Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Brevet de technicien supérieur

Forge

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'éducation nationale,
de l'enseignement supérieur et de la recherche

Arrêté du 16 FEV. 2016

portant définition et fixant le conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur « forge »

NOR : MENS1604060A

La ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche

Vu le code de l'éducation, notamment ses articles D.643-1 à D.643-35 ;

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

Vu l'arrêté du 3 septembre 1997 portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur « mise en forme des matériaux par forgeage » ;

Vu l'arrêté du 24 juin 2005 fixant les conditions d'obtention de dispenses d'unités au brevet de technicien supérieur ;

Vu l'arrêté du 24 juillet 2015 fixant les conditions d'habilitation à mettre en œuvre le contrôle en cours de formation en vue de la délivrance du certificat d'aptitude professionnelle, du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel, de la mention complémentaire, du brevet des métiers d'art et du brevet de technicien supérieur ;

Vu l'avis de la commission professionnelle consultative « métallurgie » en date du 17 décembre 2015 ;

Vu l'avis du Conseil National de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche du 18 janvier 2016 ;

Vu l'avis du Conseil Supérieur de l'Education du 21 janvier 2016 ;

Arrête :

Article 1er

La définition et les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur « forge » sont fixées conformément aux dispositions du présent arrêté.

Article 2

Le référentiel des activités professionnelles et le référentiel de certification sont définis en annexes I a et I b au présent arrêté.

Les unités constitutives du référentiel de certification du brevet de technicien supérieur « forge » sont définies en annexe I c au présent arrêté.

L'annexe I c précise les unités communes au brevet de technicien supérieur « forge » et à d'autres spécialités de brevet de technicien supérieur.

Article 3

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

Article 4

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

Article 5

La formation sanctionnée par le brevet de technicien « forge » comporte des stages en milieu professionnel dont les finalités et la durée exigée pour se présenter à l'examen sont précisées à l'annexe II au présent arrêté.

Article 6

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

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

Article 7

Chaque candidat s'inscrit à l'examen dans sa forme globale ou dans sa forme progressive conformément aux dispositions des articles D643-14 et D643-20 à D643-23 du code de l'Education.

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

Le brevet de technicien supérieur « forge » est délivré aux candidats ayant passé avec succès l'examen défini par le présent arrêté conformément aux dispositions des articles D643-13 à D643-26 du code de l'Education.

Article 8

Les correspondances entre les épreuves de l'examen organisées conformément à l'arrêté du 3 septembre 1997 portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur « mise en forme des matériaux par forgeage », et les épreuves de l'examen organisées conformément au présent arrêté sont précisées en annexe VI au présent arrêté.

La durée de validité des notes égales ou supérieures à 10 sur 20 aux épreuves de l'examen subi selon les dispositions de l'arrêté du 3 septembre 1997 précité et dont le candidat demande le bénéfice dans les conditions prévues à l'alinéa précédent, est reportée dans le cadre de l'examen organisé selon les dispositions du présent arrêté conformément à l'article D643-15 du code de l'Education, et à compter de la date d'obtention de ce résultat.

Article 9

La première session du brevet de technicien supérieur « forge » organisée conformément aux dispositions du présent arrêté aura lieu en 2018.

La dernière session du brevet de technicien supérieur « mise en forme des matériaux par forgeage » organisée conformément aux dispositions de l'arrêté du 3 septembre 1997 précité aura lieu en 2017. A l'issue de cette session, l'arrêté du 3 septembre 1997 précité est abrogé.

Article 10

La directrice générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle et les recteurs sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 16 FEV. 2016

Pour la Ministre et par délégation
Pour la Directrice générale de l'enseignement
supérieur et de l'insertion professionnelle
Le Chef de service de la stratégie des formations et de la vie étudiante

Rachel-Marie PRADEILLES-DUVAL

Nota. Le présent arrêté et ses annexes III, IV et VI seront consultables aux bulletins officiels de l'éducation nationale et de l'enseignement supérieur et de la recherche du mis en ligne sur les sites http://www.education.gouv.fr et http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr. Le présent arrêté et l'intégralité de ses annexes seront mis en ligne sur le site http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr.

Sommaire

ANNEXE I – Référentiels du diplôme 3
ANNEXE I a – Référentiel des activités professionnelles 4
ANNEXE I b – Référentiel de certification 13
1 - Tableau de correspondance entre les activités professionnelles et les compétences 14
2 - Définition des compétences 16
3 - Savoirs associés aux compétences 33
4 - Tableau de correspondance entre les savoirs et les compétences 66
ANNEXE I c – Les unités du diplôme 68
1 - Conditions d'obtention de dispenses d'unités 68
2 - Définition des unités professionnelles constitutives du diplôme 69
3 - Lexique 71
ANNEXE II – Stage en milieu professionnel 87
ANNEXE III – Grille horaire 91
ANNEXE IV – Règlement d'examen 93
ANNEXE V – Définition des épreuves 95
ANNEXE VI – Correspondance entre BTS 123

ANNEXE I – Référentiels du diplôme

ANNEXE I a – Référentiel des activités professionnelles

1. Le métier du Technicien Supérieur Forge

1.1 La description du champ d'activité

Le titulaire du brevet de technicien supérieur «Forge» est amené à exercer son métier dans les domaines de la réalisation d'ensembles et de sous-ensembles mécaniques. C'est un spécialiste des procédés de forge (forge libre, laminage circulaire, estampage, matriçage, extrusion à froid, à chaud ou à mi-chaud, frappe à froid). Concepteur des process qui y sont associés, il intervient tout au long de la chaîne d'obtention (définition – industrialisation – réalisation, assemblage et contrôle) des composants forgés intégrés dans des sous-ensembles, qu'il s'agisse de biens de consommation pour le grand public, de biens d'équipement pour les entreprises ou d'outillages spécialisés. En outre, ils sont également sollicités par les bureaux d'études de produits afin de formuler des avis en vue d'optimiser la relation « produit – matériau – procédé » d'un point de vue de la faisabilité, de la qualité, des coûts et des délais, analyse de cycle de vie, environnement. Ils sont sollicités pour la réalisation de prestations de parachèvement (prestations d'usinage, de traitements thermiques ou de surface).

1.2 Le contexte économique

1.2.1 La typologie des entreprises

Le ou la titulaire d'un brevet de technicien supérieur « Forge» s'insère dans des entreprises de taille variable, TPE, PME et grandes entreprises. Les principaux secteurs d'activités économiques concernés sont :

- l'aéronautique et spatial ;
- naval et offshore ;
- le ferroviaire ;
- l'automobile ;
- le bâtiment ;
- le médical ;
- le sport ;
- la production et le transport d'énergie ;
- les industries de défense ;
- le luxe ;
- toutes autres entreprises manufacturières.

1.2.2 Les emplois concernés

Selon la taille de l'entreprise, le ou la titulaire du brevet de technicien supérieur « Forge» 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 (étude, méthode ou production), notamment dans le cadre de la définition des process et de la réalisation d'un sous-ensemble. Au sein des PME-PMI, il peut être plus autonome et exercer des activités concernant à la fois la préparation, la réalisation et l'organisation.

Ces activités peuvent l'amener à évoluer vers des fonctions de chargé d'affaires, de responsable de projets, responsable de 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 (sidérurgie, moulage, usinage, injection plastique…), de traitements thermiques et de traitements de surface;
- 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 en « Forge» 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 pièces (conception des processus de fabrication et d'assemblage ainsi que des outillages associés) ;
- de la qualification des process ;
- du lancement et du suivi des productions.

Pour les réalisations unitaires ou en très petit nombre à forte valeur ajoutée, il coordonne la 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 des pièces, les outillages ou des sous-ensembles.

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 process de réalisation en intégrant toutes les contraintes techniques, économiques et environnementales ;
- préparer, lancer et optimiser la production ;
- gérer la production ;
- encadrer des équipes ;
- collaborer avec des partenaires internes et externes, dont les sidérurgistes.

D'une manière transversale, les titulaires du brevet de technicien supérieur « Forge» utilisent l'outil informatique, respectent et font respecter les réglementations et établissent éventuellement des relations commerciales.

Ils utilisent l'informatique à des fins de communication, de conception technique (CAO, bibliothèques d'éléments standards, simulation des comportements et calculs), d'intégration dans le cadre de l'ingénierie collaborative (Project Data Management – PDM ou Product Lifecycle Management – PLM), d'élaboration et suivi des processus de production (simulation des processus, XAO, bases de données métier, logiciel d'analyse d'image micrographique…) et d'exploitation de logiciels spécialisés (gestion de production, calcul de devis...).

Ils sont également acteurs de l'assurance qualité pour fiabiliser chaque étape du processus de la réalisation jusqu'à la livraison. Ils connaissent les fonctions qui ont une incidence sur la qualité du produit fini, ils savent conduire des actions spécifiques (revues de projet, contrôle, actions correctives...) et ils savent rédiger et diffuser des procédures.

Ils savent comprendre une demande rédigée en langue anglaise et peuvent dialoguer dans cette langue sur le plan technique avec un interlocuteur étranger.

Ils sont capables de rédiger et diffuser des notes en français et en anglais, en interne et à l'externe à l'entreprise en respectant les procédures installées.

Les techniciens supérieurs restent vigilants et réactifs en menant une veille réglementaire et normative pour les mettre en œuvre rapidement dans les nouvelles réalisations.

Enfin, ils savent entretenir une relation de partenariat bénéfique pour les clients de leurs entreprises en leur offrant une 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

Activités Professionnelles		Tâches Professionnelles	
A1	Participer à la réponse à un appel d'offres, demande d'un client	**A1-T1**	Analyser l'appel d'offres ou la demande du client ou le dossier de conception préliminaire d'une affaire (données d'entrée du projet de réalisation de composants forgés)
		A1-T2	Étudier la faisabilité technique, humaine et organisationnelle d'un process prévisionnel au sein d'une équipe projet, en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaire
		A1-T3	Collaborer à l'étude de conception détaillée et de pré industrialisation des composants forgés avec des spécialistes de conception et de réalisation pour optimiser la relation « produit – matériaux – procédés – processus – coûts - environnement»
		A1-T4	Fournir les éléments techniques permettant d'établir le devis estimatif, et les argumenter
		A1-T5	Élaborer le dossier technique de réalisation destiné au client
A2	Concevoir les moyens de production	**A2-T1**	Concevoir et décrire un process prévisionnel de réalisation et de contrôle
		A2-T2	Concevoir les outillages nécessaires en fonction du produit à réaliser, du procédé choisi, et en tenant compte des contraintes de production.
		A2-T3	Valider tout ou partie du process par la simulation et/ou l'expérimentation
		A2-T4	Optimiser le process et/ou les outillages
		A2-T5	Définir le cahier des charges des moyens de production et de sous-traitance des procédés (traitements thermiques…) et de la matière première.
		A2-T6	Élaborer le dossier d'industrialisation
A3	Industrialiser la production	**A3-T1**	En participant au démarrage de la production, mettre au point les process et les moyens prévus, définir et formaliser les réglages.
		A3-T2	Rechercher l'optimum des paramètres pour garantir les coûts, qualité, délais, la sécurité et le respect de l'environnement
		A3-T3	Proposer des améliorations du processus en termes de coûts, qualité, délais et environnement.
		A3-T4	Établir le planning prévisionnel des réalisations
		A3-T5	Valider le process et définir des indicateurs de suivi de la production initiée. Capitaliser le retour d'expérience.
A4	Gérer la production	**A4-T1**	Organiser le secteur de production et son environnement; gérer les flux.
		A4-T2	Organiser et répartir le travail.
		A4-T3	Assurer la mise en œuvre de la production
		A4-T4	Détecter, analyser un dysfonctionnement, réagir pour décider d'une correction ou pour signaler.
		A4-T5	Participer à l'amélioration continue de l'environnement de production
		A4-T6	S'assurer de l'application des systèmes de management de l'entreprise, dont le plan sécurité et/ou environnemental.
		A4-T7	Communiquer et rendre compte des activités menées en français voire en anglais.
		A4-T8	Transmettre des informations et contribuer à l'adaptation des collaborateurs aux évolutions techniques et des procédures de travail

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. 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 directe 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.

2.2 Descriptif des Activités

Activité 1 : Participer à la réponse à un appel d'offres, demande d'un client

1. Description des tâches

A1-T1 : Analyser l'appel d'offres ou la demande du client ou le dossier de conception préliminaire d'une affaire (données d'entrée du projet de réalisation de composants forgés)

A1-T2 : Étudier la faisabilité technique, humaine et organisationnelle d'un process prévisionnel au sein d'une équipe projet, en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaire

A1-T3 : Collaborer à l'étude de conception détaillée et de pré industrialisation des composants forgés avec des spécialistes de conception et de réalisation pour optimiser la relation « produit – matériaux – procédés – processus – coûts - environnement»

A1-T4 : Fournir les éléments techniques permettant d'établir le devis estimatif et les argumenter.

A1-T5 : Élaborer le dossier technique 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 points-clefs sont confrontés aux savoir-faire et moyens de l'entreprise.
  Un process prévisionnel est formalisé.
- **T3** Les aménagements sont compatibles avec les savoir-faire de l'entreprise, présentés au client et arrêtés conjointement.
- **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 à l'entreprise.

Les moyens

- les matériels informatiques, les logiciels et progiciels adaptés.

Niveau d'autonomie dans l'activité : ■■□□

Activité 2 : Concevoir les moyens de production

1. Description des tâches

A2-T1 : Concevoir et décrire un process prévisionnel de réalisation et de contrôle.

A2-T2 : Concevoir les outillages nécessaires en fonction du produit à réaliser, du procédé choisi, et en tenant compte des contraintes de production.

A2-T3 : Valider tout ou partie du process par la simulation et/ou l'expérimentation.

A2-T4 : Optimiser le process et/ou les outillages.

A2-T5 : Définir le cahier des charges des moyens de production et de sous-traitance des procédés (traitements thermiques…).

A2-T6 : Élaborer le dossier d'industrialisation.

2. Résultats attendus

- **T1** Le processus prévisionnel est clairement décrit, ordonnancé et réaliste.
- **T2** Les outillages de forge spécifiques au composant sont définis à partir des standards de l'entreprise.
- **T3** La simulation et/ou l'expérimentation permettent de valider ou d'invalider la gamme envisagée.
- **T4** Des propositions d'améliorations en termes de production sont formulées.
- **T5** L'ensemble des spécifications est complètement décrit et exhaustif**.**
- **T6** Le dossier d'industrialisation permet d'initier la mise en œuvre (documents techniques, gammes, procédures et moyens de contrôle…).

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

L'environnement

Un bureau d'études ou des méthodes.
En collaboration avec les services supports de l'entreprise et 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 ;
- la définition numérique spécifiée des produits
- les éléments techniques du dossier contractuel de réalisation retenus par le client ;
- le devis, le coût objectif associé,
- les documents normatifs ;
- les informations issues des différents secteurs de production et services de l'entreprise,
- les ratios de production propres à l'entreprise, le planning de production actualisé
- des bases de données : fournisseurs, moyens de production, de transport et de manutention ;
- les principes généraux de prévention des risques.

Les moyens

- les matériels informatiques, les logiciels et progiciels adaptés.

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

Activité 3 : Industrialiser la production

1. Description des tâches

A3-T1 : Mettre au point les process et les moyens prévus, formaliser les réglages des paramètres et qualifier l'outillage.

A3-T2 : Rechercher l'optimum des paramètres pour garantir les coûts, qualités et délais, la sécurité et le respect de l'environnement

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

A3-T4 : Établir le planning prévisionnel des réalisations.

A3-T5 : Définir des indicateurs de suivi de la production initiée. Capitaliser le retour d'expérience.

2. Résultats attendus

- **T1** Les comptes rendus de test et de réglage permettent de valider le processus, les moyens et l'outillage.
- **T2** L'ajustement des paramètres de réglage optimise les performances visées.
- **T3** Les propositions d'amélioration du processus conduisent à des augmentations de performance en termes de coûts et/ou de qualité et/ou de délais et/ou environnement.
- **T4** Le planning prévisionnel permet le respect des délais, des temps de production alloués et contribue à l'utilisation optimale des moyens.
- **T5** Les indicateurs définis et enregistrés permettent de vérifier le respect des objectifs de la production en termes de coûts, qualité, délais, environnement (rendement, efficience, cadences, quantités produites, taux de rebuts…) et d'engager les actions d'amélioration nécessaires. Les améliorations validées sont enregistrées.

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

L'environnement

Un secteur de production : unité de production ; laboratoire(s) de contrôle et essais (métallurgie, essais mécaniques, CND…); bureaux chargés d'ordonnancement.
En collaboration avec les interlocuteurs dédiés :

- de production ;
- des bureaux d'études ou des méthodes, du lancement, du suivi et du planning des productions ;
- des fonctions associées à la production (logistique, stockage, qualité…) ;
- des partenaires extérieurs ;
- éventuellement, le client interne ou externe.

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 manutention et manipulation, moyens de transport…

Les moyens

- les matériels informatiques, les logiciels et progiciels adaptés.
- Les moyens de production.
- Les moyens de contrôle.
- Les moyens des secteurs associés à la production (métallurgie, qualité, logistique, stockage ...).

