



*Liberté • Égalité • Fraternité*

**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**

MINISTÈRE  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,  
DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

**Brevet de technicien supérieur**  
**Conception et réalisation en chaudronnerie**  
**industrielle**

# Sommaire

ANNEXE INTRODUCTIVE – Tableau de synthèse activités - compétences - unités ....	3
ANNEXE I – Référentiels du diplôme .....	8
ANNEXE I a – Référentiel des activités professionnelles.....	9
ANNEXE I b – Référentiel de certification .....	19
1 - Tableau de correspondance entre les activités professionnelles et les compétences .....	20
2 - Description des compétences.....	23
3 - Savoirs associés aux compétences.....	38
4 - Tableau de correspondance entre les savoirs et les compétences.....	73
ANNEXE I c – Les unités du diplôme .....	74
1 - Conditions d'obtention de dispenses d'unités.....	75
2 - Définition des unités professionnelles constitutives du diplôme .....	76
ANNEXE I d – Lexique .....	78
ANNEXE II – Stage en milieu professionnel.....	91
ANNEXE III – Grille horaire .....	95
ANNEXE IV – Règlement d'examen.....	97
ANNEXE V – Définition des épreuves.....	99
ANNEXE VI – Tableau de correspondance entre épreuves .....	116

**ANNEXE INTRODUCTIVE – Tableau de synthèse  
activités - compétences - unités**

## BTS « Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle »

Activités	Blocs de compétences	Unités
<p><b>Pôle n° 1</b></p> <p><b>- Participation à une réponse à un appel d'offres</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Bloc n° 1 – Réponse à une affaire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Élaborer et/ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges</li> <li>- Prédéterminer les éléments de tout ou partie d'un ensemble chaudronné</li> <li>- Choisir et spécifier des technologies et des moyens de réalisation</li> </ul>	<p><b>U4 – Réponse à une affaire</b></p>
<p><b>Pôle n° 2</b></p> <p><b>- Conception et dimensionnement d'ensembles chaudronnés</b>  <b>- Conception des processus de réalisation d'ensembles chaudronnés</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Bloc n° 2 – Conception d'un ensemble chaudronné et de sa réalisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance</li> <li>- S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques</li> <li>- Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble chaudronné</li> <li>- Élaborer des processus de réalisation</li> <li>- Définir et mettre en œuvre des essais réels et/ou simulés ; préparer la qualification d'un mode opératoire de soudage</li> <li>- Définir et organiser les environnements de travail</li> <li>- Proposer des améliorations technico-économiques et environnementales d'un processus de réalisation</li> <li>- Définir un protocole de contrôle</li> </ul>	<p><b>U5 – Conception d'un ensemble chaudronné et de sa réalisation</b></p>
<p><b>Pôle n° 3</b></p> <p><b>- Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Bloc n° 3 - Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience</li> </ul>	<p><b>U6 - Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance</b></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais</li> <li>- Planifier une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance)</li> <li>- Lancer et suivre une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance)</li> <li>- Appliquer un plan qualité, de sécurité et de respect de l'environnement</li> <li>- Mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble chaudronné</li> </ul>	
	<p style="text-align: center;"><b>Bloc n° 4 - Culture générale et expression</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendre compte d'une culture acquise en cours de formation</li> <li>- Apprécier un message ou une situation</li> <li>- Communiquer par écrit ou oralement</li> <li>- Appréhender un message</li> <li>- Réaliser un message</li> </ul>	<b>U1 - Culture générale et expression</b>
	<p style="text-align: center;"><b>Bloc n° 5 - Langue vivante étrangère : anglais</b></p> <p>Compétences de niveau B2 du CECRL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- S'exprimer oralement en continu</li> <li>- Interagir en anglais</li> <li>- Comprendre un document écrit rédigé en anglais</li> <li>- S'exprimer par écrit en anglais</li> </ul>	<b>U2 - Langue vivante étrangère : anglais</b>
	<p style="text-align: center;"><b>Bloc n° 6 – Mathématiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maîtriser les connaissances figurant au programme de mathématiques</li> <li>- Employer des sources d'information</li> <li>- Trouver et mettre en œuvre une stratégie adaptée à un problème donné</li> <li>- Utiliser de manière appropriée des savoir-faire figurant au programme de mathématiques</li> </ul>	<b>U31 - Mathématiques</b>

	- Analyser la pertinence d'un résultat	
--	----------------------------------------	--

	<p style="text-align: center;"><b>Bloc n° 7 - Physique – Chimie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- S'approprier une problématique, un environnement matériel</li> <li>- Analyser : proposer un modèle ou justifier sa validité, proposer ou justifier un protocole</li> <li>- Réaliser : utiliser un modèle, mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité</li> <li>- Valider : analyser de manière critique les résultats, identifier des sources d'erreur, estimer l'incertitude sur les mesures, proposer des améliorations de la démarche ou du modèle</li> <li>- Communiquer : expliquer des choix et rendre compte de résultats sous forme écrite et orale</li> <li>- Être autonome et faire preuve d'initiative : exercer son autonomie et prendre des initiatives avec discernement et responsabilité</li> </ul>	<b>U32 - Physique - Chimie</b>
	<p style="text-align: center;"><b>Bloc facultatif - Langue vivante étrangère</b></p> <p>Compétences de niveau B1 du CECRL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- S'exprimer oralement en continu</li> <li>- Interagir en langue étrangère</li> <li>- Comprendre un document écrit rédigé en langue étrangère</li> </ul>	<b>UF - Langue vivante facultative</b>

## **ANNEXE I – Référentiels du diplôme**

## **ANNEXE I a – Référentiel des activités professionnelles**

# 1. Le métier du technicien supérieur en « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* »

## 1.1 La description du champ d'activité

Le (la) titulaire du brevet de technicien supérieur « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* » est un spécialiste des ouvrages, des équipements et des procédés relevant des domaines de la chaudronnerie, de la tôlerie, de la tuyauterie industrielle et des structures métalliques. Il (elle) intervient à tous les niveaux depuis la conception jusqu'à l'obtention (conception – organisation de la fabrication – réalisation, assemblage et contrôle) d'ensembles chaudronnés et de tuyauterie (ouvrages chaudronnés, ouvrages de tôlerie, tuyauteries industrielles, structures métalliques ...).

## 1.2 Le contexte économique

### 1.2.1 La typologie des entreprises

Le (la) titulaire du brevet de technicien supérieur « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* » trouve des débouchés dans des entreprises très diversifiées (entreprises artisanales, PMI, PME, grandes entreprises industrielles). Elles ont comme principaux marchés :

- les constructions aéronautiques et spatiales ;
- les constructions ferroviaires ;
- les constructions navales ;
- l'industrie agroalimentaire ;
- l'industrie chimique, pétrochimique et pharmaceutique ;
- l'industrie papetière ;
- l'industrie nucléaire et de production d'énergie ;
- le bâtiment et les travaux publics ;
- le secteur de l'environnement et du développement durable ;
- ...

### 1.2.2 Les emplois concernés

Selon la taille de l'entreprise, le (la) titulaire du brevet de technicien supérieur « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* » exerce tout ou partie de ses activités au bureau d'études, bureau des méthodes, atelier de fabrication, sur chantier, service qualité. Au sein des PME-PMI, il (elle) exerce des activités concernant à la fois la conception, la préparation, la réalisation et l'organisation. Ces activités peuvent l'amener à occuper les fonctions de responsable, de chargé (e) d'affaires, de responsable de projets, voire d'adjoint(e) au dirigeant. Dans les grandes entreprises, il (elle) est plus spécialisé(e) et travaille au bureau d'études ou au bureau des méthodes, en atelier ou sur chantier.

Dans tous les cas, le métier s'inscrit soit au sein de l'entreprise, soit avec des partenaires tels que le donneur d'ordre et/ou les sous-traitants et/ou avec d'autres spécialistes :

- concepteurs d'ouvrages ou d'équipements ;
- spécialistes procédés (formage, découpe, soudage, traitements thermiques, traitements de surfaces, métallurgie ...)
- constructeurs de machines et d'équipements de fabrication (outils, outillages...)
- techniciens de l'automatisation et de l'informatisation, de la logistique et de la gestion, de la maintenance.

Les emplois concernés, situés au carrefour de la conception et de la fabrication offrent de multiples opportunités de promotion sociale et de progression dans la hiérarchie de la profession.

### 1.2.3 Types de fabrications

Le contexte professionnel du technicien supérieur « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* » dépend de la nature des fabrications assurées par l'entreprise :

- fabrications continues ou en séries renouvelables ;
- réalisations de prototypes ou d'ouvrages à l'unité à forte valeur ajoutée.

Il intervient alors au niveau :

- de l'étude de pré-industrialisation ;
- de l'industrialisation (conception des processus de fabrication, d'assemblage et de contrôle ainsi que des outillages associés) ;

- de la qualification et de l'optimisation des moyens de fabrication ;
- du suivi des moyens de fabrication.

#### **1.2.4 Le domaine d'activités professionnelles**

Au sein de son entreprise, les activités du (de la) titulaire du brevet de technicien supérieur « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* » consistent :

- à la participation à une réponse à un appel d'offres ;
- à la conception et au dimensionnement d'ensembles chaudronnés ;
- à la conception des processus de réalisation d'ensembles chaudronnés ;
- à l'organisation et au suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance.

D'une manière transversale, le (la) titulaire du brevet de technicien supérieur « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* » a toutes les compétences pour s'adapter aux exigences de l'usine du futur.

Il (elle) utilise le numérique à des fins de communication, de conception d'équipements ou d'ouvrages (CAO, bibliothèques d'éléments standard, simulation des comportements et calculs), d'intégration dans le cas de l'ingénierie collaborative (PDM), d'élaboration des processus de fabrication (FAO, simulation des processus, assistance à la détermination des développements et des débits d'éléments, intégration des bases de données métiers) et d'exploitation de logiciels spécialisés dans la gestion de projets.

Il (elle) est également un acteur de l'assurance qualité : il (elle) fiabilise chaque étape du processus de réalisation et de contrôle jusqu'à la livraison. Il (elle) conduit des actions spécifiques (revues, contrôles, actions correctives...) et participe à la rédaction et à la mise en œuvre des procédures.

Il (elle) comprend une demande rédigée en langue anglaise et peut dialoguer dans cette langue pour résoudre un problème technique avec un interlocuteur étranger.

Il (elle) est capable de rédiger et diffuser des notes en français, en interne et à l'externe, en respectant les standards de l'entreprise.

Il (elle) reste vigilant(e) en menant une veille technologique, réglementaire et normative. Il (elle) intègre ces évolutions dans les nouvelles réalisations.

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

## 2. Les activités professionnelles

### 2.1 Correspondance entre les fonctions et les niveaux de qualification

Le tableau ci-dessous identifie les « activités cibles » caractéristiques de chaque fonction, par niveau de qualification, dans les entreprises et secteurs d'activités listés auparavant.

