- absence de dépôt du dossier réalisé par le candidat ;
- dépôt du dossier réalisé par le candidat au-delà de la date fixée par la circulaire d'organisation de l'examen ou de l'autorité organisatrice ;
- durée du stage inférieure à celle requise par la réglementation de l'examen ;
- attestation de stage non visée ou non signée par les personnes habilitées à cet effet.

3. Formes de l'évaluation

3.1 - Contrôle en cours de formation

Une situation d'évaluation (durée indicative de 30 minutes)

L'évaluation est organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels ainsi que par le tuteur d'entreprise du candidat.

La période choisie pour l'évaluation se situe pendant dernier semestre de la formation et peut être différente pour chaque candidat. En cas d'absence du tuteur d'entreprise, l'équipe pédagogique peut valablement exercer sa tâche d'évaluation.

L'organisation de l'évaluation est de la responsabilité de l'équipe pédagogique.

Le candidat effectue une présentation orale argumentée, en utilisant les moyens de communication qu'il juge les plus adaptés, des activités conduites au cours de son stage en lien avec les compétences attendues. Au cours de cette présentation, d'une durée maximale de 15 minutes, les évaluateurs n'interviennent pas.

Au terme de cette prestation, les évaluateurs, qui ont examiné le rapport numérique d'activités mis à leur disposition avant le déroulement de la sous-épreuve, conduisent un entretien avec le candidat pour approfondir certains points abordés dans le rapport et dans l'exposé (durée maximale : 15 minutes).

Une fiche-type d'évaluation du travail réalisé, rédigée et mise à jour par l'Inspection Générale, est diffusée aux services rectoraux des examens et concours. Seule cette dernière sera systématiquement transmise au jury.

3.2 - Forme ponctuelle

Sous-épreuve orale d'une durée de 30 minutes

La sous-épreuve se déroule selon les mêmes modalités que celles du contrôle en cours de formation.

La commission d'interrogation est constituée de :

- un professeur (ou formateur) de la spécialité ;
- un professionnel.

En cas d'absence du professionnel, l'enseignant peut valablement exercer sa tâche d'évaluation.

Épreuve EF1 – Langue vivante facultative
Unité UF1

Épreuve orale d'une durée de 20 minutes précédée de 20 minutes de préparation.

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

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

ANNEXE VI – Tableau de correspondances entre épreuves

ANNEXE VI.a.

Correspondance entre BTS IPAP et BTS IPM

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 dispense de certaines épreuves. En aucun cas il ne signifie une correspondance point par point entre les contenus d'épreuve.

BTS IPM Créé par arrêté du 19 juillet 2006 Dernière session 2017		BTS IPAP option b Créé par le présent arrêté Première session 2018	
Épreuves ou sous-épreuves	Unités	Épreuves ou sous-épreuves	Unités
E1. Culture générale et expression	U1	E1. Culture générale et expression	U1
E2. Anglais	U2	E2. Langue vivante étrangère anglais	U2
E31. Mathématiques	U31	E31. Mathématiques	U31
E32. Sciences physiques appliquées	U32	E32. Sciences physiques	U32
E4. Étude de préindustrialisation	U4	E4. Conception préliminaire	U4
E62. Traitement d'une affaire	U62	E61. Projet collaboratif d'optimisation d'un produit et d'un processus	U61
E51. Conception de processus	U51	E5. Projet industriel de conception et d'initialisation de processus	U5
E61. Lancement d'une production	U61		
E63. Présentation du rapport de stage industriel	U63	E62. Gestion et suivi de réalisation en entreprise	U62
EF1 Langue vivante facultative	UF1	EF1 Langue vivante facultative	UF1

L'unité U5 du nouveau diplôme BTS IPAP option b est réputée acquise si la moyenne pondérée de U51 (coef. 4) et U61 (coef. 2) de l'ancien diplôme BTS IPM est supérieure à 10/20. Dans ce cas, la nouvelle note correspond à la moyenne pondérée de U51 et U61.

ANNEXE VI.b.

Correspondance entre BTS IPAP et BTS ERO

BTS ERO Créé par arrêté du 3 septembre 1997 Dernière session 2017		BTS IPAP option a Créé par le présent arrêté Première session 2018	
<i>Épreuves ou sous-épreuves</i>	<i>Unités</i>	<i>Épreuves ou sous-épreuves</i>	<i>Unités</i>
E1. Français	U1	E1. Culture générale et expression	U1
E3. Langue vivante étrangère 1	U3	E2. Langue vivante étrangère anglais	U2
E21. Mathématiques	U21	E31. Mathématiques	U31
E22. Sciences physiques	U22	E32. Sciences physiques	U32
E5 Étude technique	U5	E4. Conception préliminaire	U4
E41 Analyse et conception d'outillage	U41	E61. Projet collaboratif d'optimisation d'un produit et d'un processus	U61
E42 Définition des formes d'un outillage	U42	E5. Projet industriel de conception et d'initialisation de processus	U5
E62 Réalisation d'outillage	U62		
E61 Activités en milieu professionnel	U61	E62. Gestion et suivi de réalisation en entreprise	U62
EF2. Langue vivante étrangère 2	UF2	EF1 Langue vivante facultative	UF1

L'unité U5 du nouveau diplôme BTS IPAP option a est réputée acquise si la moyenne pondérée de U42 (coef. 2) et U62 (coef. 4) de l'ancien diplôme BTS ERO est supérieure à 10/20. Dans ce cas, la nouvelle note correspond à la moyenne pondérée de U42 et U62.

ANNEXE VI.c.

Correspondance entre épreuves des deux options du BTS IPAP

Nature des épreuves	Unités	BTS IPAP - option a Production unitaire	BTS IPAP - option b Production sérielle
E1 – Culture générale et expression	U1	Équivalent	Équivalent
E2 – Langue vivante étrangère : Anglais (1)	U2	Équivalent	Équivalent
E3 – Mathématiques et Physique – Chimie			
Sous-épreuve : Mathématiques	U31	Équivalent	Équivalent
Sous-épreuve : Physique - Chimie	U32	Équivalent	Équivalent
E4 – Conception préliminaire	U4	Équivalent	Équivalent
E5 – Projet industriel de conception et d’initialisation de processus	U5	Spécifique	Spécifique
E6 – Réponse à une affaire – Gestion de réalisation			
Sous-épreuve : Projet collaboratif d’optimisation d’un produit et d’un processus	U61	Spécifique	Spécifique
Sous-épreuve : Gestion et suivi de réalisation en entreprise	U62	Spécifique	Spécifique
EF1 – Langue vivante facultative (2) (3)	UF1		