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; gérer les flux.

A4-T2 : Organiser et répartir le travail.

A4-T3 : Assurer la mise en œuvre de la production.

A4-T4 : Détecter, analyser un dysfonctionnement, réagir pour décider d'une correction ou pour signaler.

A4-T5 : Participer à l'amélioration continue de l'environnement de production

A4-T6 : S'assurer de l'application des systèmes de management de l'entreprise, dont le plan sécurité et/ou environnemental.

A4-T7 : Communiquer et rendre compte des activités menées en français voire en anglais.

A4-T8 : Transmettre des informations et contribuer à l'adaptation des collaborateurs aux évolutions techniques et des procédures de travail.

2. Résultats attendus

- **T1** La disposition et la préparation des moyens de production et de l'environnement permettent le démarrage et le bon fonctionnement technique de l'unité de production. La mise en place et la conduite des productions sont optimisées.
- **T2** Le travail est défini, organisé en adéquation avec les moyens humains disponibles (fiches de poste, charges planifiées).
- **T3** L'unité de production livre des pièces conformes aux exigences du cahier des charges.
- **T4** Les écarts constatés et consignés, les causes sont identifiées, les actions correctives sont apportées ou proposées.
- **T5** Des marges de progrès sont identifiées et/ou des améliorations sont proposées.
- **T6** Les procédures des plans qualité, sécurité et environnement de l'entreprise ainsi que les plans d'action sont expliqués, appliqués. Des indicateurs sont définis, associés et appropriés à la production.
- **T7** Les événements de la production sont consignés, analysés. Les documents de traçabilité de la production et les indicateurs qualité sont renseignés. Le planning de production est actualisé.
- **T8** Les informations pour conduire les activités sont communiquées à temps, avec justesse et exhaustivité aux personnels concernés, avec les moyens adaptés et en adéquation avec les moyens mobilisés.
  Toutes procédures, instructions, consignes, activités confiées, sont comprises et respectées par les personnels concernés. Les besoins de formation sont identifiés.

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

L'environnement

Un secteur de production : unité de production ; laboratoire(s) de contrôle et essais (métallurgie, essais mécaniques, CND…); bureaux chargés d'ordonnancement.
En collaboration avec les interlocuteurs dédiés :

- de production ;
- des bureaux d'études ou des méthodes, du lancement, du suivi et du planning des productions ;
- des fonctions associées à la production (logistique, stockage, qualité…) ;
- des partenaires extérieurs ;
- éventuellement, le client interne ou externe.

Les données

- L'implantation de l'unité de production et des postes de travail ;
- le dossier d'industrialisation des produits réalisés dans l'unité de production ;
- le plan de charge de l'unité de production ;
- un tableau de qualifications des personnels ;
- le plan qualité, sécurité, environnement de l'entreprise ;
- les données relatives aux : coûts, temps élémentaires, fournisseurs, moyens de production, moyens de transport, moyens de manutention …

Les moyens

- les matériels informatiques, les logiciels et progiciels adaptés.
- Les moyens de production.
- Les moyens des secteurs associés à la production (logistique, stockage, qualité ...).

Niveau d'autonomie dans l'activité : ■■■□

ANNEXE I b – Référentiel de certification

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

		Compétences transversales				Compétences cœur de métier															
		S'intégrer dans un environnement profes-sionnel, 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 sous forme orale y compris en anglais	S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques	Élaborer et/ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges	Interpréter un cahier des charges	Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation de compo-sants forgés	Recenser et spécifier les technologies et les moyens de réalisation	Concevoir et définir, à l'aide d'un logiciel de CAO, le composant forgé	Définir des processus de réalisation à l'aide d'un logiciel de CAO	Définir et mettre en œuvre des simulations permettant de valider un processus	Définir tout ou partie de l'outillage à l'aide d'un logiciel de CAO	Définir et mettre en œuvre des essais réels permettant de valider un processus	Définir, organiser et planifier une réalisa-tion	Définir un plan de surveillance de la réali-sation d'un produit	Proposer des améliorations (techniques, économiques, environnementales) du processus de réalisation	Qualifier les moyens de réalisation lors d'une production	Industrialiser et suivre une production	Animer une équipe	Appliquer un plan qualité, sécurité et de respect de l'environnement
Activités	Tâches	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
Participer à la réponse à un appel d'offres, demande d'un client	A1-T1		2				3	1													
	A1-T2	1					2	3	3												
	A1-T3	2		1	3	2	2	3													
	A1-T4			2	2		2		3												
	A1-T5	1		2	2	3		2	3		2					2					
Concevoir les moyens de production	A2-T1		3		2	2	2			3	3		1			2					
	A2-T2		3		1		2			3		2	3								
	A2-T3		2								2	3		1							
	A2-T4									2		2	3	2			2				
	A2-T5		1		2	1			2			2	3	1							
	A2-T6			2							3										
Industrialiser la pro-duction	A3-T1			3								3			1					2	
	A3-T2	2		1								3	2	3		2	3	2			
	A3-T3	2										2		3	1	2	3	2			
	A3-T4			1										3	2					2	
	A3-T5	3		3										2		3		3	1		
Gérer la production	A4-T1	1		1											3					2	2
	A4-T2	2		1											3					3	
	A4-T3	2													2				3		3
	A4-T4																		2		3
	A4-T5			1												2	3	2			2
	A4-T6		1	1																3	3
	A4-T7	2		3														2	2	2	
	A4-T8	3	2	3															2		2

*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 - Définition des compétences

Liste des compétences		
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 sous forme orale y compris en anglais
	C4	S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques
Compétences spécifiques	**C5**	Élaborer et/ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges
	C6	Interpréter un cahier des charges
	C7	Participer à un processus collaboratif de conception et de réalisation de composants forgés
	C8	Recenser et spécifier les technologies et les moyens de réalisation
	C9	Concevoir et définir, à l'aide d'un logiciel de CAO, le composant forgé
	C10	Définir des processus de réalisation à l'aide d'un logiciel de CAO
	C11	Définir et mettre en œuvre des simulations permettant de valider un processus
	C12	Définir tout ou partie de l'outillage à l'aide d'un logiciel de CAO
	C13	Définir et mettre en œuvre des essais réels permettant de valider un processus
	C14	Définir, organiser et planifier une réalisation
	C15	Définir un plan de surveillance de la réalisation d'un produit
	C16	Proposer des améliorations (techniques, économiques, environnementales) du processus de réalisation
	C17	Qualifier les moyens de réalisation lors d'une production
	C18	Industrialiser et suivre une production
	C19	Animer une équipe
	C20	Appliquer un plan qualité, sécurité et de respect de l'environnement

C1 S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
Cadre social, économique et environnemental de fonctionnement de l'entreprise Stratégies et certifications de l'entreprise Procédures de gestion des données de l'entreprise Bases de données de l'entreprise Sources d'informations externes	C1.1 Prendre en compte la politique de l'entreprise	Les contraintes sociales, économiques et environnementales de l'entreprise sont prises en compte.	S1.2 S1.3 S2.2 S2.3 S5.1 S7.1 S7.2 S9.1 S9.2 S9.3 S10.1 S10.2 S10.3
	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 standards 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 scrupuleusement 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
Catalogues constructeurs, bases de données locales ou à distance Toutes ressources numériques Protocole de classement utilisé	C2.1 Mettre en œuvre une démarche de recherche d'information	L'information recherchée est identifiée.	S1.1 S1.4 S2.1 S4.1 S4.2 S4.3 S7.2 S8.11 S10.1 S10.2 S10.3
	C2.2 Classer, hiérarchiser des informations	La démarche et les critères de choix pour l'obtention de l'information sont pertinents.	
		La source de l'information est disponible et valide.	
	C2.3 Synthétiser une information	L'information recherchée est réordonnée et synthétisée.	

C3 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 standards 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* *S2.3* *S2.4* *S2.5* *S5.1* *S8.4* *S9.1* *S9.2* *S9.3* *S10.1* *S10.2* *S10.3*
		Les outils de communication choisis sont adaptés au message et aux interlocuteurs et respectent les standards 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, respectant la langue (orthographe, grammaire)	
	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**
Cahier des charges du projet Données de l'entreprise Le planning du projet La composition du groupe projet Les règles ou consignes de fonctionnement du groupe projet	C4.1 Participer au sein d'un groupe projet à la résolution d'un problème technique	Le rôle à tenir au sein du groupe est correctement identifié	*S1.2* *S1.3* *S1.4* *S4.2* *S5.1* *S8.1* *S8.11* *S9.1* *S10.1* *S10.2* *S10.3*
		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 du projet, la répartition des tâches et activités assignées sont respectés.	
		Les jalons du projet sont identifiés et respectés.	
		Les consignes du chef de projet sont respectées.	

C5 Élaborer et/ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Le dossier de réalisation Expression du besoin Normes et réglementations	C5.1 Décoder un besoin	Le besoin est correctement identifié.	S1.1 S6.1
		Les exigences sont correctement explicitées.	
	C5.2 Recenser les contraintes liées à un besoin	Les contraintes technico-économiques sont identifiées et 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	
		Le choix du process est pertinent en fonction du besoin client	
		L'adaptation du produit au process de forge choisi est correctement définie.	
		Les choix de process et d'adaptation du produit sont hiérarchisés au regard des contraintes technico-économiques.	

C6 Interpréter un cahier des charges			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Le cahier des charges Le modèle numérique de conception préliminaire du produit ou du produit forgé. Les exigences fonctionnelles du produit Les exigences de production : quantité, délais, coût prévisionnel, qualité, process envisagés. Les normes et réglementations	C6.1 Décoder les modèles 2D et 3D, les spécifications	Le décodage de la morphologie est correctement réalisé et permet d'établir des relations technico-économiques cohérentes avec des process.	S1.1 S1.3 S1.4 S2.1 S2.2 S2.3 S2.5 S5.1 S6.1 S7.1 S8.1
		Le décodage des exigences géométriques et dimensionnelles est correctement réalisé et permet d'établir des relations technico-économiques cohérentes avec des process.	
		Le décodage des exigences mécaniques et des matériaux est correctement réalisé et permet d'établir des relations technico-économiques cohérentes avec des process et/ou des traitements (structuraux, thermochimiques, revêtements de surface …)	
	C6.2 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 de composants forgés			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Le cahier des charges Le modèle numérique de conception préliminaire du produit. Les exigences de production : quantité, délais, coût prévisionnel, qualité, process envisagés. Le matériau, les process initialement prévus et les bases de données techniques et économiques qui s'y réfèrent Les bases des données disponibles relatives aux matériaux et aux process de forge Un contact éventuel avec le concepteur du produit Les normes et réglementations	C7.1 Proposer des modifications du modèle numérique afin de rendre le produit compatible avec les process envisageables	Les propositions de modifications du produit le rendent compatible avec les process retenus	S3.2 S3.3 S4.1 S5.1 S6.1 S7.2 S8.1 S8.11
		Les propositions de modifications préservent les fonctionnalités du produit et les exigences du cahier des charges	
		La solution est valide d'un point de vue économique et/ou environnemental, normatif et règlementaire	
	C7.2 Vérifier par simulation de process la faisabilité de la solution	Le choix des paramètres de simulation est pertinent	
		Les paramètres d'influence sont identifiés et correctement quantifiés	
		L'interprétation des résultats de simulation conduit à des propositions pertinentes	
	C7.3 Argumenter les modifications proposées par une approche technico-économique et/ou environnementale	L'argumentation technico-économique et environnementale est pertinente	
	C7.4 Collaborer à l'évolution du modèle numérique	Le modèle numérique a été correctement modifié	
		Le modèle numérique du composant brut de forge est exploitable directement d'un point de vue réalisation	

C8 Recenser et spécifier les technologies et les moyens de réalisation			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Les exigences de production : quantité, délais, coût prévisionnel, qualité Le modèle numérique de conception préliminaire du produit. Le(s) couple(s) matériau/process retenu(s) La liste des moyens techniques disponibles à l'interne et à l'externe (sous-traitants) et leurs notices techniques Les bases des données relatives aux matériaux et aux procédés La description des processus prévisionnels Les normes et réglementations	C8.1 Identifier les technologies et les moyens envisageables	Les propositions sont pertinentes au regard des contraintes technico-économiques.	S1.1 S1.3 S2.2 S3.2 S5.1 S6.1 S8.1
	C8.2 Hiérarchiser les contraintes de production et en déduire les conséquences sur la relation produit – process	La hiérarchisation est pertinente au regard des contraintes technico économiques.	
		Le choix du (des) couple(s) produit/process est compatible au regard des contraintes de production.	
	C8.3 Analyser les performances nécessaires des moyens de réalisation	Les performances des moyens de réalisation choisis sont cohérentes avec le besoin.	
	C8.4 Rédiger le cahier des charges des capacités techniques d'un moyen de production	La liste des capacités techniques minimale exigible est établie	
	C8.5 Extraire les données techniques de réalisation nécessaires à l'établissement de la réponse à une affaire	Les données extraites sont suffisantes.	

C9 Concevoir et définir, à l'aide d'un logiciel de CAO le composant forgé			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Les exigences de production : quantité, délais, coût prévisionnel, qualité Le modèle numérique de conception préliminaire du produit L'ensemble des moyens techniques de réalisation disponibles et leurs notices techniques Les process envisagés en lien avec un spécialiste La description des processus prévisionnels. Les bases des données relatives aux matériaux, aux process retenus, aux composants standards, ainsi que les données capitalisées par l'entreprise Les normes et réglementations	C9.1 Dans le cas d'un composant forgé, élaborer le modèle numérique de conception	L'arbre de construction numérique est organisé de façon fonctionnelle et structurée	S1.1 S1.3 S2.1 S2.2 S2.3 S2.4 S2.5 S3.1 S3.2 S3.3 S5.1 S6.1 S7.1 S10.3
		L'arbre de construction est organisé en cohérence avec la méthodologie de conception utilisée. Le mode de création est adapté et évolutif selon le niveau de définition du modèle numérique (solide, volume, surface, filaire).	
		Le positionnement des pièces est correctement contraint sur le repère	
		La définition du produit permet répondre aux exigences de réalisation.	
		Dans le cas d'une collaboration, l'élaboration ou la(es) modification(s) du modèle numérique de conception détaillée n'altère pas l'organisation de l'arbre d'assemblage.	
	C9.2 Générer les représentations graphiques dérivées en mobilisant les fonctionnalités des modeleurs volumiques	Les caractéristiques et spécifications permettent la réalisation du produit forgé	
		Les caractéristiques et spécifications sont en adéquation avec le process	
	C9.3 Spécifier le composant forgé	La liste des spécifications fonctionnelles et/ou d'aptitude à l'emploi est exhaustive L'expression des tolérances respecte les normes en vigueur et les capabilités du process envisagé	
		La cotation et le tolérancement répondent aux besoins du client et les capabilités du process	
		Le choix des matériaux et traitements est pertinent.	

C10 Définir des processus de réalisation à l'aide d'un logiciel de CAO			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Le dossier de définition détaillée du produit Le processus prévisionnel Banques de données outils, outillages, matériaux, procédés, processus Une description des moyens de réalisation disponibles	C10.1 Analyser le dossier de définition détaillée du produit	Le décodage de la morphologie et du matériau du produit permet d'appréhender les contraintes de réalisation par forgeage.	S2.1 S2.2 S4.1 S5.1 S6.1 S6.2 S6.3 S7.1 S7.2 S8.1 S8.2 S8.4 S8.5 S8.11
		Le décodage des spécifications générales, géométriques, dimensionnelles et métallurgiques est correct et permet d'identifier les spécifications critiques.	
	C10.2 Déterminer la succession des étapes de forgeage nécessaires à la réalisation des pièces.	Les opérations de déformation sont clairement définies.	
		Le choix et l'enchaînement des procédés de réalisation sont corrects et pertinents.	
	C10.3 Déterminer les moyens nécessaires à la réalisation de la gamme de forgeage.	Les machines, les flux de matière et l'organisation du travail sont définis et pertinents.	
	C10.4 Etablir le cahier des charges matière.	Le cahier des charges matière est défini et pertinent.	
	C10.5 Estimer les performances des procédés	Les indicateurs de performance retenus sont pertinents.	
	C10.6 Déterminer les paramètres de réalisation spécifiques	Les choix technologiques des formes et des gravures sont justifiés. Le chemin thermomécanique choisi est pertinent.	