QUALIFICATIONS FONCTIONS	OUVRIER QUALIFIE (CAP)	TECHNICIEN (BAC PRO)	TECHNICIEN SUPÉRIEUR (BTS)
ANALYSE ÉTUDES CONCEPTION	Décodage et analyse des données techniques et préparation d'une ou plusieurs phases de travail	Analyse, exploitation des données techniques et préparation avec assistance numérique d'une ou plusieurs réalisations chaudronnées	Participation à une réponse à un appel d'offre
			Conception et dimensionnement d'ensembles chaudronnés
PRÉPARATION DE LA FABRICATION			Conception des processus de réalisation d'ensembles chaudronnés
FABRICATION DEBIT USINAGE CONFORMATION POSITIONNEMENT ASSEMBLAGE CONTRÔLE QUALITÉ	Mise en œuvre d'un ou plusieurs procédés de fabrication, d'assemblages et des techniques connexes à partir de consignes opératoires	Fabrication de tout ou partie d'un ensemble chaudronné	Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance
INSTALLATION MAINTENANCE REHABILITATION SUR SITE (SUR CHANTIER)		Réhabilitation sur chantier d'un ou plusieurs ensembles chaudronnés	
GESTION ORGANISATION MANAGEMENT			

## 2.2 Description des Activités Professionnelles

### 2.2.1 Synthèse des tâches professionnelles associées aux activités

Activités Professionnelles		Tâches Professionnelles	
A1	Participation à une réponse à un appel d'offres	A1-T1	Analyser un cahier des charges initial d'ouvrage ou de produit et/ou reformuler un besoin.
		A1-T2	Participer à la prise en compte de l'environnement de l'étude.
		A1-T3	Élaborer tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel (éventuellement sur site) en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaires.
		A1-T4	Étudier la faisabilité technique, humaine et organisationnelle d'un projet.
		A1-T5	Fournir les éléments techniques permettant d'établir un devis estimatif et les argumenter.
A2	Conception et dimensionnement d'ensembles chaudronnés	A2-T1	Consulter des bases de données techniques, recenser les contraintes de fabrication et de logistique, classer et analyser la documentation réunie.
		A2-T2	Dimensionner puis choisir les composants standards, participer au dimensionnement des éléments fabriqués.
		A2-T3	Exploiter des simulations du comportement de tout ou partie d'un ensemble à partir d'un modèle numérique 3D et d'outils informatiques métiers pour valider ou non une solution.
		A2-T4	Élaborer une maquette numérique 3D structurée, robuste et évolutive de l'étude.
		A2-T5	Élaborer le dossier technique de définition de l'ouvrage ou du produit.
		A2-T6	Élaborer, à partir du modèle numérique définitif, des représentations graphiques dérivées (notices de fonctionnement, images, vidéos de rendus réalistes, éclatés...).
A3	Conception des processus de réalisation d'ensembles chaudronnés	A3-T1	Concevoir et décrire un processus de réalisation et de contrôle.
		A3-T2	Valider tout ou partie du processus par la simulation et/ou l'expérimentation.
		A3-T3	Proposer des améliorations du processus en termes de coûts, qualité et délais.
		A3-T4	Élaborer le dossier d'industrialisation.
A4	Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance	A4-T1	Initier les activités de réalisation, d'installation et de maintenance sur chantier.
		A4-T2	Gérer le planning des activités.
		A4-T3	Organiser et gérer des moyens matériels et humains.
		A4-T4	Appliquer les processus de traçabilité (gestion des modifications, archivage) d'une affaire.
		A4-T5	Formuler et transmettre une information technique de façon écrite et orale en français et en anglais.

## 2.2.2 Niveaux d'autonomie et de responsabilité dans l'activité

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

Une échelle à quatre niveaux a été retenue :

### Niveau 1 ■□□□ Apprécier une réalisation

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

### Niveau 2 ■■□□ Participer à la réalisation

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

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

### Niveau 3 ■■■□ Réaliser une activité simple

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

Elle implique :

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

### Niveau 4 ■■■■ Réaliser une activité complexe

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

Elle implique :

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

## 2.3 Descriptif des activités

### Activité 1 : participation à une réponse à un appel d'offres

#### 1. Description des tâches

- A1-T1** : Analyser un cahier des charges initial d'ouvrage ou de produit et/ou reformuler un besoin.
- A1-T2** : Participer à la prise en compte de l'environnement de l'étude.
- A1-T3** : Élaborer tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel (éventuellement sur site) en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaires.
- A1-T4** : Étudier la faisabilité technique, humaine et organisationnelle d'un projet.
- A1-T5** : Fournir les éléments techniques permettant d'établir un devis estimatif et les argumenter.

#### 2. Résultats attendus

- A1-R1** : Les exigences du cahier des charges initial sont extraites ou redéfinies et les points-clefs sont identifiés. Le besoin du client est correctement spécifié.
- A1-R2** : Les contraintes dues à l'environnement de l'étude (techniques, économiques, environnementales, etc.) sont repérées, hiérarchisées en fonction de critères identifiés et listés.
- A1-R3** : La participation à l'élaboration du cahier des charges est active et la formalisation du cahier des charges est effective.
- A1-R4** : Les point-clefs de la réalisation sont comparés avec les savoir-faire de l'entreprise et de la sous-traitance. Les procédés de réalisation sont retenus. Un processus prévisionnel est simulé et formalisé.
- A1-R5** : Les éléments techniques nécessaires et suffisants sont identifiés, évalués et justifiés. Les éléments techniques sont remis au responsable chargé d'établir le devis.

#### 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

- un besoin ou des éléments de cahier des charges à compléter ;
- les données du client ;
- les normes et la réglementation en vigueur ;
- des données issues de la sous-traitance potentielle ;
- les données propres de l'entreprise.

##### Les moyens

L'environnement informatique usuel de la profession.

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

## Activité 2 : conception et dimensionnement d'ensembles chaudronnés

### 1. Description des tâches

- A2-T1** : Consulter des bases de données techniques, recenser les contraintes de fabrication et de logistique, classer et analyser la documentation réunie.
- A2-T2** : Dimensionner puis choisir les composants standards, participer au dimensionnement des éléments fabriqués.
- A2-T3** : Exploiter des simulations du comportement de tout ou partie d'un ensemble à partir d'un modèle numérique 3D et d'outils informatiques métiers pour valider ou non une solution.
- A2-T4** : Élaborer une maquette numérique 3D structurée, robuste et évolutive de l'étude.
- A2-T5** : Élaborer le dossier technique de définition de l'ouvrage ou du produit.
- A2-T6** : Élaborer, à partir du modèle numérique définitif, des représentations graphiques dérivées (notices de fonctionnement, images, vidéos de rendus réalistes, éclatés...).

### 2. Résultats attendus

- A2-R1** : La documentation réunie relative au projet est utile, ordonnée et analysée.
- A2-R2** : Les composants standards sont choisis en optimisant le triptyque coût-qualité-disponibilité. Le dimensionnement des éléments fabriqués respecte les contraintes et les performances attendues.
- A2-R3** : Les simulations mécaniques nécessaires à la validation des principes retenus et des performances attendues sont réalisées et/ou exploitées.
- A2-R4** : Les solutions retenues sont définies par une ou des maquettes numériques adaptées et structurées conformément aux spécifications du cahier des charges, aux exigences normatives et réglementaires en vigueur, aux contraintes de fabrication et de pose sur site. Les maquettes numériques sont robustes et permettent une évolution simple et rapide.
- A2-R5** : Le dossier technique de l'ouvrage ou du produit comporte les documents (sommaire, plans, nomenclatures, notices ...) attendus dans le cadre de la relation client fournisseur contractualisée et permettent la préparation de la fabrication ou la mise en fabrication ou le transport et l'installation sur site, la traçabilité de l'étude. Le dossier technique répond aux standards de l'entreprise.
- A2-R6** : Les exploitations connexes des maquettes numériques (images, vidéos de rendus réalistes, éclatés, dossiers techniques, notices d'utilisation ou de maintenance, etc.) répondent aux exigences du client.

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

#### L'environnement

Dans un bureau d'études techniques au sein d'une entreprise ou sur chantier.

En relation avec les différents interlocuteurs concernés par le produit ou l'ouvrage étudié.

#### Les données

- une demande émise par le supérieur hiérarchique ;
- un cahier des charges, les documents d'un marché validés par le client et le chef d'entreprise ;
- les codes en vigueur (CODAP, CODETI, EC3 ...) ;
- les normes et la réglementation en vigueur ;
- des données relatives aux capacités de production, aux contraintes d'installation sur site ;
- une base de données locale ou à distance (catalogues fournisseurs avec bases tarifaires, standards de temps, méthode de calcul ...) ;
- les données propres de l'entreprise ;
- le manuel d'assurance qualité de l'entreprise.

#### Les moyens

L'environnement informatique usuel du bureau d'études (logiciels de CAO 3D, applications de calculs et de simulations métier, bases de données, etc.).

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

## Activité 3 : conception des processus de réalisation d'ensembles chaudronnés

### 1. Description des tâches

- A3-T1** : Concevoir et décrire un processus de réalisation et de contrôle.  
**A3-T2** : Valider tout ou partie du processus par la simulation et/ou l'expérimentation.  
**A3-T3** : Proposer des améliorations du processus en termes de coûts, qualité et délais.  
**A3-T4** : Élaborer le dossier d'industrialisation.

### 2. Résultats attendus

- A3-R1** : Le processus prévisionnel est clairement décrit, les données nécessaires à la fabrication de tout ou partie de l'ouvrage sont complètement définies.  
Les procédés de fabrication choisis sont adaptés aux moyens et aux impératifs de production (faisabilité, qualité, coût, délais, sécurité).  
L'étude du soudage, les étapes de réalisation, de contrôle et d'assemblage sont formalisées.  
Les moyens de transport et le partitionnement des éléments sont pris en compte.  
Une modification, création ou acquisition d'un nouveau moyen de fabrication est éventuellement proposée.
- A3-R2** : La simulation et/ou l'expérimentation permettent de valider ou d'invalider des séquences critiques du processus envisagé.
- A3-R3** : Les propositions d'optimisation conduisent à des améliorations des performances en termes de coûts et/ou de qualité et/ou de délais.
- A3-R4** : Les processus de réalisation détaillés (procédures, plannings, charges machines, ...), les protocoles de suivi et de contrôles (DMOS, fiches de suivi, de contrôle, traitement des non-conformités ...) permettent le lancement de la réalisation.  
Les dispositifs auxiliaires sont définis (montages pour l'assemblage, outils spéciaux de formage ...).  
Les besoins en sous-traitance sont définis.