C11 Définir et mettre en œuvre des simulations permettant de valider un processus			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Le modèle numérique détaillé de la pièce et de certains outils. Le processus envisagé. Banques de données machines, outils, matériaux… Les moyens matériels nécessaires pour la mise en œuvre des essais	C11.1 Identifier les étapes du processus prévisionnel nécessitant des simulations	Les étapes nécessitant des simulations sont définies.	S2.2 S3.1 S3.3 S4.1 S4.2 S4.3 S6.1 S6.2 S6.3 S8.1 S8.2 S8.3 S8.4 S8.5
	C11.2 Définir un protocole de simulation	Le protocole de simulation est correctement défini (objectif, conditions, forme des résultats).	
	C11.3 Identifier les paramètres influant sur les caractéristiques étudiées	La liste des paramètres d'influence identifiés est pertinente.	
	C11.4 Configurer les moyens d'essais	La configuration est opérationnelle.	
	C11.5 Conduire les essais.	Les essais sont mis en œuvre de façon à garantir la validité et l'exploitation des résultats.	
	C11.6 Exploiter les résultats des essais numériques et/ou réels	L'exploitation des résultats des essais permet de conclure quant à la validité de tout ou partie du processus.	
		Des préconisations d'amélioration éventuelle du processus sont proposées.	
		Les paramètres de simulation sont déterminés ou ajustés (comportement machine, rhéologie, tribologie, thermique)	

C12 Définir tout ou partie de l'outillage à l'aide d'un logiciel de CAO			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Tout ou partie de la gamme de fabrication par forgeage. Banques de données. Catalogues d'outillages et moyens de préhension. Description technique des outils, portes-outils et moyens de liaison standards de l'entreprise. Description technique des machines.	C12.1 Assurer la géométrie de la forme à réaliser.	La géométrie des outils respecte la forme à réaliser.	S5.1 S6.2 S6.3 S9.3 S10.1 S10.2 S10.3
	C12.2 Définir la mise en position relative des parties d'outillage.	Les outillages sont correctement mis en position.	
	C12.3 Définir les liaisons utiles pièces-outils-machine.	Les outillages sont correctement maintenus en position.	
	C12.4 Participer à la définition des moyens de préhension des pièces forgées	La définition des moyens de préhension permet d'assurer les fonctions utiles.	
	C12.5 Prévoir la manutention des outillages	Les outillages peuvent être manutentionnés avec les moyens techniques de l'entreprise	
	C12.6 Ecrire le cahier des charges de l'outillage.	Le cahier des charges est complet.	
	C12.7 Assurer la tenue mécanique de l'ensemble conçu au niveau des assemblages pièces-outils-machine.	Les règles de conception et de dimensionnement sont respectées.	

C13 Définir et mettre en œuvre des essais réels permettant de valider un processus			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Le processus envisagé. Les moyens matériels nécessaires pour la mise en œuvre des essais. La gamme de forgeage prévisionnelle. Les résultats attendus.	C13.1 Analyser la gamme de forgeage prévisionnelle	L'identification des étapes nécessitant des essais est complète.	S1.1 S1.2 S1.3 S5.1 S8.1 S8.11 S9.2 S9.3 S10.1 S10.2 S10.3
	C13.2 Identifier les paramètres critiques du process	Les paramètres critiques sont identifiés et hiérarchisés.	
	C13.3 Définir un protocole d'essai pour validation de la gamme.	Le protocole d'essai est correctement défini.	
	C13.4 Conduire les essais.	Les essais sont menés correctement	
	C13.5 Exploiter les résultats des essais	L'exploitation des résultats des essais permet de conclure quant à la validité de tout ou partie du processus.	
		Des préconisations d'amélioration éventuelle du processus sont proposées.	

C14 Définir, organiser et planifier une réalisation			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Le dessin de définition de la pièce forgée. La gamme de forgeage validée. Les moyens matériels avec leurs capacités, leurs performances. Le plan de surveillance de fabrication. Les normes et règlements (hygiène, sécurité, santé, environnement, ergonomie). Les matériels complémentaires : manutention, contrôle… Le planning de charge de l'unité, matériel de production et des équipements complémentaires Les ressources humaines de l'entreprise dont heures supplémentaires possibles, sous-traitance, intérim…	C14.1 Définir les paramètres de réglage et (ou) de contrôle sur le poste de travail et sur la pièce en cours de forgeage.	Les caractéristiques et les paramètres définis sont justes.	S1.1 S4.2 S5.1 S6.1 S7.2 S8.1 S8.4 S9.1 S10.3
	C14.2 Analyser le flux matière imposée par la gamme et définir l'implantation des matériels.	Le flux est logique et le plus linéaire possible.	
	C14.3 Définir la tâche de chacun des opérateurs	Les tâches sont équilibrées et correctement définies	
	C14.4 Intégrer la réalisation dans le flux de production	Les propositions d'intégration dans le planning sont pertinentes	
		L'impossibilité d'intégration est signalée à la hiérarchie.	
	C14.5 S'assurer de la disponibilité des moyens humains et matériels ainsi que de la matière d'œuvre	L'ensemble des ressources nécessaires est disponible et opérationnel. La maintenance de premier niveau des moyens matériels est réalisée. La matière d'œuvre est disponible.	

C15 Définir un plan de surveillance de la réalisation d'un produit			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Les spécifications de la pièce forgée. Le dossier de fabrication. Les normes. La liste des moyens de contrôle et de mesure disponibles. Banque de données techniques.	C15.1 Identifier le type de contrôle (de réception, de qualification, de suivi, de début de série …)	L'identification du type de contrôle est correcte.	S1.3 S9.1 S9.3
	C15.2 Identifier et expliciter les opérations et/ou spécifications critiques	La liste des opérations et/ou spécifications critiques est complète.	
		Les spécifications sont correctement explicitées.	
	C15.3 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.	

C16 Proposer des améliorations (techniques, économiques, environnementales) du processus de réalisation			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Les spécifications de la pièce forgée. La gamme de production (validée) du composant forgé Résultats de production avec les écarts (cadence, temps passé, rendement matière, qualité…) La documentation technique et économique associée aux moyens de réalisation utilisés et disponibles Les documents normatifs, procédures et manuels d'assurance qualité et environnemental de l'entreprise Des outils de veille technologique, des documents présentant des caractéristiques nouvelles, des solutions innovantes ou des possibilités de transferts de technologies.	C16.1 Identifier et proposer des améliorations possibles du processus de réalisation	Les écarts sont hiérarchisés. Les améliorations possibles sont correctement formalisées et pertinentes.	S9.1 S9.2 S9.3 S10.1 S10.2 S10.3
	C16.2 Identifier et hiérarchiser les facteurs influents	Les facteurs influents sont listés.	
		La hiérarchisation des facteurs influents est judicieuse.	
	C16.3 Identifier des solutions d'amélioration du processus de réalisation, en exploitant les résultats de l'analyse	Les solutions proposées sont pertinentes et correctement formalisées.	
		Les innovations technologiques sont explorées.	
		L'expérience de l'entreprise est prise en compte.	
	C16.4 Estimer et argumenter les résultats d'amélioration et le retour sur investissement	Recenser et ordonner les éléments de coût de la gamme ou du moyen de production.	
		Les améliorations sont argumentées.	

C17 Qualifier les moyens de réalisation lors d'une production			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Les spécifications de la pièce forgée. La gamme de production (validée) du composant forgé Les dossiers techniques des équipements de production avec les données capitalisées Les résultats de simulation et/ou des essais et tests de qualification du processus Les procédures et moyens de contrôle Les documents de traçabilité Procédures de formalisation des retours d'expérience	C17.1 Régler les outillages et les moyens de production	Les protocoles de mise en œuvre du moyen et de la procédure de contrôle sont respectés.	S4.1 S4.2 S4.3 S5.1 S6.1 S6.2 S6.3 S7.2 S8.1 S8.2 S8.4 S8.11 S9.3
	C17.2 Mettre en œuvre une procédure de contrôle afin de déterminer les performances d'un processus	La procédure de contrôle permet la vérification des performances d'un processus. Les paramètres garantissant la productivité sont évalués.	
	C17.3 Quantifier des résultats obtenus au cours d'une réalisation (spécifications du produit, cadence dans le cas d'une série …)	Les écarts entre les résultats attendus et ceux observés sur la réalisation sont énumérés et quantifiés.	
	C17.4 Etablir les relations de causes à effets	La détermination des causes possibles des écarts est pertinente. La relation entre les causes d'écart et leurs conséquences sur la réalisation est établie.	
	C17.2 Rédiger et/ou finaliser le dossier de réalisation du produit.	Le dossier de réalisation est complet, exploitable et conforme au standard de l'entreprise.	

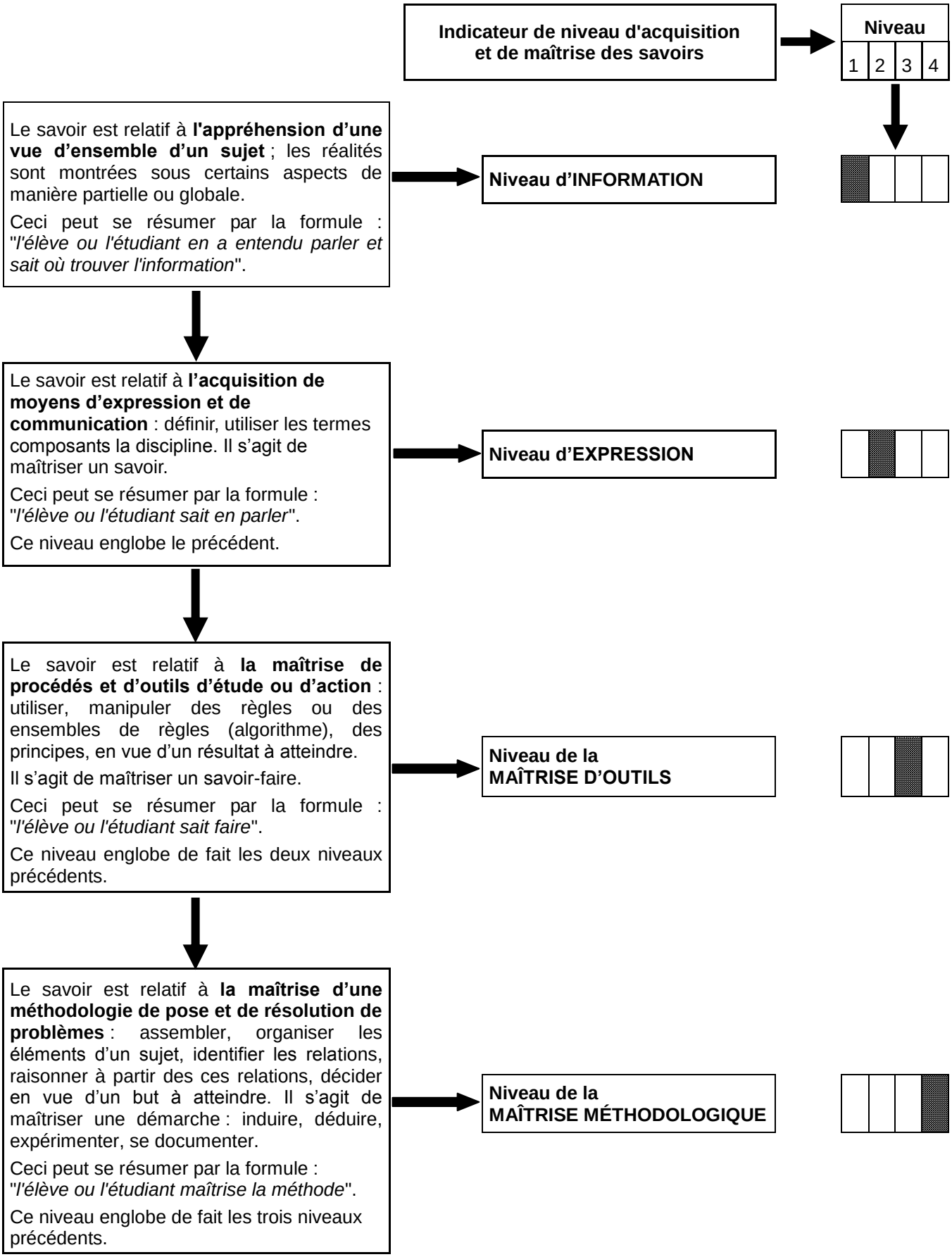
C18 Industrialiser et suivre une production			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Les spécifications de la pièce forgée. Les moyens de production Dossier de réalisation et les paramètres de réglages validés Le plan de charge de l'unité de réalisation Les ordres de fabrication Les documents de traçabilité et de surveillance La documentation technique des moyens de réalisation Les données capitalisées par l'entreprise	C18.1 Effectuer le lancement de la production	Les délais imposés par le planning sont respectés. Le protocole de démarrage est respecté.	S1.1 S2.4 S4.1 S4.2 S4.3 S6.1 S6.2 S6.3 S8.5
	C18.2 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.	
	C18.3 Identifier les non-conformités, en rendre compte et y remédier	Les non-conformités sont détectées et traitées.	
		La traçabilité de la réalisation est assurée.	
	C18.4 Identifier les facteurs influents sur les aléas de réalisation	L'identification des facteurs influents sur les aléas de réalisation est pertinente et capitalisée.	
	C18.4 Suivre les indicateurs de performance	Le suivi permet d'identifier d'éventuelles dérives	
	C18.5 Alerter le service maintenance suite à un dysfonctionnement	Les sources de dysfonctionnements constatés sont transmises au service de maintenance	

C19 Animer une équipe			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Une équipe de collaborateurs avec les fiches de compétence. Un problème de réalisation, de contrôle, d'assurance de la qualité, de sécurité. Une technologie ou une procédure nouvelle.	C19.1 Animer une réunion d'information ou de résolutions de problèmes	L'animation de la réunion est efficace au regard de l'auditoire et du message à transmettre. Les membres de l'équipe sont impliqués dans la relation et le point de vue exposé est clair et intelligible.	S1.2 S9.2
	C19.2 Présenter le contexte, les objectifs et les indicateurs.	Les objectifs, la situation et l'argumentaire sont correctement exposés	
	C19.3 Réagir aux arguments et aux propositions	L'écoute et l'analyse sont effectives.	
	C19.4 Élaborer une synthèse	Un compte rendu est rédigé et/ou un plan d'action est établi	
	C19.5 Détecter les besoins de formation des personnels	Les besoins de formation sont identifiés et transmis au RH	

C20 Appliquer un plan qualité, sécurité et de respect de l'environnement			
Données	**Compétences détaillées**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs associés**
Le plan qualité de l'entreprise, L'archivage des documents Les comptes rendus des réunions qualité et des audits précédents Les principes généraux de prévention, les références aux lois et décrets. Les notices techniques fournisseurs Les fiches de données sécurité des produits dangereux, leur étiquetage Les fiches d'information de l'I.N.R.S. et de la C.R.A.M. Les textes législatifs et réglementaires concernant les installations classées, les risques de pollution, les déchets et rejets, leurs traitements. Les mesures réglementaires, législatives relatives à la protection des travailleurs Les fiches de sécurité et les consignes générales spécifiques aux différents secteurs d'activité. Les rapports d'accidents ou d'incidents. Des outils d'analyse (AMDEC, arbre des causes, check-list, arbre des défaillances, grilles d'observation,…) Une analyse de situation de travail Les critères de choix d'une mesure de prévention Charte ou plan de sécurité de l'entreprise (y compris le document unique actuel)	C20.1 Vérifier l'application du système qualité de l'entreprise	Les documents qualité relatifs à l'entreprise sont identifiés.	*S1.4* *S6.1* *S6.2* *S6.3* *S7.2* *S9.1* *S9.2* *S9.3* *S10.1* *S10.2* *S10.3*
		La vérification de l'application des procédures qualité est effective.	
	C20.2 Exploiter des documents de traçabilité de l'entreprise	Les documents de traçabilité de l'entreprise sont exploités dans le respect du plan qualité.	
	C20.3 Participer aux audits internes liés au plan qualité de l'entreprise	Les consignes et les procédures de déroulement des audits internes sont respectées.	
	C20.4 S'assurer de la mise en œuvre des actions correctives pour son secteur d'activité	Les actions correctives sont mises en œuvre.	
	C20.5 Participer à l'amélioration continue du plan qualité de l'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.	
	C20.6 Participer à l'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.	
		L'identification des procédures de santé et sécurité au travail aux postes de travail est pertinente en référence aux fiches de l'INRS Les postes de travail sont aménagés en conséquence	
	C20.7 Participer à la mise en œuvre d'un plan de prévention – sécurité - environnement	Les mesures de prévention et de protection en matière de sécurité individuelles et collectives mises en œuvre sont adaptées et mises en œuvre	

3 - Savoirs associés aux compétences

Spécification des niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs



S1. DÉMARCHES DE CONCEPTION ET GESTION DE PROJET

S1.1 – Ingénierie système et analyse fonctionnelle		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
Approche globale • Langage de description SysML:	**1**	Les diagrammes SysML sont une donnée d'entrée de l'étude fonctionnelle. Ils permettent de situer la frontière de l'étude dans son contexte. À ce stade, on se limitera à la lecture et la compréhension des principaux diagrammes SysML. (exigences, cas d'utilisation,).

S1.2 – Organisation de l'entreprise industrielle		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)		**Limites de connaissances**
S1.2.1 – Structure organisationnelle de l'entreprise • Organisation administrative et commerciale. • Organisation des études. recherche et développement. • Structure d'un système de production : - méthodes et préparations, achats ; - sous-traitance et co-traitance ; - gestion de production, gestion des stocks ; - maintenance des moyens de production ; • Service qualité ; • Réglementation du travail : - cadre de vie ; - comité d'hygiène, sécurité et des conditions de travail (CHSCT) ; - comité d'entreprise ; - représentativité des personnels ; - formation des personnels - autorités de tutelles	**2**	Les périodes d'activité en entreprise ou de stage industriel doivent permettre à l'étudiant de situer son action au sein de l'entreprise et de visualiser l'organisation collaborative des différents services dans le déroulement des projets

S1.3 – Compétitivité des produits industriels		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	***Limites de connaissances***
S1.3.1 – Méthodes et outils de compétitivité		*La notion de propriété industrielle doit être illustrée d'exemples et notamment donner lieu à des activités de recherches de brevets dans des bases de données distantes (site de l'INPI par exemple).* *L'ensemble des données est intégré dans un PDM (Product Data Management) voire un PLM s'il est disponible.* *En ce qui concerne les PLM (ProductLifecycle Management), il est souhaitable que l'étudiant ait pu, lors de sa scolarité ou de son stage industriel, être confronté à l'utilisation de ces méthodes de travail.*
• Planification du projet : • Le marché et la concurrence.	**3**	
• Propriété industrielle : - recherche d'antériorité ; - brevets. • Qualité du produit : certification ISO, standardisation, Normalisation • Capitalisation des acquis, traçabilité des études : intégration dans un PLM (Product LifeCycle Management). • Types de veille : technologique, juridique, commerciale, concurrentielle ou partenariale. • Outils de veille technologique : flux, newsletters, revues, réseaux sociaux, brevets, forums, salons …	**2**	
• Outils de veille économique : données économiques concernant les matières premières, filières d'approvisionnement et de recyclage des matériaux, les énergies	**3**	

S1.4 – Développement durable et écoconception		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S1.4.1 – Contexte du développement durable • Les piliers du développement durable : • Eco certification des produits. • Organismes ressources dans l'écoconception (ADEME, CETIM, ...). • Contraintes environnementales à prendre en compte - épuisements des ressources ; - effets nocifs sur les climats, sur l'atmosphère ; - pollution (air, eau), toxicité ; - production de déchets.	**2**	*Savoir replacer l'écoconception dans le contexte mondial de développement durable.* *Connaître les différents impacts environnementaux dans le cycle de vie d'un produit.*
S1.4.3 – Méthodes et outils d'écoconception		*Prise en compte des contraintes environnementales dans l'établissement du cahier des charges fonctionnel du produit.* *Conduite d'outils d'écoconception en distinguant les approches qualitatives et quantitatives vis-à-vis des critères environnementaux, sélectives ou complètes vis-à-vis des étapes du cycle de vie considérées.* *L'utilisation de logiciels d'écoconception est à privilégier avec :* - *une approche globale qualitative* - *une approche comparative de solutions techniques envisageables semi-quantitative.*
• Intégration des contraintes environnementales dans le cahier des charges. • Approches méthodologiques : - multiétapes du cycle de vie du produit ; - multicritères environnementaux ; - multiacteurs (travail collaboratif des différents services de l'entreprise).	**2**	
• Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement des produits ; • Outils : - Cycle de vie d'un produit, notion d'unité fonctionnelle. - base de données et outils de mesure des impacts ; - matrices de choix, d'évaluation ; - outils logiciels d'écoconception.	**3** **3**	

S2. CHAINE NUMÉRIQUE

S2.1 – Concept de « chaîne numérique »

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
• Définition des maillons de « la chaîne numérique » : - maquette numérique ; - prototypage ; - simulations ; - outillage ; - production ; - qualification ; - boucle d'optimisation. • Gestion de la vie de la chaîne numérique via un PLM : - 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**	*Ces savoirs intègrent l'outil informatique de gestion des fichiers dans une démarche de projet collaboratif et concourant.*

S2.2 Simulation numérique du forgeage

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)		Limites de connaissances
S3-9-1 Mise en données • Choix du type d'analyse • Importation des modèles géométriques • Définition des matériaux (Rhéologie) • Définition des contacts (Tribologie et thermique) • Définition des températures • Définition de la machine (Cinématique) • Définition des paramètres de simulation	**3**	*Cette méthode fait appel à l'ensemble des autres chapitres de la mécanique énumérés précédemment*.
S3-9-2 Exploitation des résultats • Lecture et analyse : - des géométries déformées avec la visualisation du remplissage et du fibrage ; - des contours des isovaleurs de contraintes, déformations, températures… ; - des vecteurs des contraintes principales et déformations principales ; - des contraintes dans les outillages - des courbes d'efforts des outils en fonction de leur déplacement ; - des pressions de contact, des efforts de frottement et des usures engendrées	**3**	

S2.3 – Outils de conception et de représentation numérique		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S2.3.1 – Modeleurs volumiques paramétriques • 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 ...).	**2**	*Le mode de modélisation est approprié à la typologie des pièces.* *La maîtrise des exigences de modélisation des surfaces complexes est exclue sans l'aide d'un spécialiste (exemple : domaine de la carrosserie).* *Le paramétrage s'applique principalement à la géométrie du modèle.*
S2.3.2 – Méthodes de conception • Méthodes de conception : - dans l'assemblage ; - par pièce ; - par surfaces fonctionnelles ; - conception hors ou en contexte d'assemblage (liens de référence ou paramétrage entre pièces). • Outils spécifiques pour le technicien : - bibliothèques d'éléments standards ;	**2**	*La méthode de conception est adaptée au résultat souhaité : résistance des matériaux, conception détaillée ...* *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.* *Les applications s'étendent aux pièces forgées et aux outillages.*

S2.4 - Règles de tracé des pièces de forge		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limite de connaissances**
• Règles générales • Règles spécifiques aux procédés • Plan de joint • Surépaisseur d'usinage • Dépouilles • Raccordements de surfaces • Noyaux • Cordon et logement de bavure • Tolérances dimensionnelles	**4**	Application en bureau des méthodes

S2.5– Représentations graphiques dérivées des maquettes numériques		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
• Fonctionnalités logicielles relatives à la production de documents techniques : - configurations graphiques visuelles (propriétés de couleurs, transparence) et de positions, coupe et écorchés 3D ; - édition de nomenclatures et éclatés ;	**1**	
• Fonctionnalités logicielles relatives à la mise en plan selon les normes de représentations du dessin technique : - vues en projection, sections et coupes ; - normes de représentation de mise en plan.	**3**	

S3. MÉCANIQUE APPLIQUÉE À LA MATIÈRE, À LA PIÈCE FORGÉE, À L'OUTILLAGE ET A LA MACHINE

S3.1 – Grandeurs, unités, erreurs de mesure ou de calcul

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
S3.1.1 - Définition des grandeurs, unités et symboles : • Les unités de base ; • Les unités dérivées ; • Le mesurage, les erreurs de mesurage (systématiques et aléatoires) ; • Estimations des erreurs : - Calculs d'erreurs dans les mesurages indirects, - Calcul des erreurs systématiques cumulées, - Calcul des erreurs aléatoires cumulées ;	**2**	*Application à la mesure d'aires de section, de volumes de solides simples ...*

S3.2 Sollicitations et comportement mécaniques de la matière

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
Ce chapitre doit permettre d'identifier les sollicitations dans une pièce à partir des actions mécaniques, de calculer les contraintes et les déformations (petites ou grandes) pour des sollicitations simples. L'utilisation de logiciels de calcul est fréquente (mécanique des milieux continus...).		
S3-2-1 Sollicitations simples • Traction/compression - Explicitation et interprétation des résultats d'un essai de traction/compression ; - Efforts, contrainte normale, déformation, condition de résistance, condition de déformation plastique ; - Notions de flambement, conséquences géométriques appliquées aux pièces forgées ; - Contraintes et déformations locales - Estimation de la contrainte équivalente ;	**3**	*mécanique des milieux continus : il s'agit d'une sensibilisation qui aide à comprendre les résultats fournis par l'outil informatique, notamment dans le cas de déformations plastiques et sollicitations plus complexes* *Interprétation des résultats fournis par un logiciel de calcul par éléments finis.*
• Cisaillement - Effort tangentiel, contrainte tangentielle, condition de résistance, condition de déformation plastique ;	**3**	*Application au cisaillement des lopins, au cisaillement des bavures ...*
S3-2-2 Déformation et vitesse de déformation • La déformation conventionnelle (domaine élastique) et la déformation rationnelle (domaine plastique) • La déformation équivalente • La vitesse de déformation	**3**	*Application en traction/compression* *Interprétation des résultats fournis par un logiciel de calcul par éléments finis.*
S3-2-3 Comportement de la matière (Rhéologie) • Présentation des modèles de comportement - Élastique ; - Plastique ; - Plastique écrouissable ; - Viscoplastique ; - Plastique thermo-dépendant. • Modèle dans le domaine élastique - Lois de Hooke - Rigidité d'une poutre en traction/compression • Modèles dans le domaine plastique - Lois de comportement plastique - Recherche des coefficients d'un modèle ; - Tracé de la courbe d'effort de forgeage ; - Comportement des outillages et solutions technologiques	**3**	*Application sur les outillages, les machines et les pièces forgées* *Application à des calculs simplifiés en traction / compression* *Les applications numériques peuvent être faites à la calculatrice ou à l'aide d'un tableur*

S3-3 Actions de contact		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S3-3-1 Pressions de contact • Pressions de contact normales et tangentielles entre deux corps (Actions de contact avec frottement) • Efforts résultants • Phénomène d'arc-boutement, coincement et décoincement	**3**	
S3-3-2 Modélisation du frottement au cours de la déformation plastique (Tribologie) • Loi de Coulomb sur le frottement et l'adhérence • Loi de Tresca utilisée dans la modélisation des déformations plastiques • Autres lois	**3**	

S3.4 Cinématique		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S3.4.1. Cinématique appliquée • Relations entre position, vitesse et accélération dans le cas de solides en translation ou en rotation • Schémas cinématiques des machines • Équations du mouvement • Construction de maquettes cinématiques sur logiciel de DAO afin de déterminer le comportement cinématique des presses mécaniques de forge • Détermination des vitesses à partir de la position relevée en fonction du temps et inversement (dérivée numérique / intégrale numérique) • Introduction des valeurs utiles dans les logiciels de simulation du forgeage	**3**	*Appliquées au système bielle-manivelle* *Applications numériques liées à des enregistrements de systèmes de mesure sur les machines ou de relevés sur maquettes cinématiques*

S3.5 Dynamique des solides		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S3.5.1 Dynamique appliquée • Dynamique du solide dans les mouvements de translation rectiligne et aux mouvements de rotation autour d'un axe fixe.	**3**	*Application de la dynamique limitée aux engins de forge (marteau-pilon, presse à vis, presses mécaniques)*

S4. MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS

S4.1 Structure et élaboration des matériaux.		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S4.1.1.Structure cristallographique des métaux. • Structure électronique des métaux ; • Liaison métallique ; • Les structures cristallines (cubique centrée, cubique à faces centrées, hexagonale compacte …) • Imperfections dans les systèmes cristallins : - défauts ponctuels : - atome étranger interstitiel - atome étranger substitutionnel - lacunes - défauts linéaires : dislocations, - défauts plans : joints de grains,	**2**	*Applications aux métaux et alliages forgeables* - *détermination d'une taille de grain ;* - *détermination de la compacité d'une maille.*
S4.1.2 Élaboration et caractéristiques des matériaux de forge • Désignation des métaux métallique ; • Élaboration des alliages de forgeage : - alliages de fer, - alliages d'aluminium, - alliages de titane, - alliages de cuivre, - alliages de nickel, - alliages de magnésium, • Macro et microstructures des alliages : - propriété inclusionnaire ; - effets de corroyage : - attaques macroscopiques sur pièces métalliques, - déformation d'un maillage par simulation numérique, • Détermination de la masse volumique d'un alliage. • Affinage du métal ; • Coulée, structure de solidification ; • Corroyage sidérurgique ; - détermination du taux de corroyage • Obtention de demi-produits ; • Désignation normalisée des alliages de forgeage.	**3**	*L'apprentissage systématique des désignations des caractéristiques et des principales propriétés de tous les matériaux est exclu* *En revanche, ces éléments devront être connus pour les familles de matériaux les plus employés en forgeage.*
S4.1.3 Les diagrammes d'équilibre des alliages • Loi des phases ; • Métaux miscibles à l'état liquide : • Alliages à une, deux, ou plus de deux solutions solides • Transformations eutectiques, péritectiques, eutectoïde • Lignes de transformation ;	**3**	*Microstructures des alliages de forgeage :* - *microstructures, phases en présence à l'état d'équilibre.*
S4.1.4 Comportements des matériaux • Élasto-viscoplasticité : - mécanismes de la déformation à chaud (restauration, recristallisation, fluage).	**1**	*Application aux métaux et alliages de forge* *Déformation à chaud :* - *modélisation du comportement ;* - *phénomènes de restauration et de recristallisation.* *Analyse morphologique et micrographique des modes de dégradation des outillages de forge.* *Application aux outillages de forge.*
• Endommagement : - rupture ductile, fragile : - détermination de la ténacité, - amorçage et propagation des fissures par fatigue. - fatigue, - fluage, - corrosion, - fragilisation, • Modes de dégradation des outillages et remèdes.	**2**	

S4.2 Caractérisation et contrôle des matériaux		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S4.2.1 Les essais mécaniques des matériaux. • Essai de traction uni axiale : essai conventionnel et essai rationnel ; • Essai de compression ; • Essais de dureté Brinell, Rockwell, Vickers, • Essais de rupture par chocs ; Charpy V, essais à diverses températures, faciès de rupture. • Essais mécaniques à chaud ; • Lois de comportement associées. • modélisation du comportement,	**3**	*Application aux pièces forgées et aux outillages.*
S4.2.2 Contrôles non destructifs • Spectrométrie, • Magnétoscopie, • Ressuage, • Ultrasons, • Courants de Foucault.	**2**	*Application aux pièces forgées, aux outillages ainsi qu'aux engins de forge.*

S4.3 Les transformations dans l'état solide, traitement des matériaux		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	**Niveau**	**Limites de connaissances**
S4.3.1 La diffusion d'élément (s) chimique (s) dans le matériau à l'état solide • Mécanismes et lois ; • Applications : - homogénéisation, - cémentation, - nitruration, - oxydation.	**3**	*Application aux métaux, alliages et outillage de forge*
S4.3.2 Les phénomènes hors équilibre • Transformation par germination et croissance ; • Transformations • Changements de phases au chauffage et au refroidissement : • Dilatométrie ; • Microstructures obtenues hors équilibre.	**3**	*Application aux pièces forgées*
S4.3.3 Traitement thermiques des alliages de forgeage • Transformation au chauffage : • Influence de la température et du milieu de chauffage • Influence de la vitesse de refroidissement • Influence des éléments d'alliages sur les diagrammes d'équilibre : - Éléments alphagènes, gammagènes, - Éléments carburigènes et non carburigènes. - Influence des éléments d'addition ; • Mise en solution de précipités, • Grosseur du grain, microstructures. • Transformation au refroidissement : • Transformations isothermes, • Transformations anisothermes. • Transformations lors du revenu, propriétés mécaniques ; • Détermination de la trempabilité : essai Jominy ; • Méthodes de détermination ou de calcul de la trempabilité, • Application aux courbes de transformation de l'austénite, • Application aux traitements thermiques sur chaleur résiduelle d'estampage. • Principaux types de traitements thermiques ; - traitements thermiques d'alliages de forgeage - traitements thermiques classiques ; - traitements thermiques sur chaleur résiduelle d'estampage - traitements superficiels des matériaux d'outillage • Cycles de traitements thermiques, • Conduite des traitements, - Cas des aciers de forgeage : - Cas des aciers d'outillage - Cas des métaux non ferreux :	**3**	*Application aux métaux, alliages et outillages de forge* -
• Traitements thermiques des alliages de cuivre, d'aluminium, de titane, de nickel, cobalt.	**2**	

S5. CHOIX DES MACHINES ET ÉTUDE DES OUTILLAGES

S5.1 Énergétique

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
S5.1.1 - Énergétique appliquée • Puissance développée par une action mécanique ; • Travail développé par une action mécanique ; • Énergie cinétique, énergie potentielle ; • Théorème de l'énergie cinétique ; • Rendement d'un mécanisme ;	**3**	*Applications aux comportements des machines de forgeage : Energie potentielle élastique, énergies perdues par frottement, ...*

S5.2 Mécanique des chocs

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
S5.2.1 – Mécanique des chocs en forgeage • Bilan énergétique ; • Phases d'un choc : compression et restitution ; • Conservation de la quantité de mouvement ; • Impulsion et variation de la quantité de mouvement ; • Coefficient dit « de restitution » ; • Relation entre le coefficient de restitution et la répartition de l'énergie ;	**3**	*Applications aux comportements des pilons à chabotte et des pilons à contre-frappe (rendement énergétique d'une frappe).*

S5.3 Calcul d'engin

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
S5.3.1 Calcul d'engin par la méthode Chamouard • Estimation de l'effort maximal de forgeage • Estimation des énergies nécessaires à l'estampage ou au matriçage d'une pièce.	**3**	*Vérification de la faisabilité d'une pièce pour un parc machine donné, de choisir la machine et de prédire l'utilisation de celle-ci (en nombre de coups de pilon par exemple).* *Cette méthode fait appel à l'ensemble des autres chapitres de la mécanique énumérés précédemment.*
S5.3.2 Simulation numérique en vue du choix de la machine • Exploitation des résultats en effort et en énergie • Critères de choix de machine.	**2**	