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

#### L'environnement

Dans un bureau des méthodes, un atelier, au sein d'une entreprise ou sur un chantier.  
En relation avec les équipes de production, les fournisseurs et éventuellement le client ou le bureau d'études.

#### Les données

- le dossier technique complet : plans détaillés, nomenclatures, notices, matériaux, conditions de soudage... ;
- les données relatives aux moyens de fabrication, de manutention, de transport et aux contraintes d'installation sur site ;
- les délais de réalisation ;
- les contraintes particulières : montage sur site, sécurité... ;
- les normes et la réglementation en vigueur ;
- les bases de données : fournisseurs, l'état des stocks disponibles (matière d'œuvre et consommables).

#### Les moyens

L'environnement informatique usuel de la profession.  
Les moyens de fabrication et de contrôle.

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

## Activité 4 : organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance

### 1. Description des tâches

**A4-T1** : Initier les activités de réalisation, d'installation et de maintenance sur chantier.

**A4-T2** : Gérer le planning des activités.

**A4-T3** : Organiser et gérer des moyens matériels et humains.

**A4-T4** : Appliquer les processus de traçabilité (gestion des modifications, archivage) d'une affaire.

**A4-T5** : Formuler et transmettre une information technique de façon écrite et orale en français et en anglais.

### 2. Résultats attendus

**A4-R1** : Les conditions de mise en œuvre issues du dossier d'industrialisation sont respectées.  
L'ajustement des paramètres de réglage optimise les performances visées.

**A4-R2** : La gestion du planning des réalisations respecte les délais, les temps de fabrication alloués et optimise l'utilisation des moyens matériels et humains.

**A4-R3** : Les besoins en personnel, la composition des équipes et les qualifications requises des personnels sont en adéquation avec les objectifs du planning de fabrication et/ou d'installation et/ou de pose et/ou de montage et/ou de maintenance ...  
La disposition et la préparation des moyens matériels permettent une mise en œuvre des activités en respectant les objectifs du planning de fabrication et/ou d'installation et/ou de pose et/ou de montage et/ou de maintenance ...

**A4-R4** : Les processus établis de gestion de projet et de traçabilité sont mis en œuvre.  
Les documents de traçabilité sont renseignés et archivés.

**A4-R5** : Les informations liées à l'activité sont transmises avec justesse et exhaustivité, à la bonne personne, au bon moment et avec les moyens adaptés.  
Le langage est adapté à l'interlocuteur et aux moyens.

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

#### L'environnement

Secteur de réalisation : atelier ou chantier.

En collaboration avec :

- les responsables de l'ingénierie des processus, du lancement, du suivi et des plannings ;
- les équipes de fabrication et/ou de pose et/ou d'installation et/ou de montage et/ou de maintenance ;
- les sous-traitants ;
- les fournisseurs ;
- les organismes vérificateurs ;
- éventuellement, le client.

#### Les données

- les plannings de fabrication, d'installation, de pose et de la maintenance ;
- toutes données clients ;
- les normes et la réglementation en vigueur ;
- tout ou partie du dossier d'industrialisation ;
- les documents de traçabilité ;
- les données propres de l'entreprise.

#### Les moyens

- les moyens de fabrication ;
- l'environnement informatique usuel de la profession ;
- les moyens des secteurs associés à la fabrication et à la logistique ;
- les outils et moyens de communication.

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

## **ANNEXE I b – Référentiel de certification**

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

BTS Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle		Compétences transversales				Compétences cœur de métier												
		S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille et capitaliser l'expérience.	Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance.	Formuler et transmettre des informations; communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais.	S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques.	Élaborer et/ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges.	Prédéterminer les éléments de tout ou partie d'un ensemble chaudronné.	Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble chaudronné.	Choisir et spécifier des technologies et des moyens de réalisation.	Élaborer des processus de réalisation	Définir et mettre en œuvre des essais réels et/ou simulés ; préparer la qualification d'un mode opératoire	Définir et organiser les environnements de travail.	Proposer des améliorations technico-économiques et environnementales d'un processus de réalisation	Planifier une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance).	Lancer et suivre une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance).	Appliquer un plan qualité, de sécurité et de respect de l'environnement.	Définir un protocole de contrôle.	Mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble chaudronné
Activités	Tâches	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
A1 – Participation à une réponse à un appel d'offres	A1-T1		2			2												
	A1-T2				2	1	1									2		
	A1-T3	1		2	2	3			2									
	A1-T4		2		1		3	2	3	2				2				
	A1-T5		2	2	2		3	2	3	2	1			1			1	
A2 – Conception et dimensionnement d'ensembles chaudronnés	A2-T1	2	3		3			1	2									
	A2-T2		2		3		2	3	2		2							
	A2-T3							1			3							
	A2-T4							3	2	2	2							
	A2-T5	2		2				3	2									
	A2-T6			2				3	1									
A3 – Conception des processus de réalisation d'ensembles chaudronnés	A3-T1		2		3				2	3		3		2			3	
	A3-T2										3		2					
	A3-T3	2		2	1					2		2	3	2	2			2
	A3-T4	2		2				3	2	3		3		2			2	
A4 – Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance	A4-T1	1		1	1									2	3	2		3
	A4-T2	2	1											3	3			
	A4-T3	3		3	2					2		2	2	3	3			2
	A4-T4	3		2												3	2	
	A4-T5	2		3														

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

## 2 - Description des compétences

### 2.1 – Liste des compétences

<b>Compétences transversales</b>	<b>C01</b>	S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience.
	<b>C02</b>	Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance.
	<b>C03</b>	Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais.
	<b>C04</b>	S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques.
<b>Compétences spécifiques</b>	<b>C05</b>	Élaborer et/ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges.
	<b>C06</b>	Prédéterminer les éléments de tout ou partie d'un ensemble chaudronné.
	<b>C07</b>	Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble chaudronné.
	<b>C08</b>	Choisir et spécifier des technologies et des moyens de réalisation.
	<b>C09</b>	Élaborer des processus de réalisation.
	<b>C10</b>	Définir et mettre en œuvre des essais réels et/ou simulés ; préparer la qualification d'un mode opératoire de soudage.
	<b>C11</b>	Définir et organiser les environnements de travail.
	<b>C12</b>	Proposer des améliorations technico-économiques et environnementales d'un processus de réalisation.
	<b>C13</b>	Planifier une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance).
	<b>C14</b>	Lancer et suivre une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance).
	<b>C15</b>	Appliquer un plan qualité, de sécurité et de respect de l'environnement.
	<b>C16</b>	Définir un protocole de contrôle.
	<b>C17</b>	Mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble chaudronné.

## 2.2 – Définition des compétences

<b>C01 – S'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille technologique et capitaliser l'expérience.</b>			
<b>Données</b>	<b>Compétences détaillées</b>	<b>Indicateurs de performance</b>	<b>Savoirs associés</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le cadre social, économique et environnemental de fonctionnement de l'entreprise.</li> <li>Les stratégies et certifications de l'entreprise.</li> <li>Les procédures de gestion des données de l'entreprise.</li> <li>Les bases de données de l'entreprise.</li> <li>Les sources d'informations externes.</li> </ul>	<b>C01.1</b> Prendre en compte la politique de l'entreprise.	Les contraintes techniques, économiques et environnementales de l'entreprise sont prises en compte.	S1.2 S1.3
	<b>C01.2</b> 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.	S1.4
		La traçabilité respecte les standards de l'entreprise et du donneur d'ordre.	S2.1 S2.4 S2.5
	<b>C01.3</b> Participer à l'alimentation d'un système de gestion de données techniques.	Les procédures d'alimentation du système de gestion de données sont respectées.	S3.3 S5 S7
	<b>C01.4</b> Contribuer à la veille technologique de l'entreprise.	Les sources d'information sont identifiées et vérifiées.	S9.4 S11.1
		Les évolutions techniques de son champ d'activité sont identifiées et capitalisées.	

<b>C02 – Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance.</b>			
<b>Données</b>	<b>Compétences détaillées</b>	<b>Indicateurs de performance</b>	<b>Savoirs associés</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Les catalogues constructeurs, bases de données locales ou à distance.</li> <li>Toutes ressources numériques.</li> <li>Le protocole de classement utilisé.</li> </ul>	<b>C02.1</b> Mettre en œuvre une démarche de recherche d'information.	La fiabilité des informations est vérifiée.	S1.1 S2.1 S5 S9.4
		L'information recherchée est réordonnée.	
		La démarche pour l'obtention de l'information est pertinente.	
	<b>C02.2</b> Classer, hiérarchiser des informations.	La démarche et les critères de classement et de hiérarchisation des informations sont efficaces.	
	<b>C02.3</b> Synthétiser une information.	La synthèse proposée résume les points importants.	

### C03 – Formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une information à transmettre.</li> <li>• Le résultat escompté.</li> <li>• L'origine et la destination de l'information.</li> <li>• Les standards de communication de l'entreprise.</li> </ul>	<b>C03.1</b> Choisir une stratégie et des supports de communication.	L'objectif, le public visé, le message sont clairement identifiés.	S1.1 S5 S9.4
		Les outils de communication choisis sont adaptés au message et aux interlocuteurs et respectent les standards de communication de l'entreprise.	
	<b>C03.2</b> 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.	
	<b>C03.3</b> 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.	
	<b>C03.4</b> Participer à un échange technique en français et en anglais.	Les échanges techniques avec les interlocuteurs sont compréhensibles.	
		Le vocabulaire professionnel est pertinent et précis.	

### C04 – S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le cahier des charges du projet.</li> <li>• Les données de l'entreprise.</li> <li>• Le planning du projet.</li> <li>• La composition du groupe projet.</li> <li>• Les règles ou consignes de fonctionnement du groupe projet.</li> </ul>	<b>C04.1</b> Identifier son rôle au sein d'un groupe projet par rapport au problème technique à résoudre.	Le rôle à tenir au sein du groupe est correctement identifié.	S1.2 S1.3 S1.4 S3 S5 S9.4
		La définition de son domaine d'intervention est comprise.	
	<b>C04.2</b> Argumenter les solutions technico-économiques proposées.	Les solutions technico-économiques proposées sont justifiées.	
		Les moyens de communication retenus sont maîtrisés et pertinents.	
	<b>C04.3</b> 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.	
	<b>C04.4</b> Respecter les objectifs et les règles assignés au groupe projet.	Le cahier des charges est respecté.	
		Les jalons du projet sont identifiés et respectés.	
		Les consignes du chef de projet sont respectées.	