S5.4 – Conception des outillages

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
S5.4.1 – Cahier des charges d'un outillage • Contexte de l'étude • Pièce(s) à réaliser ; • Procédé concerné ; • Coût prévisionnel, délai prévu. • Contraintes à respecter : • Exigences liées à la pièce : géométrie, spécifications de fabrication et/ou fonctionnelle, processus prévisionnel, accessibilité … ; • Encombrement maxi, systèmes de refroidissement, sollicitations mécaniques, … ;	**3**	*La rédaction de tout ou partie du cahier des charges sera obligatoire dans le cas d'une conception externalisée.* *À adapter selon le procédé de forgeage*

S5.4.2 – Étude fonctionnelle d'un outillage • Principe de réalisation des fonctions et des solutions techniques associées : • Contraintes techniques, économiques et organisationnelles • Données de définition de la pièce à produire (spécifications dimensionnelles et géométriques et/ou spécifications fonctionnelles ; matériaux) ; • Données relatives à la réalisation de l'outillage (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 de l'outillage (sécurité, ergonomie).	**3**	
S5.4.3 – Étude des solutions constructives d'un outillage de forge • Typologie • Architecture générale des outillages • La gravure - La définition géométrique, - Les cordons et logements de bavure, - La prise de fer, - Le dimensionnement (retrait, retours élastiques...), - Le tolérancement, - Le positionnement et la cotation de position ; • Les surfaces de mise en position : - Rôle de chacune, - Aspects géométriques, - Aspects transmission des efforts, - Le tolérancement, - Définition du référentiel de positionnement ; • Les systèmes de maintien en position : - Leur technologie, - Leur dimensionnement, - Leur efficacité (fonctionnelle, montage, démontage, détrompeurs) ; • Le dimensionnement des « blocs » : - Actions mécaniques transmises, - Type de sollicitation, - Dimensionnement : - Par calcul mécanique, - Par utilisation de règles expérimentales ;	**3**	*Domaines d'applications :* - *les engins de chocs (Forge libre, ébauchages, estampage) ;* - *les presses hydrauliques, mécaniques, à vis (ébauchages, estampage, matriçage, extrusion, calibrage) ;* - *les presses à refouler, « Machine à forger », refoulement, évasement, étranglement, ébavurage, débouchage, débouchage simultanés ;* - *les laminoirs ébaucheurs ;* - *les presses ou appareils à cisailler ;* - *les presses d'ébavurage : ébavurage simple non guidé ou guidé, systèmes d'ébavurage*
• Les porte-outils • Rôle et principes, Les équipements complémentaires : - Les systèmes d'éjection, - Les outillages mobiles, - Les systèmes de maintien en température par chauffage et/ou refroidissement, - Les systèmes de lubrification, - Les systèmes de manutention, - Les systèmes manuels ou mécanisé de transfert de pièces • Le frettage des matrices : - Rôle et principe, - Règles simplifiées du frettage ;	**2**	*Les montages et outils de contrôle ;* *Les appareils (simples) de manutention ou de transfert.*

S5.4.4 – Principe de conception d'un outillage • Analyse du cahier des charges. • Inventaire et extraction de solutions constructives analogues capitalisées. • Définition du principe et de l'architecture générale de l'outillage. • Conception numérique de tout ou partie de l'outillage. • Choix des matériaux et des traitements éventuels. • Spécification de l'outillage garantissant son aptitude et sa capabilité à la réalisation du produit. • Rédaction d'un protocole de réception de l'outillage.	**3**	*Pour des outillages simples, éventuellement combinés avec des équipements adaptés aux machines*

S5-5 Hyperstaticité et mobilité des mécanismes appliqués aux outillages		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
• Graphe des liaisons d'un mécanisme - Liaison équivalente à une association de liaisons en parallèle : - Définition, - Hyperstaticité et mobilité de la liaison équivalente; • Liaison équivalente à une association de liaisons en série : - Définition, - Mobilité de la liaison équivalente	**2**	*Applications limitées aux outillages de forge installés sur la machine, en particulier dans le cadre de la mise en position isostatique des outils.*

S6. SPÉCIFICATION ET PROCESSUS DE CONTRÔLE

S6.1 – Spécifications des produits

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
S6.1.1 – Défauts et non-conformités des produits • Caractérisation des défauts : - dimensionnels, - géométriques, - relatifs aux caractéristiques mécaniques (dureté, limites de comportement...) - liés au matériau, - liés au procédé (fibrage, replis…) • Causes de dispersions et de non-conformité.	**2**	*En lien avec le chapitre S4-1 relatif aux caractéristiques des matériaux et aux normes de forge en vigueur*
S6.1.2 – Expression des tolérances • Tolérances dimensionnelles et géométriques • Tolérances liées au matériau (composition chimique, caractéristiques mécaniques,…) • Tolérances générales.	**2**	*L'identification des zones d'écart tolérées et plus généralement la lecture des spécifications doit être complètement maitrisée.*

S6.2 – Instruments, outillages et protocoles de contrôle

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
S6.2.1 – Dispersions et erreurs de mesurage • Typologie des erreurs de mesurage : justesse, répétabilité et reproductibilité. • Les causes d'erreur.	**2**	
S6.2.2 – Caractéristiques et technologie des instruments de contrôle • Instruments : • Résolution, mode opératoire, étalonnage et fiche de vie.	**2**	
S6.2.3 – Protocoles de contrôle • la métrologie au marbre. • d'état de surface • les solutions de numérisation 3D.	**2**	*En lien avec le chapitre relatif à la définition des processus de contrôle.* *En lien avec le chapitre S4-1 relatif aux caractéristiques des matériaux.*
• les contrôles non destructifs.	**2**	
• les contrôles des caractéristiques mécaniques et de santé-matière (destructif ou zone de prélèvement).	**2**	

S6.3 –Typologie des contrôles

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
S6.3.1 – Les processus de 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**	
S6.3.2 – Documents d'exploitation • Rapports et procès-verbaux de contrôle.	**3**	*Normes de certification, rattachement au Bureau National de Métrologie...*

• Documents de traçabilité. • Aspects normatifs		

S7. MISE EN ŒUVRE DES PROCÉDÉS DE FORGE

L'étude de l'ensemble des procédés de mise en forme s'effectuera dans le cadre d'une mise en œuvre d'équipements permettant d'aborder les "règles métiers". Au travers de l'étude, de la fabrication et de la transformation de pièces (pièces industrielles, expérimentales ou à visée pédagogique, il s'agit :
- *de mettre en pratique les savoirs et savoir-faire associés aux compétences visées ;*
- *de maîtriser les moyens matériels (production, simulation, contrôle ...) ;*
- *d'apprendre à organiser un poste de travail ;*
- *de capitaliser l'expérience.*

S7.1 – Technologie des procédés de forge

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
• Forge libre • Estampage • Laminage d'ébauche • Laminage circulaire • Forgeage sur presses horizontales • Extrusion • Frappe à froid	**2**	*Pour chacun des points suivants seront étudiés: les morphologies de pièces possibles, les dimensions des pièces, l'importance de la série et les types de machines utilisées.*

S7.2 – Forge libre

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)		• Limites **de connaissances**
S72.1 Étude de fabrication • Étude du plan de la pièce : - Habillage en vue de l'usinage (Surépaisseurs, chutes), - Adaptation à la technologie (Congés, formes admissibles), - Calcul des volumes ; • Gamme de fabrication : - Décomposition en opérations élémentaires, - Schémas côtés de ces opérations (dimensions, volumes), - Choix des outillages associés, - Établissement du cahier des charges « lopin » ; • Réalisation : - Fabrication suivant la gamme proposée, - Enregistrement des écarts par rapport à la gamme prévue, - Analyse de ces écarts, - Bilan et conclusions sur la gamme opératoire ; • Contrôle final : - Contrôle dimensionnel, - Contrôle des caractéristiques mécaniques, - Contrôle non destructif, - Bilan et conclusions sur le niveau de qualité obtenu.	**3**	*Les pièces à réaliser sont extraites du catalogue « Classement morphologique des pièces forgées » et sont donc à caractère industriel.* *La réalisation des différentes pièces devra être l'occasion d'améliorer les performances individuelles :* *Prévisions,* *Organisation du poste de travail* *Organisation des opérations,* *Temps opératoires,* *Qualités de la pièce réalisée.* *Leur fabrication fait appel à des opérations élémentaires (Étirage, refoulement, bigornage).*

S7.3 – Estampage, matriçage et extrusion		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)		**Limites de connaissances**
• Les matériaux : Aciers, laitons, aluminiums, titanes, … - - Températures de forgeage associées (chaud, mi-chaud, froid) ; - - Rhéologie des matériaux ; - - Évolutions thermiques et échanges thermiques avec les milieux environnants : Chauffage, échauffements, refroidissement aux contours • Les machines - Structures mécaniques : - Paramètres réglables (pressions, énergies, ...) - Structures géométriques : - Paramètres réglables (cales, vis, coins, ...) - Comportements dynamiques des machines ; - Montage des outillages - Méthodologies de réglage ; - Maintenance des matériels. • Les machines d'estampage, de matriçage et d'extrusion - Engins de choc, presses hydrauliques, presses mécaniques, presses à vis, machines à refouler, machines de frappe à froid. • Les machines d'ébauchage - Presses mécaniques ou hydrauliques (verticale, à refouler), laminoirs ébaucheurs, auto-compresseurs. • Les matériels de débitage - Scies, tronçonneuses, cisailles. • Les matériels de chauffage - Fours à gaz, fours électriques, chauffeuses à induction. • Les presses d'ébavurage et de débouchage • Les matériels de parachèvement - Meuleuses, grenailleuses ... • Les outillages - Le pré-montage des outillages ; - Les réglages propres à l'outillage ; - L'installation des outillages sur la machine (SMED). • Outillages d'estampage, de matriçage, d'extrusion • Outillages de préparation d'ébauche, de laminage • Appareils à cisailler • Inducteurs • Outillages d'ébavurage, de débouchage • La lubrification - Effets sur le frottement ; - Effets de protection contre l'oxydation ; - Effets de protection thermique ; - Modes de dépôt (sur la pièce, sur l'outillage ...) ; - Caractérisation du frottement…	**3**	*Concernant les trois grands procédés (Estampage, matriçage et extrusion), il n'est pas possible de dissocier les aspects :* - *Matériaux,* - *Lubrification,* - *Outillage,* - *Machine.* *Néanmoins chaque manipulation pourra être orientée plus particulièrement sur l'étude de l'un ou l'autre de ces aspects.* *La réalisation des différentes pièces devra être l'occasion d'améliorer les performances individuelles :* - *Prévisions,* - *Organisation du poste de travail* - *Organisation des opérations,* - *Temps opératoires,* - *Qualités de la pièce réalisée.*

S8. CONCEPTION DES PROCESSUS DE FORGE

L'étude de l'ensemble des savoirs associés décrits ci-dessous doit permettre la rédaction d'une gamme de fabrication complète depuis l'approvisionnement en matière d'œuvre jusqu'au contrôle final.

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S8.1 – Déformation plastique dans l'étude des processus Caractérisation d'un procédé • Matériaux forgeables (Normes) • Domaines de température (chaud, mi-chaud, froid). • Modes d'écoulement : filage, aplatissement, coexistence des deux modes. • Frottement, lubrification: Coulomb, Tresca, effet Diesel, test de l'anneau, produits utilisés en fonction de la température, du procédé et du matériau. • Incidence des points précédents sur : - les efforts, l'énergie mise en jeu, - la structure du matériau, - les outillages. • Classification morphologique des pièces.	**3**	
S8.2 - Chauffage • Principes et domaines d'application • Transmission de la chaleur. • Sources d'énergie. • Types de fours. • Matériaux de construction. • Contraintes technologiques associées • Défauts des pièces forgées et moyens de prévention • Données économiques	**3**	
S8.3. – Débit des lopins • Principes et applications • Forme marchande des matériaux. • Travail à la barre. • Cisaillement. • Sciage. • Coupage thermique. • Données économiques	**3**	
S8.4. – Adaptation des pièces aux procédés • Surépaisseurs. • Plans de joints. • Dépouilles. • Cotation, tolérances	**3**	*Définition de pièces brutes à partir de pièces usinées, de pièces fonctionnelles ou de schémas fonctionnels et de cahiers des charges :* - *pièce estampée de révolution,* - *pièce estampée de forme longue,* - *pièce estampée cambrée,* - *pièce de presse horizontale à forger,* - *pièce extrudée,* - *pièce de frappe à froid,*
S8.5. - Opérations de forge libre • Etirage • Refoulement • Poinçonnage • Bigornage • Trianglage	**3**	

S8.6. – Opération d'estampage • Ébauche • Répartition • Étirage • Roulage • Cambrage • Ébavurage • Pièces en grappe • Ébauches découpées	**3**	*Ebauche de pièce de révolution comportant du filage et de l'aplatissement.* *Simulation numérique de la déformation (point de vue de la gamme).* *Dimensions du lopin de départ ;* *Ebauche à section carrée d'une pièce longue : utilisation du diagramme des sections, dessin de l'ébauche, dimensions du lopin de départ.* *Ebauche d'une pièce cambrée : sections après cambrage,* *fibre neutre, sections avant cambrage, longueurs; dessin de l'ébauche après et avant cambrage; diagramme des sections; dimensions du lopin de départ.*
S.8.7 – Ébauches laminées • Réductions de sections • Longueurs développées	**3**	
S8.8. – Opération de forgeage sur presses horizontales • Refoulements coniques. • Rétreint. • Expansion. • Poinçonnage.	**3**	*Pièce de presse horizontale à forger comportant au moins un refoulement conique; dessin des étapes de déformation successives; dimensions de la barre de départ ;*
S8.9. – Opération d'extrusion • Filage inverse • Filage direct • Etirage • Refoulement	**3**	*Pièces extrudées à froid comportant calibrage du lopin filage avant, filage inverse étirage. Dessin des étapes de déformation successives. Dimensions du lopin de départ ;*
S8.10. – Opération de frappe à froid • Filage avant. • Filage avant contenu. • Filage arrière. • Refoulement. • Découpage. • Poinçonnage.	**3**	*Pièces de frappe à froid comportant filage avant et arrière, refoulement, poinçonnage. Dessins de la pièce à chaque étape de la mise en forme*
S8.11. – Parachèvement • Calibrage. • Grenaillage. • Principes, types de machines, mise en œuvre, résultats • Meulage	**3**	

S9. GESTION DE PRODUCTION, QUALITÉ

S9.1 – Planification – Ordonnancement		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S9.1.1 – Planification • Temps de production. • Contraintes de gestion : processus, opérations. • Ressources matériels, sous-traitance. • Taux de charge. • Planification : aléas, des niveaux de priorité, pénalités de retard. • Diagrammes d'analyse temporelle : Diagramme Gantt…	**1**	

S9.1.3 – Outils d'amélioration de la productivité • Indicateurs de productivité • Lean Manufacturing : - SMED - TPM - HOSHIN - KANBAN - 5S	**2**	

S9.2 – Organisation et suivi de la production		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S9.2.1 Suivi du planning de production • Indicateurs de production : charge planifiée, charge produite. • Taux de Rendement Synthétique. • Procédures d'ajustement.	**1**	

S9.3 – Qualité		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S9.3.1 – Concept et enjeux de la qualité • Les concepts de la qualité. • Les enjeux économiques, technologiques, juridiques et sociaux. • L'organisation et le système qualité.	**1**	*Il s'agit d'expliciter les notions suivantes :* - *Définition de la qualité (norme ISO en vigueur)* - *Les effets de la politique qualité dans l'entreprise* - *Les relations clients-fournisseurs* - *Les principes de management de la qualité (approche processus)* - *Le rôle du service qualité*
S9.3.2 – Démarches d'amélioration et de suivi de la qualité • Les outils d'analyse, d'aide à la décision et de résolution de problèmes. • Le 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 : • Le coût qualité et non qualité.	**2**	*L'utilisation d'un tableur sera largement suffisante* *Outils d'analyse :* - *les remue-méninges ;* - *l'acquisition de données (QQOQCP…) ;* - *le diagramme causes-effet (approche 5M) ;* - *les cartes de maîtrise du processus* - *les indicateurs de maîtrise du processus (capabilité court terme et long terme)* *Démarches d'amélioration et de suivi de la production : SMED, TPM, HOSHIN, KANBAN, 5S, AMDEC, Lean manufacturing…* *On se limitera au traitement des non-conformités*
S9.3.3 – Normes et référentiels • Normes ISO en vigueur. • La relation QSE. • La certification.	**1**	*Se limiter à :* - *la constitution et la relation entre les normes relatives à la qualité (ISO 9000, 14000, …)* - *les types de certification* - *les modèles de certification de produit (CE, …)* - *les modèles de certification d'organismes (ISO, ...)*

S10. SÉCURITÉ, ERGONOMIE ET ENVIRONNEMENT

S10.1 – Sécurité au travail

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
S10.1.1 – Aspects réglementaires et institutionnels • Définitions : sécurité, prévention, accident du travail, maladie professionnelle, maladie à caractère professionnel. • Organismes : • agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT), • assurance Maladie Risques Professionnels (Branche Accidents du Travail et Maladie Professionnelles). • institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)	**1**	
S10.1.2 – Risques professionnels • 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 produits utilisés • Liés aux rayonnements (électromagnétiques, lumineux…)	**2**	*La préparation au PRAP (Prévention des Risques liés à l'Activité Physique) peut être envisagée.* *Composés chimiques des fiches de sécurité (FDS)*
S10.1.3 – Prévention • Réglementation : principes généraux de prévention des lois en vigueur. • Décrets et circulaires des directions du travail … • Document unique. • Démarche de prévention : • Démarche d'analyse des accidents • Démarche de maîtrise des risques • Démarche ergonomique	**1**	
S10.1.4 - Sauveteur Secouriste du Travail	**1**	

S10.2 – Ergonomie des postes de travail

Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	Limites de connaissances
S10.2 – Généralités • Cadre légal, réglementation en vigueur. • Consignes générales : espaces libres. • Anatomie : Positions naturelles du corps – Postures forcées. • Changement de posture, activité assis/debout. • Environnement du poste (bruit/climat…). • Lumière naturelle/artificielle.	**1**	

S10.3 – Environnement		
Savoirs, connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau	**Limites de connaissances**
S10.3.1 – Développement durable • Concept, enjeux et valeurs fondamentales associées. • Principes : précaution, prévention, responsabilisation, contribution et solidarité. • Responsabilité sociétale des entreprises. • Eco conception, Eco label, Ecoproduit. • Réglementations européenne et française. • Concepts d'une économie circulaire.	**1**	
S10.3.2 – Protection de l'environnement et risques industriels • Institutions et organismes • Aspects législatifs et réglementaires en matière de protection de l'environnement et des risques industriels • Impact environnemental. • Responsabilité sociétale	**1**	
S10.3.3 – Transition énergétique • Concept, enjeux. • Réglementations européenne et française. • Approche de réduction de la consommation énergétique (des machines,…).	**1**	
S10.3.4 – Gestion des déchets • Nature des déchets. • Les précautions liées au stockage, au tri, à la destruction, au recyclage. • Nature des produits dangereux, précautions, et stockage. • Nature des rejets, mode de collecte, stockage et traitement.	**1**	
S10.3.5 – Gestion des produits chimiques • Nature des produits chimiques. • Les normes d'Identification (FDS). • Les règles de stockage.	**1**	

S11. 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.

S12. 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 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.

S13. MATHÉMATIQUES

L'enseignement des mathématiques dans les sections de technicien supérieur **FORGE** 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 **FORGE**. 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 d' 1 heure en classe entière + 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**

S14. PHYSIQUE – CHIMIE

✓Préambule

L'enseignement de la physique-chimie en STS **FORGE**, 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	- 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	- 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	- 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	- 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	- Rendre compte d'observations et des résultats des travaux réalisés. - Présenter, formuler une conclusion. - Expliquer, représenter, argumenter, commenter.
Être autonome, faire preuve d'initiative	- 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 **forge**.

Erreurs et incertitudes	
Notions et contenus	**Capacités exigibles**
Erreurs et notions associées	• 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	• 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	• 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.
Edifices (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 intramoléculaire.

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.	*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).*
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. *Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour comparer des propriétés physiques ou chimiques de métaux ou d'alliages.* 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 massiques et molaires de changement d'état. Établir un bilan énergétique lors d'un changement d'état. *Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une chaleur latente de changement d'état.*
Diagrammes d'équilibre binaires solides – liquides isobares.	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. Décrire qualitativement les phénomènes de surfusion, de germination homogène ou hétérogène. Citer des exemples. *Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier une courbe d'évolution isobare de la température d'un mélange binaire solide-liquide*.

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 polymères, 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 : - 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.
Vieillissement 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 : - les nécessités du retraitement des polymères ; - le recyclage de certains matériaux polymères utilisés dans le domaine professionnel.

Partie B : Optique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Spectre électromagnétique.	Identifier sur une échelle de longueurs d'onde les domaines de la lumière visible, infrarouge et ultraviolette. *Mettre en œuvre un protocole expérimental pour visualiser le spectre de la lumière émise par une source lumineuse.*
Laser, propriétés du rayonnement émis : directivité, monochromaticité, puissance et puissance par unité de surface.	Citer les propriétés d'un rayonnement laser. Citer des ordres des grandeurs de puissance moyenne pour des lasers courants (diodes laser, lasers Hélium-Néon, CO_2, YAG) rencontrés au laboratoire et dans le domaine industriel.
Laser continu et à impulsions.	Distinguer un laser continu d'un laser à impulsion.
Utilisation d'un laser pour la gravure, la soudure, le perçage, la découpe et le traitement de surface de matériaux.	Extraire et exploiter des informations sur les principes mis en jeu dans l'utilisation d'un laser pour le traitement des matériaux.
Règles de sécurité.	Appliquer les règles de sécurité liées à l'utilisation de lasers de puissance.
Fibres optiques : principe, ouverture numérique, atténuation.	*Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant une fibre optique.*

Partie C : électricité

Notions et contenus	Capacités exigibles
Intensité, tension.	Distinguer grandeurs continues et grandeurs alternatives. Distinguer, pour un signal sinusoïdal, grandeurs efficaces et grandeurs crêtes. *Mettre en œuvre un système d'acquisition de données pour obtenir une représentation temporelle de grandeurs électriques.* *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.*
Puissance et énergie en électricité.	Décrire et caractériser l'effet Joule. Évaluer par différents moyens (mesures et calculs) la puissance électrique et l'énergie électrique reçue par un récepteur. Établir un bilan énergétique.
Sécurité électrique.	Citer les effets physiologiques du courant électrique. Citer les dispositifs de protection contre les risques du courant électrique.

Partie D : Comportement dynamique des systèmes

Notions et contenus	Capacités exigibles
Réponse d'un oscillateur mécanique à une excitation.	Identifier la ou les grandeurs vibratoires. *Mettre en œuvre un protocole expérimental pour enregistrer des vibrations d'un système mécanique.* Identifier les sources de vibrations dans le domaine professionnel et les situer sur une échelle de fréquences.
Oscillations libres ou forcées, amortissement.	Exploiter un enregistrement pour déterminer les caractéristiques d'une oscillation libre ou forcée. *Mettre en œuvre un dispositif expérimental visant à étudier l'effet de l'amortissement sur l'amplitude d'une vibration.* Distinguer les oscillations libres des oscillations forcées. Distinguer les régimes pseudopériodiques et apériodiques. Caractériser une oscillation forcée par sa fréquence et son amplitude.
Résonance en mécanique.	*Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour déterminer les conditions de la résonance mécanique.* Identifier le phénomène de résonance mécanique. 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.
Résonance en électricité.	*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.* Citer quelques applications du phénomène de résonance électrique.

Partie E : Mécanique des fluides

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

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

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	C17	C18	C19	C20
S1 INGENIERIE SYSTEME ET ANALYSE FONCTIONNELLE																					
S1.1	Ingénierie système, analyse fonctionnelle		X	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					
S1.4	Développement durable, écoconception		X		X		X														X
S2 CHAINE NUMERIQUE																					
S2.1	Concept de « chaîne numérique »		X				X			X	X										
S2.2	Simulation numérique du forgeage	X					X		X	X	X	X									
S2.3	Outils de conception et représentation numériques	X		X			X			X											
S2.4	Règles de tracé des pièces de forge			X						X									X		
S2.5	Représentations graphiques dérivées des maquettes numériques			X			X			X											
S3 ETUDE DES COMPORTEMENTS MECANIQUES																					
S3.1	Grandeurs, unités, erreurs de mesure ou de calcul									X		X									
S3.2	Sollicitations et comportement mécaniques de la matière							X	X	X											
S3.3	Actions de contact							X		X		X									
S3.4	Cinématique																				
S3.5	Dynamique des solides																				
S4 MATERIAUX ET TRAITEMENTS																					
S4.1	Structure et élaboration des matériaux		X					X			X	X						X	X		
S4.2	Caractérisation et contrôle des matériaux		X		X							X			X			X	X		
S4.3	Les transformations dans l'état solide, traitement des matériaux		X									X						X	X		
S5 CHOIX DES MACHINES, ET ETUDE DES OUTILLAGES																					
S5.1	Energétique	X		X	X		X	X	X	X	X		X	X	X			X			
S5.2	Mécanique des chocs																				
S5.3	Calcul d'engin																				
S5.4	Conception des outillages																				
S6 SPÉCIFICATIONS ET PROCESSUS DE CONTRÔLE																					
S6.1	Spécification des produits					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
S6.3	Typologie des contrôles										X	X	X					X	X		X
S7 MISE EN ŒUVRE DES PROCÉDÉS DE FORGE																					
S7.1	TECHNOLOGIE DES PROCÉDÉS DE FORGE	X					X			X	X										
S7.2	Forge libre	X	X					X			X				X			X			X
S7.3	Estampage, matriçage et extrusion																				
S8 CONCEPTION DE PROCESSUS DE FORGE																					
S8.1	Déformation plastique dans l'étude des processus Caractérisation d'un procédé				X		X	X	X		X	X		X	X			X			
S8.2	Chauffage										X	X						X			
S8.3	Débit des lopins											X									
S8.4	Adaptation des pièces aux procédés			X							X	X			X			X			
S8.5	Opérations de forge libre										X	X							X		
S8.6	Opération d'estampage																				
S8.7	Ebauches laminées																				
S8.8	Opération de forgeage sur presses horizontales																				
S8.9	Opération d'extrusion																				
S8.10	Opération de frappe à froid																				
S8.11	Parachèvement		X		X			X			X			X				X			
S9 GESTION DE PRODUCTION ET QUALITÉ																					
S9.1	Planification – Ordonnancement	X		X	X										X	X	X				X
S9.2	Organisation et suivi de la production	X		X										X			X			X	X
S9.3	Qualité	X		X									X	X		X	X	X			X
S10 SECURITE ERGONOMIE ET ENVIRONNEMENT																					
S10.1	Sécurité au travail	X	X	X	X								X	X			X				X
S10.2	Ergonomie des postes de travail	X	X	X	X								X	X			X				X
S10.3	Environnement	X	X	X	X					X			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 FORGE 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 FORGE.

U 3.1 - MATHÉMATIQUES

L'unité U31. "Mathématiques" du brevet de technicien supérieur FORGE 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 FORGE.

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	C17	C18	C19	C20
Participer à la réponse à un appel d'offres, demande d'un client	A1-T1		2				3	1													
	A1-T2	1					2	3	3												
	A1-T3	2		1	3	2	2	3													
	A1-T4			2	2		2		3												
	A1-T5	1		2	2	3		2	3		2					2					
Concevoir les moyens de production	A2-T1		3		2	2	2			3	3		1			2					
	A2-T2		3		1		2			3		2	3								
	A2-T3		2								2	3		1							
	A2-T4									2		2	3	2			2				
	A2-T5		1		2	1			2			2	3	1							
	A2-T6			2							3										
Industrialiser la production	A3-T1			3								3			1					2	
	A3-T2	2		1								3	2	3		2	3	2			
	A3-T3	2										2		3	1	2	3	2			
	A3-T4			1										3	2					2	
	A3-T5	3		3										2		3		3	1		
Gérer la production	A4-T1	1		1											3					2	2
	A4-T2	2		1											3					3	
	A4-T3	2													2				3		3
	A4-T4																		2		3
	A4-T5			1												2	3	2			2
	A4-T6		1	1																3	3
	A4-T7	2		3														2	2	2	
	A4-T8	3	2	3															2		2

Épreuves professionnelles de certification

U4 - Conception préliminaire																					
U5 - Projet industriel de conception et d'initialisation de processus de forge																					
U61 - Projet collaboratif d'optimisation d'un produit et d'un processus																					
U62 - Étude de forgeage																					
U63 - Gestion de suivi de pièces forgées 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. Exemples : Concevoir le processus**,** organiser le secteur de production et son environnement.

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.".

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

AMDEC :
Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité.
Méthode d'analyse prévisionnelle rigoureuse, la démarche AMDEC contribue à l'obtention de la fiabilité optimale d'un processus, d'un procédé, d'un dispositif ou d'un système opérationnel.

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...).

Appel d'offres :
L'appel d'offres est un document qu'on envoie à des fournisseurs dans le but de leur demander la cotation d'un besoin de l'entreprise (des matières premières, des composants, de la sous-traitance ou des services). La préparation d'un tel document est précédée et suivie par une série d'activités très stratégiques pour l'entreprise.

Audit :
L'audit peut être interne ou externe. Le contrôle interne est l'ensemble des sécurités contribuant à la maîtrise de l'entreprise. Il a pour but d'assurer la protection, la sauvegarde du patrimoine et la qualité de l'information d'une part et de l'autre, l'application des instructions de la direction, et de favoriser l'amélioration des performances.

Audit qualité :
L'audit qualité est un examen méthodique d'une situation relative à un produit, processus, organisation, en matière de qualité, réalisé en coopération avec les intéressés, en vue de vérifier la conformité de cette situation aux dispositions préétablies et l'adéquation de ces dernières à l'objectif recherché. (NF X 50-109).
Dans le secteur technique, on distingue l'audit « produit » et l'audit « procédé ». Dans le domaine organisationnel, on distingue : l'audit de « structure », l'audit des « procédures », l'audit « documentaire » et l'audit des « maillons de la chaîne de la qualité ». Dans le domaine économique, on distinguera l'audit du « tableau de bord de la qualité » et l'audit des « coûts de la qualité ». L'audit peut être interne ou externe réalisé par tierce partie.

Arbre d'assemblage :
Dans le cadre de l'utilisation d'un modeleur 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 modeleur volumique, l'arbre de construction décrit, pour une pièce, la liste des fonctions volumiques (associées aux fonctions techniques). Ces fonctions, rassemblées séquentiellement

et reliées par des conditions géométriques et topologiques (explicites ou implicites), créent un modèle volumique. L'arbre de construction permet de comprendre comment est bâti le modèle et facilite les modifications.

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

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 modeleur 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.

Auto contrôle : Mode de contrôle selon lequel une personne physique exerce son propre contrôle sur le résultat de son travail et dont les règles sont formellement définies dans des dispositions d'assurance de la qualité ou de gestion de la qualité.

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 numérique (informatique) résidant dans le bureau d'études, sur le réseau informatique de l'entreprise ou sur l'Internet, par exemple : bibliothèque d'éléments standards 3D (châssis, noyaux, broches, systèmes d'alimentation étagés, …). 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 standards 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 (indice de) **:**
C'est le rapport entre l'exigence du client (en général représenté par l'intervalle de tolérance) et la variabilité du processus utilisé pour réaliser physiquement cette exigence (en général = 6 sigma process) : c'est un coefficient sans unité qui quantifie l'aptitude à réaliser la production. La méthode appliquée pour déterminer l'indice de capabilité varie en fonction des cas étudiés (petite ou grande série, court terme ou long terme…)

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.

Cahier des charges contractualisé : Document contractuel technico-économique, établi entre le sous-traitant et le donneur d'ordres, définissant très précisément les caractéristiques : techniques, métallurgiques, mécaniques, dimensionnelles, géométriques du produit moulé. Il précise également les délais et rythmes de livraison, le conditionnement des produits et les conditions d'expédition.

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 terme de fonctions de services et de contraintes à remplir par le produit. Il formalise l'analyse du besoin. Pour chacune de ces fonctions, sont définis des critères d'appréciation et leurs niveaux. Chacun de ces niveaux doit être assorti d'une flexibilité. Le cahier des charges fonctionnel précède l'établissement du cahier des charges contractualisé.
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. Il revient à l'ingénieur, chargé d'études, de traduire ces exigences en solutions techniques.

CAO
Conception assistée par ordinateur.

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 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.

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'ingénierie mécanique.

Chargé d'affaires :
Le chargé d'affaire, ingénieur ou technicien supervise au sein d'une entreprise toutes les étapes d'un projet depuis la démarche commerciale, jusqu'à la réception des travaux. Il réalise les études de prix et d'organisation. Il est responsable du suivi financier des travaux.

Co-traitance :
Il s'agit d'un groupement d'entreprises visant à répondre à un appel d'offres privé ou public et à accomplir ensemble les travaux après adjudication du marché.

Compétence :
Capacité à mobiliser un ensemble de connaissances (savoirs), savoir-faire et comportements (attitude, 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 : structurer une présentation orale, développer un protocole de mesure, avoir le sens des ordres de grandeurs, régler un outillage…. Une compétence est évaluable dans le cadre d'un transfert de connaissances, savoir-faire et savoir-être à un nouveau contexte ou une nouvelle situation

Compétitivité :
Capacité à affronter la concurrence ou la compétition sur les registres de la qualité, des coûts, de la disponibilité, des délais, de la vente, …. Capacité à accroître ses parts de marchés.

Composant forgé:
Voir produit

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.

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.

Consignes de travail : se transmettent verbalement ou par écrit (main courante), lors d'un changement de poste d'une équipe de production à celle qui lui succède. Elles font état : de la situation des moyens, des changements ponctuels des paramètres de fonctionnement, des interventions et réglages réalisés au cours du poste finissant. Elles garantissent la continuité de la production.

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

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

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…).