## C05 – Élaborer et/ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>L'expression du besoin formulée par le client sous différentes formes écrites ou orales : cahier des charges sommaire, descriptions graphiques, images, présentation de l'existant et de son environnement.</li> <li>Les réglementations, normes et codes.</li> </ul>	<b>C05.1</b> Décoder un besoin.	Le besoin est correctement identifié.	S1.1 S1.4 S5
		Les fonctions d'usage sont répertoriées.	
		Les exigences sont correctement explicitées et pondérées.	
	<b>C05.2</b> Recenser les contraintes liées à un besoin.	Les contraintes technico-économiques sont identifiées.	
		Les contraintes technico-économiques sont hiérarchisées au regard de l'expression du besoin.	
	<b>C05.3</b> Formuler et synthétiser un cahier des charges.	La frontière de l'étude est correctement définie.	
		Les fonctions de service sont identifiées et caractérisées.	
		Les fonctions de service sont classées au regard de la hiérarchisation des contraintes technico-économiques.	
	<b>C05.4</b> Rechercher des solutions constructives.	Les propositions de solutions sont compatibles avec les procédés retenus, la norme, la réglementation, le code de construction.	
		Les propositions de solutions constructives préservent les fonctionnalités de l'ouvrage ou du produit.	
		Les propositions de solutions sont valides d'un point de vue économique et/ou environnemental.	

## C06 – Prédéterminer les éléments de tout ou partie d'un ensemble chaudronné.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le cahier des charges de l'ensemble chaudronné à réaliser.</li> <li>• Les solutions constructives envisagées.</li> <li>• Les contraintes techniques de réalisation, de manutention, de transport ...</li> <li>• Les informations issues des spécialistes procédés.</li> <li>• Les normes, réglementations et codes de construction en vigueur.</li> <li>• Les bases de données relatives aux :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- matériaux ;</li> <li>- procédés retenus ;</li> <li>- composants standards.</li> </ul> </li> <li>• Les données capitalisées par l'entreprise.</li> </ul>	<b>C06.1</b> Identifier les composants standards et les parties à réaliser.	L'identification des composants standards est pertinente et exhaustive. L'identification des parties à réaliser est pertinente et exhaustive.	S1.4 S2.2 S3 S5 S8.2 S11.1
	<b>C06.2</b> Choisir les composants standards.	Les performances et caractéristiques des composants standards choisis sont en adéquation avec les spécifications du cahier des charges.	
	<b>C06.3</b> Proposer une solution schématique de l'ensemble chaudronné à réaliser.	Le schéma est clair et exploitable. Le schéma permet de réaliser les prédimensionnements.	
	<b>C06.4</b> Prédimensionner les sous-ensembles à réaliser.	Les calculs de prédimensionnement sont exacts.	
	<b>C06.5</b> Déterminer les besoins éventuels de partitionnement.	Toutes les contraintes techniques de réalisation, de manutention, de transport ... sont prises en compte. Le partitionnement est pertinent.	

## C07 – Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble chaudronné.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le cahier des charges.</li> <li>• Les exigences de production : quantité, délais, coût prévisionnel, moyens disponibles.</li> <li>• Les croquis et schémas d'étude associés aux solutions constructives retenues pour satisfaire au cahier des charges.</li> <li>• Les matériaux, les procédés initialement prévus et les bases de données techniques et économiques attenantes.</li> <li>• Les fiches techniques des moyens de réalisation retenus et des périphériques associés.</li> <li>• Les informations issues des spécialistes procédés.</li> <li>• Les normes, réglementations et codes de construction en vigueur.</li> <li>• Les bases de données relatives aux :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- matériaux ;</li> <li>- procédés retenus ;</li> <li>- composants standards.</li> </ul> </li> <li>• Les données capitalisées par l'entreprise.</li> </ul>	<b>C07.1</b> Analyser les solutions constructives.	Les modèles d'étude et les démarches de calcul du code de construction utilisés permettent le dimensionnement et/ou la vérification.  Les comportements mécaniques des solutions proposées sont validés.		
	<b>C07.2</b> Intégrer des spécifications induites par l'optimisation technico-économique des procédés envisagés.	Les formes additionnelles optimisent la mise en œuvre des procédés d'un point de vue technico-économique.  Les spécifications sur les matériaux optimisent la mise en œuvre des procédés d'un point de vue technico-économique.  Les modifications n'altèrent pas les fonctions du produit ou de l'ouvrage.		
	<b>C07.3</b> Vérifier par simulation de procédés la faisabilité d'une solution.	Le choix du scénario de simulation est pertinent.  Les paramètres d'influence sont identifiés et correctement quantifiés.  L'interprétation des résultats de simulation conduit à des propositions pertinentes.		S1.1 S1.3 S1.4 S2 S3 S5
	<b>C07.4</b> Argumenter des modifications par une approche technico-économique et/ou environnementale.	L'argumentation technico-économique et environnementale est pertinente.		S6.1 S7 S8.1 S8.2 S8.4 S8.5
	<b>C07.5</b> Elaborer la maquette numérique de conception de l'ouvrage ou du produit à l'aide d'un modeleur volumique.	L'arbre d'assemblage est organisé en sous-ensemble(s) fonctionnel(s) et/ou structurel(s).  Le mode de création est adapté et évolutif selon le niveau de définition de la maquette numérique (volume, surface, filaire) et tient compte des procédés d'élaboration.  Le positionnement des pièces est contraint dans le respect des mobilités relatives.  La modification des paramètres conserve la robustesse de la maquette numérique et sa portabilité attendue.  Les fonctions de l'ensemble sont assurées par les solutions constructives adoptées en adéquation avec le cahier des charges et les normes, réglementations et codes de construction en vigueur.  Dans le cas d'une collaboration, l'élaboration de la maquette numérique de conception n'altère pas l'organisation de l'arbre d'assemblage.  Le paramétrage géométrique est établi en		S10.3 S11.1

		cohérence avec le principe et les contraintes fonctionnelles de conception et de procédé envisagé.	
	<b>C07.6</b> Formaliser les spécifications fonctionnelles.	Les spécifications de bon fonctionnement des éléments et/ou composants dans leur contexte et/ou recommandées par les constructeurs sont recensées.	
		Les spécifications de fonctionnement sont déclinées sur les documents techniques appropriés.	
	<b>C07.7</b> Utiliser un logiciel de simulation pour optimiser / valider la conception d'un ensemble.	L'outil de simulation retenu est adapté à la validation du critère énoncé.	
		Le modèle numérique est isolé et les données nécessaires sont introduites correctement.	
		Les résultats de simulation sont analysés et les conséquences sur la conception détaillée mises en œuvre.	
		Une assistance à la modélisation associée à la simulation est proposée.	
	<b>C07.8</b> Spécifier les éléments constitutifs du produit ou de l'ouvrage.	Les éléments sont spécifiés en respectant les normes.	
		Les matériaux sont définis et les autres indications sont précisées dans la nomenclature.	
	<b>C07.9</b> Générer des représentations graphiques dérivées en mobilisant les fonctionnalités des modeleurs volumiques.	Les représentations graphiques dérivées sont complétées et légendées par des informations techniques associées en adéquation avec le point de vue du destinataire.	
		Les documents sont conformes aux attentes du client.	
<b>C07.10</b> Elaborer le dossier de définition de l'ensemble chaudronné	Le dossier de définition permet la préparation de la fabrication.		
	Les procédures qualité relatives à la constitution des dossiers de définition sont respectées.		

## C08 – Choisir et spécifier des technologies et des moyens de réalisation.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le dossier de définition de l'ensemble chaudronné.</li> <li>Les exigences de production : quantité, délais, coût prévisionnel.</li> <li>Le(s) couple(s) matériau/procédé retenu(s).</li> <li>La liste des moyens techniques disponibles à l'interne et à l'externe (sous-traitants) et leurs notices techniques.</li> <li>Les bases de données relatives aux matériaux et aux procédés.</li> <li>Les réglementations, normes et codes.</li> </ul>	<b>C08.1</b> Proposer et justifier des technologies et des moyens envisageables.	Les propositions sont pertinentes au regard du dossier de définition.	S1.1 S1.3 S1.4 S2.2 S4 S5 S7 S8.1 S8.2 S8.3 S8.5 S11
		Les propositions sont pertinentes au regard des contraintes technico-économiques.	
		La justification est faite à partir de critères pertinents.	
	<b>C08.2</b> Hiérarchiser des contraintes de fabrication et en déduire les conséquences sur la relation produit – procédé.	La hiérarchisation est pertinente.	
		Le choix du(des) couple(s) produit/procédé est compatible au regard des contraintes de fabrication.	
	<b>C08.3</b> Déterminer les performances nécessaires des moyens de fabrication et des moyens annexes.	La caractérisation des performances des moyens de fabrication est correcte.	
		La caractérisation des capacités des moyens annexes (moyens de levage, zones de travail, transport ...) est correcte.	
	<b>C08.4</b> Rédiger le cahier des charges des clauses techniques d'un moyen de fabrication.	La liste des exigences est exhaustive.	
		Les exigences techniques sont correctement décrites.	
	<b>C08.5</b> Déterminer les données techniques de réalisation nécessaires à l'établissement d'une réponse à une affaire.	Les données critiques sont déterminées.	
Les éléments déterminés pour l'établissement de la réponse à l'affaire sont justes.			

## C09 – Élaborer des processus de réalisation.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le dossier de définition d'un ensemble ou d'un élément à réaliser.</li> <li>Des données outillages, procédés, processus, matériaux.</li> <li>Une description des moyens de réalisation mis à disposition.</li> <li>Les normes (soudage, sécurité ...), la réglementation et les codes de construction en vigueur.</li> <li>Les standards de l'entreprise.</li> <li>Une assistance informatique et des modules métier.</li> </ul>	<b>C09.1</b> Analyser le dossier de définition.	Le décodage du dossier de définition permet d'appréhender les contraintes de réalisation (géométrie, tolérances, déformation ...).	S1.4 S2.1 S2.2 S2.5 S5 S6 S7 S8 S11
		Le partitionnement de l'ensemble chaudronné est compatible avec les standards du commerce (tôles, profilés, tubes ...).	
	<b>C09.2</b> Déterminer la succession des opérations.	La succession des opérations permet de réaliser l'ensemble ou les éléments.	
		Les stratégies de réalisation sont pertinentes.	
	<b>C09.3</b> Vérifier la faisabilité de tout ou partie d'un processus par simulation.	Le paramétrage de la simulation est réaliste.	
		Les résultats de simulation sont exploitables.	
	<b>C09.4</b> Déterminer les données nécessaires à la fabrication de l'ouvrage ou du produit.	La liste des données est exhaustive (raccordements, développements, débits, tracés sur pièces ...).	
		Les données fournies sont exactes.	
	<b>C09.5</b> Établir, si nécessaire, à partir du dossier de définition, le plan de fabrication de chaque élément.	Les plans de fabrication des éléments sont exacts.	
<b>C09.6</b> Établir un processus de réalisation pour chaque élément et sous-ensemble.	Les documents de fabrication sont exacts et exploitables (Liste des Opérations de Fabrication et de Contrôle, procédures, fiches suiveuses, programmes des pièces, ...)		
	Les solutions retenues sont cohérentes.		
<b>C09.7</b> Rédiger tout ou partie du cahier de soudage.	Les éléments produits sont exacts et conformes à la norme.		
<b>C09.8</b> Établir un graphique d'assemblage dans le respect des contraintes du dossier de définition, des moyens de fabrication et de transport.	La chronologie des opérations de montage est cohérente.		