Documentation de maintenance :
Information conservée sous forme écrite ou électronique nécessaire à l'exécution de la maintenance.
Cette information peut consister en documents techniques, administratifs, de gestion ou autres.
Elle intègre l'historique des pannes, ainsi que le calendrier prévisionnel des interventions.

Document unique (d'évaluation des risques professionnels) :
Les derniers décrets prévoient l'obligation pour tout employeur, quelle que soit la taille de l'entreprise, de transcrire les résultats des évaluations des risques pour la santé et la sécurité des salariés dans un document unique. Cette obligation a été reprise dans le code du travail qui prévoit des sanctions en cas de non-respect (cf. article du code de travail). Ce document unique doit contribuer à l'élaboration d'un programme de prévention des risques afin de réduire et de supprimer la majorité des dangers constatés.

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

Dossier de définition de produit :
C'est un dossier numérique et "papier" qui rassemble, au fur et à mesure de son élaboration, la définition précise d'une pièce fabriquée appartenant à un produit. Il comprend le ou les dessins (ou maquettes numériques) de :
- conception préliminaire de la pièce (privilégiant les surfaces et conditions fonctionnelles) ;
- conception détaillée à l'issue de la phase d'optimisation de la relation produit, matériau, procédé ;
- conception détaillée et spécifiée, formalisant la définition des formes et des spécifications dimensionnelles et géométriques de la pièce (donnant souvent lieu à l'édition d'un plan 2D respectant les normes de définition graphique et de cotation ISO en vigueur).
L'ensemble peut prendre la forme d'un dossier rassemblant, en plus de la définition géométrique de la pièce, les données techniques et économiques imposées, les contraintes de fabrication, de contrôle, de production.

Dossier de fabrication : Ensemble de documents précisant les moyens matériels et humains retenus et à

mettre en œuvre dans une entreprise, pour assurer et garantir la réalisation d'une fabrication en conformité au cahier des charges (ou dossier contractualisé). Il précise également toutes les instructions spécifiques liées aux différentes phases opératives du cycle de réalisation.

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

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

Eco conception :
L'écoconception correspond à l'intégration des aspects environnementaux dans la conception ou la re-conception de produits. Il s'agit de prendre en compte les exigences environnementales sur le produit: réglementation, image de marque, etc. ainsi que les conséquences environnementales du produit: consommations de ressources, émissions atmosphériques, production de déchets, valorisation du produit en fin de vie, etc. Les exigences et les conséquences doivent être envisagées sur tout le cycle de vie du produit. En effet il s'agit d'obtenir une performance globale.

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.

Encadrer une équipe :
Par des aptitudes à la communication, il s'agit de savoir accompagner, suivre, motiver et se positionner face à une équipe

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…

Forge:
La Forge est l'industrie de mise en forme des matériaux métalliques massifs par déformation plastique.

Les produits forgés peuvent constituer soit un produit fini ou un produit contribuant à la réalisation d'ensembles faisant intervenir d'autres industries.

Selon les quantités de produits à réaliser, et selon les métaux ou alliages transformés, différentes filières de forges peuvent être sélectionnées: forge libre, laminage circulaire, estampage, matriçage, extrusion à froid, à chaud ou à mi-chaud, frappe à froid.

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

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.

Gravure ou empreinte:
Réalisation de la forme de la pièce dans les matrices en intégrant éventuellement la dilatation due à la température de chauffage du matériau pour le forgeage.

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

Industrialisation :
A partir des données économiques (nombre de produits, taille des lots, coûts prévisionnels, délais) et du dossier de définition du produit, c'est la phase du développement du produit qui définit toutes les procédures et tous les moyens techniques et humains pour fabriquer, contrôler, assembler, conditionner le produit dans l'entreprise ou chez ses sous-traitants.
Le dossier d'industrialisation comprend :
- les dessins de définition,
- les études relatives au processus de fabrication, de contrôle, d'assemblage, de conditionnement :
    - définition des bruts,
    - études de phase de chaque transformation des pièces,
    - études de faisabilité et les simulations éventuelles,
    - programmes informatiques nécessaires,
    - définition précise des moyens techniques et humains,
    - conditions d'intégration de la production dans la logistique globale de l'entreprise.

Ingénierie 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.).

Ingénierie simultanée ou concourante ou collaborative (en anglais concurrent engineering) :
L'ingénierie simultanée est une approche systématique et multidisciplinaire qui intègre en parallèle les différentes phases de développement d'un produit, et la gestion de son processus : identification des besoins du client, spécifications du produit, conception du produit et des moyens de fabrication, fabrication du produit, tout en tenant compte du cycle complet de la vie du produit, incluant le service après-vente, l'entretien, la mise au rebut ou le recyclage.
En utilisant un processus efficace de développement de produits, dans un environnement d'équipes multifonctionnelles performantes et créatives, il est possible de développer rapidement des produits de qualité à des coûts compétitifs. Ce processus de développement du produit doit être intégré, multidisciplinaire, flexible et fortement interactif.
Ce concept est également appelé Ingénierie Simultanée, Ingénierie Concourante ou Développement Intégré.

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 Manufacturing 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.

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

Maintenance conditionnelle :

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

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

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

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

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

Manuel Assurance Qualité : Document énonçant la politique qualité et décrivant l'ensemble des procédures, dispositions générales prises par l'entreprise et autres composants organisationnels de son système qualité, d'un de ses services, d'un organisme.

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:
Bloc de métal dans lequel l'empreinte ou la gravure de la pièce est réalisée, pour permettre son forgeage.

Matrice GPS
Tableau à double entrée qui permet de dresser un bilan des normes actuelles, de repérer les redondances et les manques et de programmer le développement des normes à venir.

Modeleur volumique
Dénomination des progiciels de conception de systèmes mécaniques de dernière génération. Le modeleur volumique est le maillon central d'une chaîne numérique de conception.
Ce type de logiciel permet de :
- créer des pièces par association de volumes élémentaires créés par des fonctions telles que l'extrusion ou la rotation d'une surface (esquisse) par rapport à une direction ;
- associer ces pièces selon des contraintes géométriques pour construire le modèle virtuel d'un système mécanique ;
- construire des maquettes "robustes". La robustesse d'une maquette caractérise sa capacité à accepter de se reconstruire après la modification d'une caractéristique de référence. Ce concept dépend des méthodes de constructions adoptées pour :
  - définir une pièce (choix de l'arbre de construction, des esquisses et 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.

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 d'un principe technique, une solution constructive, un ensemble fonctionnel, un comportement…

Modeleur volumique :

Dénomination des progiciels de conception de systèmes mécaniques de dernière génération. Le modeleur volumique est le maillon central d'une chaîne numérique de conception. Ce type de logiciel permet de :
- créer des pièces par association de volumes élémentaires créés par des fonctions telles que l'extrusion ou la rotation d'une surface (esquisse) par rapport à une direction ;
- associer ces pièces selon des contraintes géométriques pour construire le modèle virtuel d'un système mécanique ;
- - construire des maquettes "robustes".

La robustesse d'une maquette caractérise sa capacité à accepter de se reconstruire après la modification d'une caractéristique de référence. Ce concept dépend des méthodes de constructions adoptées pour :
- définir une pièce (choix de l'arbre de construction, des esquisses et pertinence des critères d'évolution retenus),
- construire un assemblage (choix des contraintes, constructions dans l'assemblage, paramétrages…) ;
- construire des maquettes "portables" : propriété du modèle géométrique à accepter les modifications et à être réutilisé facilement. Les interventions extérieures sur le fichier informatique ne doivent pas générer d'incohérences dans la base de données géométriques.

Le 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.

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) ; forge ; 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

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

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.

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

Plan de maintenance préventive :
Ensemble structuré des tâches qui comprennent les activités, les procédures, les ressources et la durée nécessaire pour exécuter la maintenance préventive. L'élaboration du plan de maintenance préventive a pour but de définir :
- Sur quel bien effectuer la maintenance ?
- Quelles sont les interventions à prévoir ?
- Quand et comment elles doivent être réalisées ?

Plan Qualité :
Document spécifiant quelles procédures, modes opératoires et ressources associées doivent être appliquées par qui et quand, pour un projet, produit, un processus ou un contrat particulier. (ISO 9000)

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

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

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.

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

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 ...)

Procédé :
Mode de transformation de la matière.

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

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

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 : En forge la notion de produit englobe les différentes phases d'obtention du produit final.
C'est cette définition du produit qui est prise en compte dans le présent référentiel.

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.

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

Produit :
Objet manufacturé : pièce forgée destinée à être livrée au client ou à être mise sur le marché.

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 auxquels il devra répondre. Le prototype ne peut pas être virtuel et doit être le plus proche possible de la version définitive du produit.

Qualité :
Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques ou de performances à satisfaire des exigences (ISO 9000 : 2000). Ces exigences ou ces besoins peuvent être exprimées ou implicites, outre leur traduction en termes de caractéristiques et de performances, elles sont également traduites en termes de fiabilité, de facilité d'entretien, de coût global de possession.

QSE

Qualité - Sécurité – Environnement.

Responsabilité sociétale des entreprises
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.

Revues 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 BTS, « 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.

Rhéologie:
Est l'étude de la déformation et de l'écoulement de la matière sous l'effet d'une contrainte appliquée.

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

Robustesse d'un procédé :
Phase de développement d'un procédé destinée à déterminer la zone de fonctionnement optimal présentant la moins grande sensibilité aux fluctuations des facteurs

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
Habileté 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 manipulatoire** lorsqu'il est du domaine de l'action, de la manipulation. Ex : agir, connecter, démonter ou remonter, démarrer, mesurer (prendre la mesure).
Le **savoir-faire** est **d'ordre opératoire** lorsqu'il est du domaine du suivi d'un protocole d'action, de la réalisation d'une opération, de la mise en œuvre de tout ou partie d'un processus. 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.

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

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

Système de Management de l'Environnement (S.M.E.) :
Le système de management environnemental est un outil de gestion de l'entreprise qui lui permet de s'organiser de manière à réduire et maîtriser ses impacts sur l'environnement. Il inscrit l'engagement d'amélioration environnementale de l'entreprise dans la durée. Les normes ISO suivantes décrivent les SME : ISO 14001, ISO 14004. Ces normes définissent les spécifications et lignes directrices pour l'utilisation et la mise en œuvre

du SME. - Les normes ISO 14010, ISO 14011 et ISO 14012 définissent les principes et procédures de l'audit environnemental. Les principaux objectifs du SME sont de :
- Respecter la réglementation ;
- Maîtriser les risques pour le site ;
- Maîtriser les coûts déchets par des économies d'énergie et de matière première ;
- Valoriser l'image de l'entreprise ;
- Communiquer de manière transparente vis-à-vis du personnel, des riverains, des clients, … etc.

Le système de management environnemental (SME) est un mode d'organisation interne spécifique qui permet de structurer une démarche d'amélioration permanente des résultats d'une entité vis-à-vis de l'environnement. L'entreprise s'engage progressivement dans une démarche de mise en place d'un SME à partir d'un premier diagnostic (analyse environnementale) qui va permettre de réaliser l'inventaire des aspects et impacts associés comme :

- gestion des déchets banals et dangereux
- pollution de l'air, de l'eau, de la faune, de la flore
- pollution sonore, visuelle
- consommation énergétique
- consommation matières premières

Cet inventaire est réalisé par site d'activité et s'applique aux activités de production comme aux activités administratives. Les aspects environnementaux significatifs (AES) seront ensuite hiérarchisés par rapport au contexte réglementaire, à la politique de l'établissement, …

Pour les aspects environnementaux significatifs (AES) retenus comme prioritaires, l'établissement établit ensuite un programme d'intervention (objectifs et cibles définis et accepté au plus haut niveau de l'établissement) avec un responsable désigné, des moyens affectés, et des délais d'obtention sur les résultats attendus.

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

SysML:
Systems Modeling Language

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

Taux de rendement synthétique des équipements :
Concerne les équipements et moyens mis en œuvre dans un atelier de production. Il analyse à postériori les temps de pannes et arrêts de production. Il est le ratio entre le temps total passé et les heures réelles de production. Il symbolise les heures « vendables ».

Type de maintenance :
La typologie des actions de maintenance peut s'effectuer à travers les niveaux de maintenance (les niveaux de maintenance sont caractérisés par la complexité des tâches de maintenance) et les échelons de maintenance (l'échelon de maintenance est caractérisé par la compétence du personnel, les moyens disponibles, l'emplacement : maintenance sur site, maintenance en atelier, maintenance chez le constructeur ou une société spécialisée).

Traçabilité :
Aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'un article ou d'une activité, ou d'articles ou d'activités semblables, au moyen d'une identification enregistrée.

Traitement thermique:
Le traitement thermique d'un matériau est un ensemble de procédés industriels utilisés pour modifier ces propriétés métallurgiques et physiques.

Tribologie:

Étude des phénomènes de frottement se produisant à l'interface de 2 systèmes matériels. Pour le forgeage plus particulièrement le frottement avec ou sans lubrification entre le composant forgé et les outillages.

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.

Unité de production :
Ensemble des moyens techniques organisés: machines, outils, outillages, stockages, appareils de mesure, pour réaliser et contrôler la pièce ou les produits moulés.

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

Veille technologique:
Activité consistant à s'informer de façon systématique sur les techniques les plus récentes, pour une éventuelle en en œuvre au sein d'une entreprise.

Vie du produit et cycle de vie :
Selon l'analogie biologique introduite par l'américain R. Vernon, les produits se comportent comme des êtres vivants et ont un cycle de vie en quatre phases : naissance, croissance, maturité et déclin. Dans le domaine de la mécanique le cycle de vie d'un produit est l'ensemble de toutes les phases de l'existence d'un produit, depuis sa naissance jusqu'à sa disparition : conception, industrialisation, production, utilisation, recyclage.

XAO :
Désigne l'ensemble des tâches **a**ssistées par **o**rdinateur, en particulier dans les processus de conception et de fabrication industriel.

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 d'une à 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 FORGE. 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 FORGE.

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 branche professionnelle**. 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;
- 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 culturel 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 filière forge. 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.

À 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 U63)**. 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

À 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 U63)**. 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 U63)**. 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 U63)** 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 "forge" 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 1ère année			Horaire de 2ème 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 + 2 + 0	60	**2**	0 + 2 + 0	72
3. Mathématiques		**2,5**	1,5 + 1 + 0	75	**2,5**	1,5 + 1 + 0	90
4. Physique - Chimie		**2**	1 + 0 + 1	60	**2**	1 + 0 + 1	72
5. Enseignement professionnel (EP) et généraux associés		**20**	6(4) + 3 + 11	600	**20**	6(4) + 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(5) + 0 + 0			1(5) + 0 + 0		
	Mathématiques et EP en co intervention	0,5(6) + 0 + 0			0,5(6) + 0 + 0		
6. Accompagnement personnalisé		**1,5(9)**	0 + 0 + 1,5(7)	45	**1,5(9)**	0 + 0 + 1,5(8)	54
Total		**31 h**	**11,5 + 6 + 14**	**930(1) h**	**31 h**	**10,5 + 7 + 13,5**	**1116 h**
Enseignement facultatif Langue vivante 2		**2**	0 + 2 + 0	60	**2**	0+ 2 + 0	72

(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 étudiant est donné à titre indicatif.

(4) : Dont 1,5 heures d'enseignements professionnels STI et généraux associés en co-intervention.

(5) : Pris en charge par deux enseignants STI et anglais (1H par semaine, pouvant être annualisée).

(6) : Pris en charge par deux enseignants STI et mathématiques (0,5H par semaine, pouvant être annualisée).

(7) : En première année une part significative de l'horaire d'accompagnement personnalisé est consacrée à une maîtrise des fondamentaux en mathématiques. L'horaire hebdomadaire (1,5H) peut être annualisé.

(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) : Les horaires d'accompagnement personnalisé de première et deuxième année peuvent

être cumulés sur le cycle de 2 ans et répartis différemment, en fonction du projet pédagogique validé au niveau de l'établissement.

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**	3	Ponctuelle écrite	4H	Ponctuelle écrite	Ponctuelle écrite	4H
E5 – Projet industriel de conception et d'initialisation de processus de forge	**U5**	5	Ponctuelle pratique et orale	45 min	CCF 1 situation	Ponctuelle pratique et orale	Pratique 4H 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 : Etude de forgeage	**U62**	6	CCF 2 situations		CCF 1 situation	Ponctuelle pratique	8H
Sous-épreuve : Gestion et suivi de réalisation en entreprise	**U63**	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 U63).

(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)

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 :

A 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)

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 induise 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'examinateur 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)

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 les sciences physiques appliquées. 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'examinateur. Ce type de question permet d'évaluer les capacités à illustrer, calculer, expérimenter, simuler, programmer, émettre des conjec-

tures 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 :

- l
  a situation d'évaluation ;
- l
  es copies rédigées par le candidat à cette occasion ;
- l
  a grille d'évaluation de la situation, dont le modèle est fourni en annexe ci-après, 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 du paragraphe « *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 et définie par la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999 (BO n° 6 du 11/02/1999).

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.	- 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.	- 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'examinateur d'observer la maîtrise globale de certaines	- évoluer avec aisance dans l'environnement du laboratoire.

	opérations techniques et l'attitude appropriée de l'étudiant dans l'environnement du laboratoire.	- respecter les règles de sécurité. - 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.	- 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.	- 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.	- 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'examinateur 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 FORGE. 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 FORGE.

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

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'examinateur 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'examinateur concernant des difficultés ou erreurs non identifiées par l'étudiant lui-même mais résolues par lui une fois soulignées par l'examinateur :

- après avoir réfléchi suite à un questionnement ouvert mené par l'examinateur ;
- 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'examinateur. 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'examinateur. Cette situation conduit l'examinateur 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'examinateur.

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.

Académie de .....
Brevet de Technicien Supérieur
Conception des processus de réalisation de produits
Option :…….
Session : .....

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**
Comprendre la problématique du travail à réaliser				
Adopter une attitude critique vis-à-vis de l'information				
Dégager une problématique scientifique				
Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique				
Analyser	**A**	**B**	**C**	**D**
Choisir ou concevoir un protocole/dispositif expérimental				
Formuler une hypothèse				
Relier qualitativement ou quantitativement différentes informations				
Proposer une stratégie pour répondre à la problématique				
Mobiliser des connaissances dans le domaine disciplinaire				
Réaliser	**A**	**B**	**C**	**D**
Organiser le poste de travail				
Régler le matériel/ le dispositif choisi ou mis à disposition				
Mettre en œuvre la stratégie proposée				
Effectuer des relevés expérimentaux pertinents				
Manipuler dans le respect des règles de sécurité				
Valider	**A**	**B**	**C**	**D**
Critiquer un résultat, un protocole ou une mesure				
Exploiter et interpréter des observations, des mesures				
Valider ou infirmer une information, une hypothèse, un modèle				
Communiquer	**A**	**B**	**C**	**D**
Utiliser le vocabulaire scientifique, les symboles et les unités de manière appropriée				
Rendre compte des observations et des résultats				
Formuler une conclusion				
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'examinateur pourra proposer aux candidats selon leurs besoins.

Épreuve E4 – Conception préliminaire
Unité U4
(Coefficient 3)

1. Objectif de l'épreuve

Cette épreuve permet de valider tout ou partie des compétences :

- **C6 –** Interpréter un cahier des charges;
- **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) de la compétence et en aucun cas sur les seuls savoirs associés.

2. Contenu de l'épreuve

Le support est une étude de conception du produit forgé et (ou) du processus de forgeage nécessaire à l'obtention de ce produit. La définition du lopin de départ est presque toujours l'aboutissement de cette étude.

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 l'appel d'offres ou la demande du client ou le dossier de conception préliminaire d'une affaire (données d'entrée du projet de réalisation de composants forgés)
A1-T2	Étudier la faisabilité technique, humaine et organisationnelle d'un process prévisionnel au sein d'une équipe projet, en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaire
A1-T4	Fournir les éléments techniques permettant d'établir le devis estimatif, et les argumenter
A1-T5	Élaborer le dossier technique de réalisation destiné au client

3. Formes de l'évaluation

Épreuve écrite d'une durée de 4 heures

L'épreuve écrite pourra être rédigée sur copie ou (globalement ou partiellement) sur un document informatique dans lequel des images de type capture d'écran pourront compléter le texte. Un répertoire informatique sera rendu avec l'éventuel document informatique, les tableaux de calcul et les éléments obtenus en DAO. Ces éléments peuvent être des solides, des assemblages et des mises en plan de pièces.

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 de forge
(Coefficient 5)

1. Objectif de la sous-épreuve

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

- Analyser un cahier des charges.
- Mettre en œuvre des moyens matériels, un poste de mesure et/ou contrôle et à présenter oralement ses résultats.
- Mettre en œuvre l'ensemble des moyens de production permettant de forger une pièce.
- Opérer les réglages nécessaires à l'obtention de la pièce forgée.
- Justifier les solutions adoptées.

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

- **C2 : Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance**
- **C13 : Définir et mettre en œuvre des essais réels permettant de valider un processus**
- **C14 : Définir, organiser et planifier une réalisation**
- **C15 : Définir un plan de surveillance de la réalisation d'un produit**
- **C16 : Proposer des améliorations (techniques, économiques, environnementales) du processus de réalisation**
- **C19 : Animer une équipe**
- **C20 : Appliquer un plan qualité, sécurité et de respect de l'environnement**

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 constitué par un dossier technique relatif à une pièce appartenant à un ensemble mécanique.
Le contexte du projet est précisé (quantité de pièces à réaliser, contexte de cotraitante ou de sous-traitance, moyens disponibles…).

Dans le cadre de cette épreuve, les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches suivantes :

A2-T1	Concevoir et décrire un process prévisionnel de réalisation et de contrôle
A2-T2	Concevoir les outillages nécessaires en fonction du produit à réaliser, du procédé choisi, et en tenant compte des contraintes de production.
A2-T3	Valider tout ou partie du process par la simulation et/ou l'expérimentation
A3-T1	En participant au démarrage de la production, mettre au point les process et les moyens prévus, définir et formaliser les réglages.
A3-T2	Rechercher l'optimum des paramètres pour garantir les coûts, qualité, délais, la sécurité et le respect de l'environnement
A3-T3	Proposer des améliorations du processus en termes de coûts, qualité, délais et environnement.
A3-T4	Établir le planning prévisionnel des réalisations
A3-T5	Valider le process et définir des indicateurs de suivi de la production initiée. Capitaliser le retour d'expérience.
A4-T1	Organiser le secteur de production et son environnement; gérer les flux.
A4-T2	Organiser et répartir le travail.
A4-T3	Assurer la mise en œuvre de la production

A4-T4	Détecter, analyser un dysfonctionnement, réagir pour décider d'une correction ou pour signaler.
A4-T5	Participer à l'amélioration continue de l'environnement de production
A4-T6	S'assurer de l'application des systèmes de management de l'entreprise, dont le plan sécurité et/ou environnemental.
A4-T7	Communiquer et rendre compte des activités menées en français voire en anglais.
A4-T8	Transmettre des informations et contribuer à l'adaptation des collaborateurs aux évolutions techniques et des procédures de travail

Trame de fond grisé pour les tâches moyennement mobilisées

Le support de l'épreuve est un projet technique réel de conception et d'initialisation d'un processus de production d'une durée de 80H, auquel contribue le candidat, et un dossier numérique de présentation qu'il réalise. Ce dossier de présentation numérique sera synthétique : éléments extraits du projet technique vécu, des résultats obtenus dans le cadre des compétences abordées et permettant une présentation orale dynamique en cohérence avec la durée de la présentation (20 minutes maximum).

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 ;*
- *un dossier qui ne serait pas à l'initiative du 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

3.1 - 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 80 heures maxi réparties sur le deuxième semestre et 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, C13, C14, C19 et C20**. Elle compte pour deux tiers 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 **C15 et C16**. Cette soutenance prend en compte les résultats obtenus dans la première partie et 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 le tiers 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, puis, avec la note de la 2nd partie, 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 deux parties 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 les deux parties (1 et 2), 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, C13, C14, C15, C16, C19 et C20.

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.

3.2 - Candidats individuels :

L'épreuve a les mêmes objectifs d'évaluation des compétences **C2, C13, C14, C15, C16, C19 et C20.** Pour ces candidats l'épreuve se déroule dans un établissement public de formation comportant une section de techniciens supérieurs FORGE. Les candidats auront la possibilité de prendre connaissance du matériel informatique disponible dans l'établissement avant le déroulement des épreuves pratiques. Le dossier-sujet sera fourni au candidat 8 semaines avant la date de remise des dossiers numériques. Cette date est fixée par la circulaire d'organisation de l'examen (voir paragraphe 2. Contenu de l'épreuve) pour l'ensemble des candidats concernés. Les dossiers numériques attendus comportent des fichiers informatiques dont le format est imposé par l'autorité académique. Le candidat sera convoqué à deux situations correspondant aux deux parties de l'épreuve sous forme ponctuelle. Au cours de ces deux situations le candidat pourra mettre en œuvre les compétences C2, C13, C14, C15, C16, C19 et C20.

1re situation d'évaluation : Industrialisation d'une pièce forgée

***Sous-épreuve orale d'une durée* de 45 min de soutenance orale.**

Le support de la sous-épreuve est un dossier technique. Une soutenance orale de ce dossier technique (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 C2, C14, C15, C16, C19

2nd situation : Industrialisation d'une pièce forgée (essais en laboratoire)

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

Le support de la sous-épreuve est un dossier technique. Durant les 4 heures de sous-épreuve pratique, le candidat doit être capable de réaliser en toute autonomie des essais en laboratoire sur une pièce forgée (Métallurgie, traitement thermique). Une assistance lui sera fournie (tutoriel et/ou assistance d'un enseignant de SII ingénierie mécanique en charge des enseignements professionnels en BTS FORGE). Cette situation permet de valider les compétences C13 et C20

3.3 - 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, C13, C14, C15, C16, C19 et C20.

L'évaluation s'effectue sur la base du contenu et de la durée de l'épreuve définis 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)

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 de conception et de réalisation de composants forgés.

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 process prévisionnel au sein d'une équipe projet, en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaire
A1-T3	Collaborer à l'étude de conception détaillée et de pré industrialisation des composants forgés avec des spécialistes de conception et de réalisation pour optimiser la relation « produit – matériaux – procédés – processus – coûts - environnement»

Le support d'évaluation 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 choix et/ou 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 de choisir et/ou 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 de choix et/ou 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 permet 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 Forge. 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 : Etude de forgeage
Unité U62
(Coefficient 6)

1. Objectif de la sous-épreuve

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

- élaborer le cahier des charges des moyens de production ;
- définir des d'outillages et proposer des solutions techniques capables d'assurer la fonction ;
- utiliser de façon raisonnée un logiciel de conception assistée par ordinateur.

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

- **C5 -** Élaborer et/ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges ;
- **C9 -** Concevoir et définir, à l'aide d'un logiciel de CAO, le composant forgé
- **C10 -** Définir des processus de réalisation à l'aide d'un logiciel de CAO
- **C11-** Définir et mettre en œuvre des simulations permettant de valider un processus
- **C12 -** Définir tout ou partie de l'outillage à l'aide d'un logiciel de CAO

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 sujet est composé d'une étude liée au comportement mécanique de la machine et (ou) d'une conception de tout ou partie d'un outillage de forgeage à l'aide de la DAO. Les deux parties pourront porter sur des produits forgés, des outillages, des machines ou des processus indépendants l'un de l'autre.

Pour cette épreuve U62, les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches relatives aux activités :

A1-T5	Élaborer le dossier technique de réalisation destiné au client
A2-T1	Concevoir et décrire un process prévisionnel de réalisation et de contrôle
A2-T2	Concevoir les outillages nécessaires en fonction du produit à réaliser, du procédé choisi, et en tenant compte des contraintes de production.
A2-T3	Valider tout ou partie du process par la simulation et/ou l'expérimentation
A2-T4	Optimiser le process et/ou les outillages
A2-T5	Définir le cahier des charges des moyens de production et de sous-traitance des procédés (traitements thermiques…) et de la matière première.
A2-T6	Élaborer le dossier d'industrialisation
A3-T1	En participant au démarrage de la production, mettre au point les process et les moyens prévus, définir et formaliser les réglages.
A3-T2	Rechercher l'optimum des paramètres pour garantir les coûts, qualité, délais, la sécurité et le respect de l'environnement

Le questionnement est relatif à des problèmes techniques d'étude d'outillage ou de la machine.

3. Forme de l'évaluation

Les critères d'évaluation de cette sous-épreuve correspondent à ceux figurant dans la colonne "Critères et/ou Indicateurs de performance" du tableau décrivant les compétences C5, C9, C10, C11 et C12.

3.1 Contrôle en cours de formation

Une situation d'évaluation

L'évaluation s'effectue sur la base de situations d'évaluation définies dans le contenu de cette épreuve. Ces situations d'évaluation sont organisées par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels.

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

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

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

Une fiche-type d'évaluation 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 aux situations d'évaluation, est tenu à la disposition de la commission d'évaluation et de l'autorité rectorale jusqu'à la session suivante. La commission d'évaluation peut éventuellement en exiger l'envoi avant délibération afin de le consulter. Dans ce cas, à la suite d'un examen approfondi, elle formulera toutes remarques et observations qu'elle jugera utiles et arrêtera la note.

Le support de ces situations sont un dossier technique, tout ou partie défini sous forme numérique. Durant cette sous-épreuve, le candidat doit être capable de définir les moyens de production en toute autonomie.

3.2 Forme ponctuelle

***Sous-épreuve pratique d'une durée* de 8 heures.**

La constitution du sujet est définie dans le chapitre 2 "Contenu de l'épreuve" ci-dessus.

La sous-épreuve pratique, d'une durée de 8 heures, permet à un examinateur de vérifier le niveau de maîtrise des compétences attendues.

Le support de la sous-épreuve est un dossier technique, tout ou partie: défini sous forme numérique de projet proposé et constitué par chaque académie. Durant les 8 heures de sous-épreuve pratique, le candidat doit être capable de réaliser une étude liée au comportement mécanique de la machine et (ou) d'une conception de tout ou partie d'un outillage de forgeage à l'aide de la DAO. Une assistance sur les applications logicielles associées lui sera fournie (tutoriel et ou assistance d'un enseignant de SII ingénierie mécanique en charge des enseignements professionnels en BTS Forge).

Pour ces candidats, la sous-épreuve se déroule dans un établissement public de formation comportant une section de techniciens supérieurs Forge. 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.

Épreuve E6 – Réponse à une affaire – Gestion de réalisation
Sous-épreuve : Gestion et suivi de réalisation en entreprise
Unité U63
(Coefficient 3)

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 ;
- **C17 -** Qualifier des moyens de réalisation lors d'une production ;
- **C18 -** Industrialiser et suivre une production

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 principalement tout ou partie des tâches suivantes :

A3-T1	En participant au démarrage de la production, mettre au point les process et les moyens prévus, définir et formaliser les réglages.
A3-T5	Valider le process et définir des indicateurs de suivi de la production initiée. Capitaliser le retour d'expérience.
A4-T3	Assurer la mise en œuvre de la production
A4-T4	Détecter, analyser un dysfonctionnement, réagir pour décider d'une correction ou pour signaler.
A4-T7	Communiquer et rendre compte des activités menées en français voire en anglais.
A4-T8	Transmettre des informations et contribuer à l'adaptation des collaborateurs aux évolutions techniques et des procédures de travail

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)) : ces documents, illustrant le thème du stage ou de l'activité professionnelle seront constitués d'un document technique et de 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.

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

L'évaluation est organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels, ainsi que par le tuteur d'entreprise du candidat ou à défaut un représentant de la profession.

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

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 au moins deux semaines avant l'évaluation, 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 :

- .....deux professeurs (ou formateurs) de la spécialité ;
- .....un professionnel.

En cas d’absence du professionnel, les enseignants peuvent valablement exercer leur 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 – Correspondance entre BTS

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 MFMF Créé par arrêté du 3 septembre 1997 Dernière session 2017			**BTS FORGE** Créé par le présent arrêté Première session 2018		
Épreuves ou sous-épreuves		***Unités***	***Épreuves ou sous-épreuves***		***Unités***
E1.	Français	**U1**	**E1**.	Culture générale et expression	**U1**
E2.	Langue vivante étrangère	**U2**	**E2**.	Langue vivante étrangère anglais	**U2**
E31.	Mathématiques	**U31**	**E31**.	Mathématiques	**U31**
E32.	Sciences physiques	**U32**	**E32**.	Physique-Chimie	**U32**
E41.	Comportement mécanique d'une machine et de son outillage	**U41**	**E62.**	définir les moyens de production	**U62**
E42.	Définition d'un outillage	**U42**			
E5.	Étude de processus	**U5**	**E4**.	Conception préliminaire	**U4**
			E61.	Projet collaboratif d'optimisation d'un produit et d'un processus	**U61**
E61.	Présentation d'un avant-projet de forge	**U61**	**E63**.	Gestion et suivi de pièces forgées en entreprise	**U63**
E62.	Essais en laboratoire	**U62**	**E5.**	Projet industriel de conception et d'initialisation de processus de forge	**U5**
E63.	Réalisation de pièces forgées	**U63**			
EF1.	Langue vivante facultative	**UF1**	**EF1.**	Langue vivante facultative	**UF1**

L'unité U62 du nouveau diplôme BTS FORGE est réputée acquise si la moyenne pondérée de U41 (coeff. 1) et de U42 (coeff. 4) de l'ancien diplôme BTS MISE EN FORME DES MATERIAUX PAR FORGEAGE est supérieure à 10/20. Dans ce cas, la nouvelle note correspond à la moyenne pondérée

Les unités U4 et U61 du nouveau diplôme BTS FORGE sont réputées acquises si la moyenne de U5 (coeff. 5) de l'ancien diplôme BTS MISE EN FORME DES MATERIAUX PAR FORGEAGE est supérieure à 10/20.

L'unité U5 du nouveau diplôme BTS FORGE est réputée acquise si la moyenne pondérée de U62 (coeff. 2) et de U63 (coeff. 2) de l'ancien diplôme BTS MISE EN FORME DES MATERIAUX PAR FORGEAGE est supérieure à 10/20. Dans ce cas, la nouvelle note correspond à la moyenne pondérée