## C10 – Définir et mettre en œuvre des essais réels et simulés ; préparer la qualification d'un mode opératoire de soudage.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La maquette numérique.</li> <li>• Le processus envisagé.</li> <li>• Le cahier de soudage.</li> <li>• Des banques de données outils, outillages, procédés, matériaux.</li> <li>• Des outils de simulation numérique des procédés.</li> <li>• Les moyens matériels nécessaires pour la mise en œuvre des essais.</li> <li>• Les réglementations, normes et codes.</li> </ul>	<b>C10.1</b> Identifier les étapes d'un processus prévisionnel nécessitant des essais.	L'identification des étapes nécessitant des essais est complète et le type d'essai est correctement choisi.	S2.2 S4 S6 S7 S8 S10.1 S11
	<b>C10.2</b> Identifier et hiérarchiser les paramètres influents sur des caractéristiques étudiées.	La liste des paramètres d'influence identifiés est pertinente.	
		Les paramètres d'influence sont hiérarchisés.	
	<b>C10.3</b> Définir un protocole d'essais : objectif, conditions, forme des résultats.	Le protocole d'essai est correctement défini.	
	<b>C10.4</b> Configurer des outils de simulation numérique et effectuer la simulation.	Les hypothèses de simulation choisies sont adaptées au cas étudié.	
		La configuration des outils de simulation est opérationnelle.	
		La simulation est mise en œuvre de façon à garantir la validité et l'exploitation des résultats.	
	<b>C10.5</b> Configurer et mettre en œuvre des moyens réels pour conduire des expérimentations.	La configuration et la mise en œuvre respectent les règles de protection des risques liées à la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement.	
		Les conditions expérimentales choisies sont adaptées au cas étudié.	
		La configuration des moyens est opérationnelle.	
		Le protocole d'expérimentation est respecté.	
	<b>C10.6</b> Configurer des moyens de fabrication pour tester un processus.	La configuration respecte les règles de protection des risques liées à la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement.	
		La configuration est conforme aux conditions définies dans le processus.	
		La configuration des moyens est opérationnelle.	
	<b>C10.7</b> Exploiter des résultats d'essais.	L'exploitation des résultats des essais permet de conclure quant à la validité de tout ou partie du processus.	
		Des préconisations d'optimisation éventuelle du processus sont proposées.	
	<b>C10.8</b> Préparer la qualification d'une procédure de soudage.	Le DMOS prévisionnel est correctement renseigné.	
		L'éprouvette est réalisée conformément aux paramètres du DMOS prévisionnel.	
Les contrôles sont réalisés conformément aux normes.			

		Le document Résultat Contrôle Examen Essai (RCEE) est correctement renseigné.	
		Le procès-verbal de qualification de mode opératoire de soudage (PV-QMOS) est correctement établi et est validable.	

<b>C11 – Définir et organiser les environnements de travail.</b>			
<b>Données</b>	<b>Compétences détaillées</b>	<b>Indicateurs de performance</b>	<b>Savoirs associés</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La définition du contexte de travail.</li> <li>• La composition et la caractérisation des moyens de fabrication disponibles.</li> <li>• Le schéma d'implantation du secteur de fabrication ou du chantier.</li> <li>• Le ou les processus de fabrication.</li> <li>• Les réglementations, normes et codes.</li> </ul>	<b>C11.1</b> Identifier les tâches à réaliser et leur enchaînement.	La liste des tâches identifiées est complète.	S1.4 S6.3 S9.2 S10.2 S10.3
		L'enchaînement des tâches est pertinent.	
	<b>C11.2</b> Organiser les flux.	Les flux physiques de matière et des composants sont clairement identifiés.	
		Les flux d'informations sont clairement identifiés.	
		L'ensemble des flux est optimisé.	
	<b>C11.3</b> Définir ou choisir les moyens environnants (transfert, stockage, préparation, contrôle, parachèvement ...).	La définition ou le choix des moyens environnants est en adéquation avec les contraintes.	
		La définition ou le choix des moyens environnants respecte les réglementations, normes et codes.	
	<b>C11.4</b> Organiser un secteur de fabrication d'un atelier ou un chantier.	L'organisation permet de respecter les contraintes de fabrication (coûts, délais, qualité).	
		L'organisation respecte la réglementation liée à la sécurité et à l'environnement et, en particulier, le plan de prévention (PDP) dans le cas du chantier.	
	<b>C11.5</b> Aménager un poste de travail	Le poste de travail est aménagé dans le respect des règles d'ergonomie.	
L'identification des procédures de santé et sécurité au travail au poste de travail est pertinente.			

## C12 – Proposer des améliorations technico-économiques et environnementales d'un processus de réalisation.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le dossier de définition d'un ensemble ou d'un élément à réaliser.</li> <li>• Le processus de la réalisation.</li> <li>• Les difficultés technico-économiques liées à la mise en œuvre du processus.</li> <li>• La liste des moyens de réalisation et les documentations techniques associées.</li> <li>• Des outils de veille technologique, des documents présentant des caractéristiques nouvelles, des solutions innovantes ou des possibilités de transferts de technologie.</li> <li>• Les normes et la réglementation.</li> </ul>	<b>C12.1</b> Identifier des améliorations possibles d'un processus de fabrication.	L'identification des améliorations possibles est pertinente.	S1 S2.5 S6 S7 S8 S9.1 S9.4 S10.3
	<b>C12.2</b> Identifier et hiérarchiser les paramètres influents.	L'identification des facteurs influents est pertinente. La hiérarchisation des facteurs influents est judicieuse.	
	<b>C12.3</b> Appliquer une méthode d'optimisation.	La mise en œuvre de la méthode d'optimisation est correcte.	
	<b>C12.4</b> Proposer des améliorations.	Les améliorations proposées sont pertinentes.	
		Les innovations technologiques sont explorées.	
		L'expérience de l'entreprise est prise en compte.	
		Les modifications ou créations d'équipements ou d'outillages sont correctes et pertinentes.	
	<b>C12.5</b> Estimer et argumenter des résultats d'amélioration.	Les éléments techniques fournis permettent le chiffrage.	
		Les améliorations sont argumentées d'un point de vue technico-économique et environnemental.	

### C13 – Planifier une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance).

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le dossier de réalisation du produit.</li> <li>Les plannings et les fortuits.</li> <li>Les données de l'entreprise : sous-traitance, heures supplémentaires possibles ...</li> <li>Les fiches de postes de l'entreprise et les compétences associées.</li> </ul>	<b>C13.1</b> Identifier les ressources matérielles et humaines mobilisables.	Les ressources matérielles mobilisables sont identifiées.	S9.1 S9.3 S11.1
		Les qualifications professionnelles des ressources humaines mobilisables sont identifiées, notamment dans le domaine du soudage.	
		Les ressources matérielles et humaines sont correctement quantifiées.	
	<b>C13.2</b> Déterminer la capacité à produire d'un secteur de fabrication.	Le choix des indicateurs est pertinent.	
		L'estimation de la capacité à réaliser est réaliste.	
	<b>C13.3</b> Elaborer et gérer un planning.	L'enchaînement des activités respecte les contraintes de réalisation et de disponibilité des ressources humaines et matérielles.	
		Le planning respecte les délais.	
		Les propositions de modification du planning sont pertinentes.	
		Les impossibilités d'intégration sont signalées à la hiérarchie.	

### C14 – Lancer et suivre une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance).

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le dossier de réalisation.</li> <li>Le protocole de contrôle.</li> <li>Les plans de charge.</li> <li>Les ordres de fabrication, d'installation, de maintenance.</li> <li>La documentation technique des moyens de réalisation.</li> <li>Les documents de traçabilité.</li> <li>Les données capitalisées par l'entreprise.</li> <li>Les postes de travail et l'ensemble des moyens associés.</li> </ul>	<b>C14.1</b> S'assurer de la disponibilité des moyens humains et matériels ainsi que de la matière d'œuvre.	La disponibilité des moyens humains et matériels nécessaires est vérifiée.	S6 S8.3 S9.1 S9.3 S10.1 S10.3 S11.1
		La disponibilité de la matière d'œuvre est contrôlée.	
		Les indisponibilités sont signalées.	
	<b>C14.2</b> Effectuer le lancement d'une réalisation.	Le délai de lancement imposé par le planning est respecté.	
	<b>C14.3</b> Mettre en œuvre un protocole de contrôle (de point d'arrêt) en cours de réalisation.	Les protocoles de contrôle sont respectés.	
		Les documents de suivi sont exploités et archivés.	
	<b>C14.4</b> Identifier des non-conformités d'une réalisation, en rendre compte et y remédier.	Les non-conformités sont identifiées.	
		La remédiation proposée est appropriée.	
		La mise en œuvre des actions correctives est garantie.	
	<b>C14.5</b> Identifier les facteurs influents sur des aléas de réalisation.	L'identification des facteurs influents sur les aléas de réalisation est pertinente et capitalisée.	

## C15 – Appliquer un plan qualité, de sécurité et de respect de l'environnement.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'organigramme de l'entreprise.</li> <li>• Le plan qualité de l'entreprise.</li> <li>• Les documents de traçabilité.</li> <li>• Les fiches des actions correctives à mettre en place dans son secteur d'activité.</li> </ul>	<b>C15.1</b> Vérifier l'application d'un système qualité à son activité.	Les documents qualité relatifs à son activité sont identifiés. La vérification de l'application des procédures qualité est effective.	S1 S2.1 S9.4 S10.1 S10.2 S11.2
	<b>C15.2</b> Renseigner et exploiter les documents de traçabilité d'une entreprise.	Les documents de traçabilité de l'entreprise sont renseignés dans le respect du plan qualité. L'exploitation des documents de traçabilité est pertinente.	
	<b>C15.3</b> S'assurer de la mise en œuvre d'actions correctives à son secteur d'activité.	Les actions correctives sont mises en œuvre.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une situation de travail.</li> <li>• Des outils d'analyse (AMDEC, arbre des causes, check-list, arbre des défaillances, grilles d'observation).</li> <li>• Une analyse de situation de travail.</li> <li>• La charte ou le plan de sécurité de l'entreprise (y compris le document unique actuel).</li> <li>• La réglementation en vigueur.</li> </ul>	<b>C15.4</b> Contribuer à l'évaluation des risques, notamment dans le cadre du "Document unique d'évaluation des risques professionnels".	Les risques pour la santé et la sécurité au travail de son secteur sont identifiés.	
	<b>C15.5</b> Collaborer avec des organismes ou services institutionnels ou spécialisés pour définir les actions de protection des personnes et/ou de l'environnement.	Des mesures de prévention, de réduction ou suppression des risques sont proposées.	
	<b>C15.6</b> Appliquer les procédures de sécurité et de respect de l'environnement.	Les procédures de prévention mises en œuvre sont respectées.	

### C16 – Définir un protocole de contrôle.

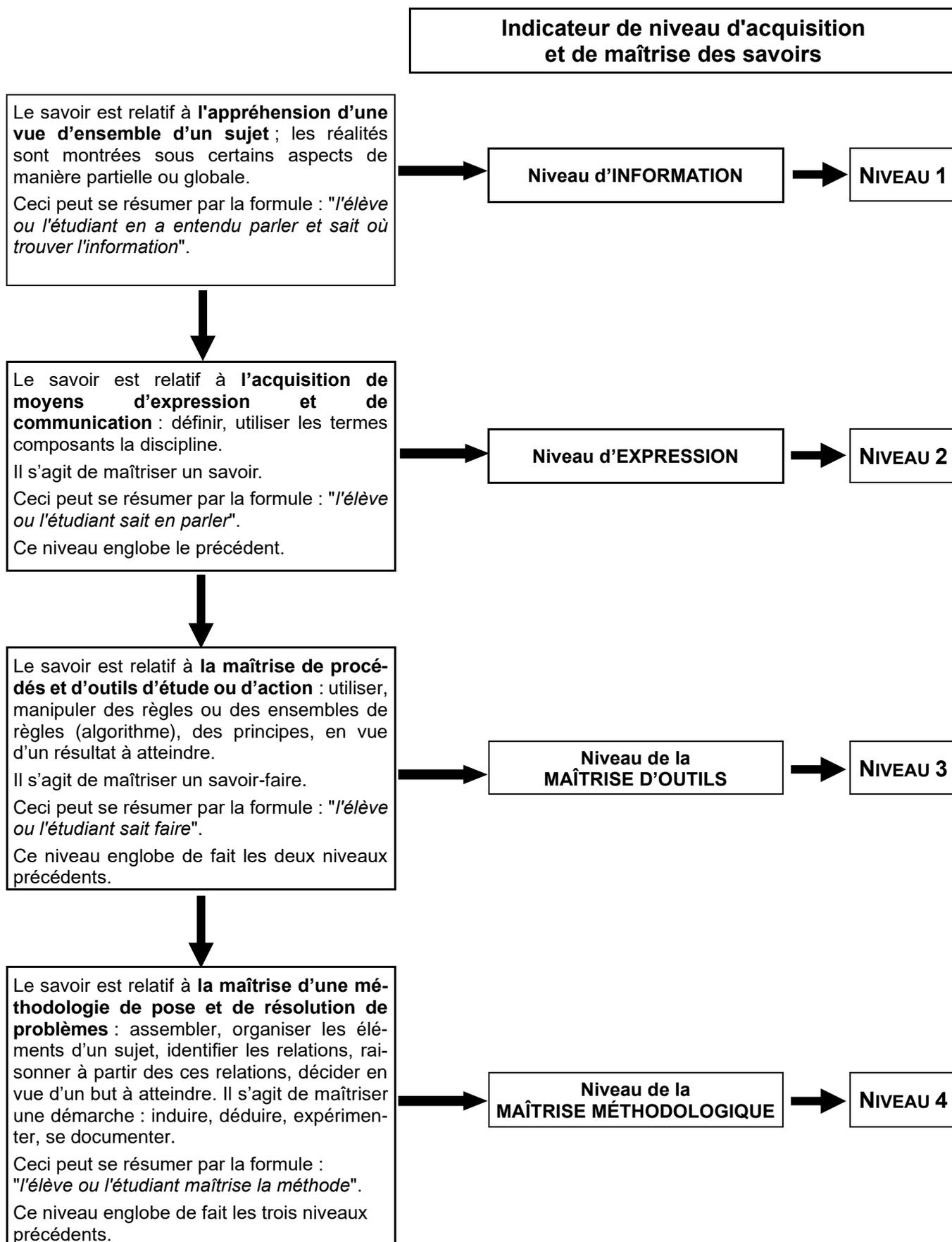
Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le dossier de réalisation.</li> <li>Les normes.</li> <li>La liste des moyens de contrôle et de mesure disponibles.</li> <li>Une banque de données techniques.</li> </ul>	<b>C16.1</b> Identifier et expliciter des spécifications critiques à surveiller.	La liste des spécifications critiques est complète.	S2.1 S6 S8.3
		Les spécifications sont correctement explicitées.	
	<b>C16.2</b> Etablir un protocole de contrôle.	Les modes opératoires du protocole sont cohérents avec les spécifications à contrôler.	
		Les moyens prévus au protocole sont adaptés au contexte technico-économique.	
		La traçabilité des informations est assurée.	

### C17 – Mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble chaudronné.

Données	Compétences détaillées	Indicateurs de performance	Savoirs associés
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le cahier des charges fonctionnel de l'ensemble chaudronné.</li> <li>Les protocoles d'essais de l'ensemble (protocoles internes et protocoles du client).</li> <li>La documentation technique des matériels d'essais et de mise au point.</li> </ul>	<b>C17.2</b> Encadrer les essais de fonctionnement et la mise au point d'un ensemble chaudronné (essais à vide et essais fonctionnels hors fabrication).	Les protocoles d'essais sont respectés.	S2.1 S3.3 S6.1 S6.2 S11.1
		La mise au point permet de résoudre les non-conformités.	
		Les conclusions de l'essai permettent de qualifier l'ensemble.	
	<b>C17.3</b> Participer à la mise en service de l'ensemble chaudronné.	Les éventuelles non-conformités sont identifiées et caractérisées.	
		Les conclusions quant à l'aptitude à l'emploi de l'ensemble sont dégagées.	

### 3 - Savoirs associés aux compétences

#### Spécification des niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs



# S1 – DÉMARCHE DE CONCEPTION ET GESTION DE PROJET

## S1.1 – Ingénierie système et analyse fonctionnelle

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S1.1.1 – Approche globale</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition de l'ingénierie système et de l'analyse fonctionnelle.</li> <li>• Langage de description SysML, types de diagrammes et leur utilisation.</li> <li>• Outils de l'analyse fonctionnelle : méthode APTE, NF X50-151.</li> </ul>					<p>Les diagrammes SysML sont une donnée d'entrée de l'étude fonctionnelle. Ils permettent de situer la frontière de l'étude dans un contexte pluri technologique.</p> <p>On se limitera à la lecture et la compréhension des diagrammes SysML.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- diagramme des exigences ;</li> <li>- diagramme des cas d'utilisation ;</li> <li>- diagramme de définition de bloc ;</li> <li>- diagramme de bloc interne ;</li> <li>- diagramme d'état transition ;</li> <li>- diagramme de séquences.</li> </ul>
<b>S1.1.2 – Approche métier : description externe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besoin à satisfaire par l'utilisateur.</li> <li>• Cycle de vie du produit : éco-conception.</li> <li>• Expression fonctionnelle du besoin.</li> <li>• Frontière d'une étude.</li> <li>• Fonctions de service (usage, estime), contraintes (ergonomie, sécurité) : outils de recherche et de description associés.</li> <li>• Cahier des charges fonctionnel : caractéristiques des fonctions de service (critères, niveaux et flexibilité).</li> </ul>					<p>Il s'agit pour chaque étape de la vie du produit de prendre en compte les contraintes permettant de réduire les impacts environnementaux.</p> <p>Pour caractériser les fonctions de service, à défaut d'indications imposées par le cahier des charges initial, on s'appuiera sur les exigences des normes en vigueur et les compétences d'un spécialiste (règles d'ergonomie, environnement particulier...).</p>
<b>S1.1.3 – Approche métier : description interne</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Déclinaison des fonctions de service en fonctions techniques : outil FAST.</li> <li>• Nature et flux des éléments transformés par le produit : matière, énergie, information.</li> </ul>					<p>La description interne du système doit être menée en intégrant, si elles existent, les données de l'ingénierie système par l'utilisation des diagrammes SysML.</p> <p>Il s'agit de décoder ou de modifier ces différents diagrammes SysML ou les représentations issues de l'analyse fonctionnelle.</p> <p>Il peut s'agir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>de diagrammes qui décrivent la structure interne du produit étudié ;</li> <li>de diagrammes qui situent le produit étudié à l'intérieur d'un système pluri technologique plus vaste.</li> </ul>

## S1.2 – Organisation de l'entreprise industrielle

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation administrative et commerciale.</li> <li>• Organisation des études, recherche et développement.</li> <li>• Structure d'un système de production : <ul style="list-style-type: none"> <li>- méthodes et préparations ;</li> <li>- achats ;</li> <li>- sous-traitance et co-traitance ;</li> <li>- gestion de production ;</li> <li>- gestion des stocks ;</li> </ul> </li> </ul>					<p>Il s'agit ici de créer la culture minimale de la connaissance des organisations et des fonctions principales rencontrées dans une entreprise industrielle de conception et de réalisation d'équipements industriels.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- maintenance des moyens de fabrication ;</li> <li>- service qualité ;</li> <li>- service après-vente.</li> <li>• Réglementation du travail : <ul style="list-style-type: none"> <li>- cadre de vie ;</li> <li>- comité d'hygiène, sécurité et conditions de travail ;</li> <li>- comité d'entreprise ;</li> <li>- représentativité des personnels, formation des personnels.</li> </ul> </li> </ul>		<p><i>Ces savoirs étayent les travaux collaboratifs entre spécialistes de conception et de réalisation destinés à optimiser un produit.</i></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>S1.3 – Compétitivité des produits industriels</b>					
<b>Savoirs, Connaissances</b> (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				<b>Limites de connaissances</b>
	1	2	3	4	
<b>S1.3.1 – Méthodes et outils de compétitivité</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le marché, la concurrence.</li> <li>• Propriété industrielle : recherche d'antériorité, les brevets.</li> <li>• Qualité du produit : certification ISO, standardisation, normalisation.</li> <li>• Planification du projet : diagramme de GANTT, méthode des potentiels.</li> <li>• Capitalisation des acquis, traçabilité des études.</li> </ul>					<p><i>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'Institut National de la Propriété Industrielle par exemple).</i></p> <p><i>L'ensemble des données sera intégré dans un PDM (Product Data Management) voire un PLM (Product Life cycle Management) si disponible.</i></p>
<b>S1.3.2 – Créativité et outils de recherche de solutions</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthodes de créativité (TRIZ, ASIT) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- notion de contradiction ;</li> <li>- reformulation d'un problème contraint ;</li> <li>- recherche d'un principe de solution à un problème contraint, résolution d'une contradiction ;</li> <li>- décodage d'un principe de solution, recherche de solutions techniques.</li> </ul> </li> <li>• Autres outils de recherches : <ul style="list-style-type: none"> <li>- brainstormings ;</li> <li>- analogies ;</li> <li>- inversions.</li> </ul> </li> </ul>					<p><i>Ces méthodes sont privilégiées pour la recherche de principes de solutions.</i></p> <p><i>La maîtrise de ces méthodes ne peut pas être exigée (niveau d'acquisition 2).</i></p>
<b>S1.3.3 – Analyse de la valeur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition de la valeur d'un produit : rapport entre satisfaction d'une fonction d'un produit, coût associé et notions de CCO (conception pour un coût objectif).</li> <li>• Outils de l'analyse de la valeur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- outils de classification et de hiérarchisation : tableau de pondération, diagramme de hiérarchisation, diagramme de PARETO ;</li> <li>- outils issus de la méthode APTE qui permettent d'analyser et d'évaluer une solution en vue de son optimisation – bloc diagramme - bloc diagramme idéal</li> <li>- tableau d'analyse fonctionnelle ;</li> <li>- outils d'analyse des défaillances : diagramme d'ISHIKAWA, AMDEC, arbre de défaillance.</li> </ul> </li> </ul>					<p><i>La maîtrise de ces outils ne peut pas être exigée. Ces outils trouvent leur place dans le cadre d'études de reconception ou d'optimisation de produits existants.</i></p>

<b>S1.4 – Développement durable et éco-conception</b>					
<b>Savoirs, Connaissances</b> (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				<b>Limites de connaissances</b>
	1	2	3	4	
<b>S1.4.1 – Contexte du développement durable</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piliers du développement durable : dimension mondiale environnementale, sociétale et économique ; enjeux pour l'entreprise et la transition énergétique.</li> <li>• Contraintes environnementales.</li> </ul>					<p><i>Savoir replacer l'éco-conception dans le contexte mondial de développement durable.</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cycle de vie d'un produit, notion d'unité fonctionnelle.</li> <li>• Caractérisation des impacts environnementaux : <ul style="list-style-type: none"> <li>- épuisements des ressources ;</li> <li>- effets nocifs sur le climat, l'atmosphère ;</li> <li>- pollution (air, eau), toxicité ;</li> <li>- production de déchets.</li> </ul> </li> </ul>			<p><i>Connaître les différents impacts environnementaux dans le cycle de vie d'un produit.</i></p>
<p><b>S1.4.2 – Normalisation et réglementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Approches environnementales et normalisation : <ul style="list-style-type: none"> <li>- approche site : « Management environnemental » (ISO 14001) ;</li> <li>- approche produit : « Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement des produits » (normes ISO).</li> </ul> </li> <li>• Eco-certification des produits.</li> <li>• Organismes ressources dans l'éco-conception (exemples : ADEME, CETIM).</li> </ul>			<p><i>Connaissances des organismes ressources au service de l'éco-conception des produits.</i></p>
<p><b>S1.4.3 – Méthodes et outils d'éco-conception</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intégration des contraintes environnementales dans le cahier des charges.</li> <li>• Approches méthodologiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- multi-étapes du cycle de vie du produit ;</li> <li>- multicritères environnementaux ;</li> <li>- multi-acteurs (travail collaboratif des différents services de l'entreprise).</li> </ul> </li> <li>• Outils : <ul style="list-style-type: none"> <li>- évaluation du cycle de vie du produit (roue d'éco-conception, déclinaison simplifiée de la norme ISO 14040) ;</li> <li>- listes et procédures de contrôle (check-list) ;</li> <li>- base de données et outils de mesure des impacts ;</li> <li>- matrices de choix, d'évaluation ;</li> <li>- outils logiciels d'éco-conception.</li> </ul> </li> </ul>			<p><i>Prise en compte des contraintes environnementales dans l'établissement du cahier des charges fonctionnel du produit.</i></p> <p><i>Conduite d'outils d'éco-conception en distinguant les approches qualitatives et quantitatives au regard des critères environnementaux, sélectives ou complètes vis-à-vis des étapes du cycle de vie considérées.</i></p> <p><i>L'utilisation de logiciels d'éco-conception est à privilégier avec :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une approche globale qualitative,</li> <li>- une approche comparative de solutions techniques envisageables semi-quantitative.</li> </ul>

## S2 – CHAÎNE NUMÉRIQUE

### S2.1 – Concept de « chaîne numérique »

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S2.1.1 – Définition des maillons de la chaîne numérique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquette numérique.</li> <li>• Prototypage.</li> <li>• Simulations.</li> <li>• Outillage.</li> <li>• Production.</li> <li>• Qualification.</li> </ul>					On veillera à montrer que la chaîne numérique est bouclée permettant une optimisation itérative de la conception.
<b>S2.1.2 – Gestion de la vie de la chaîne numérique via un PLM</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livrables (fichiers exigés au regard du cahier des charges).</li> <li>• Plannings : Gantt.</li> <li>• Suivi et archivage des documents (révisions, historique), processus de validation, maîtrise de la configuration.</li> <li>• Continuité de la chaîne numérique (formats d'import/export, paramétrage).</li> <li>• Droits des intervenants, liens entre données.</li> </ul>					Ces savoirs intègrent l'outil informatique de gestion des fichiers dans une démarche de projet collaboratif et concourant.

### S2.2 – Simulation numérique

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S2.2.1 – Paramétrage d'une simulation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Critères de choix du type d'analyse et des données d'entrée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- modèles géométriques ;</li> <li>- paramètres de simulation.</li> </ul> </li> </ul>					La définition des paramètres d'entrées et de sorties peut être amenée à varier en fonction du procédé considéré.
<b>S2.2.2 – Exploitation des résultats</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture et analyse : <ul style="list-style-type: none"> <li>- des géométries déformées ;</li> <li>- de contours isovaleurs : épaisseurs, déformations, contraintes ;</li> <li>- des courbes d'efforts ;</li> <li>- des indicateurs de faisabilité d'une opération ou enchaînement d'opérations.</li> </ul> </li> </ul>					

### S2.3 – Outils de conception et de représentation numériques

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S2.3.1 – Modeleurs volumiques paramétriques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structuration des modèles : arbres de construction de pièce et arbre d'assemblage.</li> <li>• Modes de modélisation : surfacique, volumique.</li> <li>• Fonctions logicielles de conception.</li> <li>• Propriétés de nomenclature associées aux pièces (désignation, matériaux).</li> <li>• Paramétrage et robustesse du modèle.</li> </ul>					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.
<b>S2.3.2 – Méthodes de conception</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthodes de conception : <ul style="list-style-type: none"> <li>- par corps de pièce ;</li> <li>- par surfaces fonctionnelles ;</li> </ul> </li> </ul>					La méthode de conception est adaptée au résultat souhaité : simulation dynamique, résistance des matériaux, conception détaillée...

<ul style="list-style-type: none"> <li>- par squelette géométrique de pièce, d'assemblage, esquisse pilotante ;</li> <li>- hors ou en contexte d'assemblage (liens de référence ou paramétrage entre pièces).</li> <li>• Fonctionnalité logiciel - tableur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- associations modeleur/tableur ;</li> <li>- conception orientée famille de pièces - d'assemblages.</li> </ul> </li> <li>• Outils spécifiques pour le technicien : <ul style="list-style-type: none"> <li>- bibliothèques d'éléments standards et de données techniques (locales ou à distance) ;</li> <li>- modules métiers.</li> </ul> </li> <li>• Rétro-conception : autres types de modeleurs.</li> </ul>		<p><i>Le paramétrage d'un modèle de pièce est géré par tableau de valeurs : si la situation s'y prête.</i></p> <p><i>L'utilisation ponctuelle de modeleurs implicites (sans historique...) est possible lorsque la stratégie de conception s'y prête (par exemple en l'absence de robustesse d'un modèle fourni), tout comme la rétro-conception par scan 3D.</i></p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## S2.4 – Représentations graphiques dérivées des maquettes numériques

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S2.4.1 – Fonctionnalités logicielles relatives à la production de documents techniques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurations graphiques visuelles (propriétés de couleurs, transparence) et de positions, coupes et écorchés 3D.</li> <li>• Édition de nomenclatures et éclatés.</li> <li>• Rendus réalistes, animations.</li> </ul>					
<b>S2.4.2 – Fonctionnalités logicielles relatives à la mise en plan selon les normes de représentations du dessin technique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vues en projection, sections et coupes.</li> <li>• Normes de représentation de mise en plan.</li> </ul>					

## S2.5 – Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO)

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S2.5.1 – Techniques d'exploitation d'un logiciel de CFAO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Outils logiciels pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- la détermination des trajectoires outils et la génération des programmes de pilotage des moyens de fabrication et de contrôle ;</li> <li>- la simulation des moyens de fabrication en vue de valider les solutions retenues ;</li> <li>- l'élaboration et l'édition des documents de fabrication.</li> </ul> </li> <li>• Méthodes de paramétrage des corrections en pliage pour l'obtention des dimensions exactes sur les dépliés.</li> <li>• Méthodes graphiques de prise en compte des contraintes de fabrication.</li> </ul>					<p><i>Exemple de contraintes de fabrication, construction :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des coudes cylindriques et coniques ;</li> <li>- des culottes de ventilation ;</li> <li>- des intersections de solides tangents à une sphère commune ;</li> <li>- des trémies (à constituer d'éléments développables) ;</li> <li>- ...</li> </ul>

## S3 - COMPORTEMENT DES OUVRAGES MÉTALLIQUES

### S3.1 – Modélisation des actions mécaniques

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S3.1.1 – Action mécanique de contact et à distance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèles de représentation d'une action mécanique : <ul style="list-style-type: none"> <li>- force et résultante de forces ;</li> <li>- moment et moment résultant ;</li> <li>- cas particuliers des couples et glisseurs.</li> </ul> </li> <li>• Représentation graphique et analytique des vecteurs force et moment.</li> <li>• Notion de torseur.</li> <li>• Principe des actions mutuelles.</li> </ul>					<i>La représentation des actions mécaniques sous forme torsorielle est conduite en vue d'alimenter une simulation numérique. Seule l'écriture des composantes de forces et/ou de moments est demandée.</i>
<b>S3.1.2 – Contact entre pièces</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nature géométrique du contact.</li> <li>• Pression de contact et de matage : <ul style="list-style-type: none"> <li>- cas ponctuels, linéiques et surfaciques simples.</li> </ul> </li> <li>• Modélisation globale dans le plan et dans l'espace des efforts transmissibles par chaque liaison.</li> </ul>					<i>Les modélisations des liaisons sous forme torsorielle sont réalisées en vue de renseigner une simulation numérique.</i>

### S3.2 – Comportement mécanique des pièces et des systèmes

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S3.2.1 – Isolement d'une pièce ou d'un système de solides</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphe des actions mécaniques.</li> <li>• Ordonnancement des isolements.</li> <li>• Frontière, actions intérieures et extérieures.</li> </ul>					<i>La résolution graphique se limite à l'étude des systèmes de solides soumis à 2 ou 3 actions modélisées par des glisseurs de supports non parallèles.</i>
<b>S3.2.2 – Équilibre statique des solides, principe fondamental de la statique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Énoncé du principe en vue d'une résolution : <ul style="list-style-type: none"> <li>- analytique ;</li> <li>- graphique.</li> </ul> </li> </ul>					<i>La résolution analytique est exclusivement réalisée avec assistance informatique ou par exploitation de résultats (tableaux, graphes).</i>

### S3.3 – Résistance des matériaux

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S3.3.1 – Hypothèses de la résistance des matériaux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèle poutre.</li> <li>• Hypothèses sur les matériaux.</li> <li>• Hypothèses de Navier-Bernoulli et Barré de St Venant.</li> </ul>					
<b>S3.3.2 – Efforts de cohésion dans une section droite</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrammes : <ul style="list-style-type: none"> <li>- effort normal ;</li> <li>- effort tranchant ;</li> <li>- moment de torsion ;</li> <li>- moment de flexion.</li> </ul> </li> </ul>					<i>La détermination analytique des efforts de cohésion se fait dans les cas plans. L'utilisation des torseurs se limite à l'écriture synthétique finale des efforts de cohésion dans une section droite. Pour les cas spatiaux, les conclusions s'appuient sur l'exploitation des résultats d'une simulation numérique.</i>

<b>S3.3.3 – Relation contrainte-déformation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Loi de Hooke.</li> <li>• Phénomène de fluage.</li> <li>• Phénomène de rupture fragile.</li> </ul>				
<b>S3.3.4 – Sollicitations simples (traction – compression, torsion des sections circulaires, flexion, cisaillement)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraintes normales, contraintes tangentielles.</li> <li>• Identification des paramètres géométriques d'un solide influant son comportement : <ul style="list-style-type: none"> <li>- influence de l'orientation des sections ;</li> <li>- aires ;</li> <li>- moments quadratiques.</li> </ul> </li> <li>• Déformation</li> <li>• Condition de résistance : <ul style="list-style-type: none"> <li>- coefficient de sécurité ;</li> <li>- limite élastique ;</li> <li>- limite de fatigue.</li> </ul> </li> <li>• Cas des enveloppes minces en traction - compression</li> <li>• Flambement.</li> <li>• Sollicitations composées : <ul style="list-style-type: none"> <li>- principe de superposition ;</li> <li>- flexion-traction / compression ;</li> <li>- contrainte équivalente de Von-Mises.</li> </ul> </li> </ul>				<p><i>La détermination des moments quadratiques ne s'effectue que pour les formes simples en utilisant des formulaires</i></p> <p><i>Les démonstrations ne sont pas incluses dans ces savoirs, elles découlent de la mise en œuvre de modeleurs volumiques.</i></p> <p><i>Les cas traités doivent rester simples.</i></p> <p><i>La discrétisation (en termes de taille et de type de maillage) du problème est donnée.</i></p> <p><i>Pour les cas simples (modèle poutre), la validation des résultats s'effectue par utilisation de formulaires ou à l'aide de logiciels de simulation.</i></p> <p><i>Pour les pièces ne relevant pas du modèle poutre, la validation des résultats exploite la simulation et/ou la mise en œuvre d'un logiciel volumique intégrant un module d'éléments finis.</i></p>
<b>S3.3.5 – Calcul des soudures</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La résistance des soudures : <ul style="list-style-type: none"> <li>- chargement statique ;</li> <li>- sollicitation par un effort normal et/ou tranchant.</li> </ul> </li> <li>• Dispositions constructives liées aux calculs.</li> </ul>				
<b>S3.3.6 – Code de construction des appareils à pression (CODAP)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historique, intérêt et contenu des codes.</li> <li>• Domaine d'application.</li> <li>• Choix d'une catégorie de construction, conséquences sur l'ensemble de la construction.</li> <li>• Situation normale et exceptionnelle de service, d'essai de résistance : <ul style="list-style-type: none"> <li>- contrainte nominale de calcul ;</li> <li>- pression (intérieure, extérieure, absolue, effective, hydrostatique) ;</li> <li>- épaisseur (minimale, de commande, utile, admise).</li> </ul> </li> <li>• Conception et calcul : <ul style="list-style-type: none"> <li>- enveloppe cylindrique soumise à pression intérieure ;</li> <li>- fond soumis à pression intérieure ;</li> <li>- enveloppe comportant des ouvertures isolées.</li> </ul> </li> </ul>				<p><i>Privilégier l'utilisation de logiciels de calcul spécifiques (saisie des données, exploitation des résultats, édition de la note de calcul devant figurer au dossier de l'appareil).</i></p>
<b>S3.3.7 – Autres codes de construction</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spécificités d'autres codes : ASME, RCCM, Eurocode 3</li> <li>• Domaines d'application</li> <li>• Principes de calcul et des solutions constructives</li> </ul>				
<b>S3.3.8 – Dilatation thermique des matériaux</b>				

- Dilatation due à l'élévation de la température, formule industrielle approchée.
- Coefficient de dilatation linéaire.
- Conséquences sur les solutions constructives :
  - compensateur de dilatation ;
  - support coulissant ;
  - architecture des échangeurs tubulaires.



## S4 – MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS

S4.1 – Structure et caractéristiques des matériaux					
Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S4.1.1 – Structure et état de la matière</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atome, molécules, ions.</li> <li>• La liaison covalente, la liaison ionique, la liaison métallique.</li> <li>• Changement d'état d'un métal ou d'un alliage.</li> </ul>					
<b>S4.1.2 – Les alliages binaires</b>					
<b>S4.1.3 – Le diagramme Fer Cémentite</b>					
<b>S4.1.4 – Désignation normalisée et commerciale des matériaux</b>					
<b>S4.1.5 – Caractéristiques mécaniques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limite élastique.</li> <li>• Module de Young.</li> <li>• Limite à la rupture.</li> <li>• Allongement.</li> <li>• Résilience.</li> <li>• Dureté.</li> <li>• Limite de fatigue.</li> </ul>					
<b>S4.1.6 – Caractéristiques physico-chimiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masse volumique.</li> <li>• Conductibilité.</li> <li>• Résistance à la corrosion.</li> <li>• Formabilité.</li> <li>• Soudabilité.</li> </ul>					
<b>S4.1.7 – Éléments d'addition et leurs influences sur les caractéristiques</b>					
<b>S4.1.8 – Essais mécaniques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Essai de traction uni-axial.</li> <li>• Essai de flexion.</li> <li>• Essai de dureté.</li> <li>• Essai de résilience.</li> <li>• Essai de fatigue.</li> </ul>					

S4.2 – Domaine d'utilisation des matériaux et leurs traitements					
Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S4.2.1 – Matériaux utilisés dans les domaines de la chaudronnerie, de la tôlerie et de la tuyauterie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aciers.</li> <li>• Aciers inoxydables.</li> <li>• Aluminium et ses alliages.</li> <li>• Cuivre, titane.</li> </ul>					
<b>S4.2.2 – Principes, effets et exigences des principaux traitements thermiques des aciers (trempe, revenu, recuit)</b>					
<b>S4.2.3 – Principes des traitements thermiques des assemblages soudés</b>					

<b>S4.2.4 – Principes, limites et performances des traitements de surface protégeant de la corrosion des métaux (par revêtements et dépôts, ...)</b>				
<b>S4.2.5 – Principes des traitements mécaniques (grenailage, sablage)</b>				
<b>S4.2.6 – Pour tous ces traitements, incidence sur les procédés de transformation et d'assemblage ultérieurs</b>				

<b>S4.3 – Métallurgie du soudage</b>					
<b>Savoirs, Connaissances</b> (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				<b>Limites de connaissances</b>
	1	2	3	4	
<b>S4.3.1 – Phénomènes thermiques et métallurgiques dans les assemblages soudés</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Répartition thermique dans les assemblages soudés.</li> <li>• Étude du cycle thermique de soudage.</li> <li>• Phénomènes métallurgiques en soudage à l'arc.</li> <li>• Structures métallurgiques dans les assemblages soudés.</li> </ul>					
<b>S4.3.2 – Les conditions de soudage :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conditions pratiques de soudage pour les aciers non alliés ou faiblement alliés.</li> <li>• Paramètres influant les conditions de soudage : <ul style="list-style-type: none"> <li>- procédé ;</li> <li>- énergie ;</li> <li>- géométrie du joint ;</li> <li>- épaisseur ;</li> <li>- matériau de base ;</li> <li>- température initiale des pièces ;</li> <li>- refroidissement des pièces (vitesse).</li> </ul> </li> <li>• Méthodes pour éviter la fissuration à froid : <ul style="list-style-type: none"> <li>- courbes TRCS ;</li> <li>- méthode de l'IRSID (abaque à 3 quadrants) ;</li> <li>- carbone équivalent.</li> </ul> </li> <li>• Préconisations pour éviter la fissuration à froid, à chaud et par arrachement lamellaire.</li> </ul>					
<b>S4.3.3 – Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques</b>					<i>L'utilisation de la norme EN 1011-2, est ici essentielle.</i>
<b>S4.3.4 – Recommandations pour le soudage des aciers de type HARDOX et WELDOX</b>					

## S5.1 – Solutions constructives

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S5.1.1 – Dispositions constructives recommandées pour les appareils à pression (suivant CODAP)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assemblage d'éléments d'une même enveloppe.</li> <li>• Assemblage d'une enveloppe cylindrique avec une enveloppe conique, un fond bombé.</li> <li>• Piquage sur une enveloppe, un fond.</li> <li>• Bossage.</li> <li>• Brides.</li> <li>• Technologie des échangeurs.</li> <li>• Technologie des colonnes.</li> </ul>					
<b>S5.1.2 – Solutions constructives pour les composants non soumis à pression</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports des appareils : berceaux, jupes, embases, pieds.</li> <li>• Trou d'homme : potence de manutention, accès.</li> <li>• Oreille, tourillon de levage.</li> <li>• Calorifuge, ligne de traçage et réchauffage.</li> <li>• Autres composants.</li> </ul>					La définition s'appuiera sur les normes en vigueur.
<b>S5.1.3 – Solutions constructives en construction métalliques pour des structures porteuses d'éléments chaudronnés et/ou tuyauterie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilité géométrique des ouvrages, notions de base : <ul style="list-style-type: none"> <li>- stabilité transversale ;</li> <li>- stabilité longitudinale ;</li> <li>- contreventement.</li> </ul> </li> <li>• Assemblage poutre / poteau, poutre / poutre, diagonale / poteau : <ul style="list-style-type: none"> <li>- liaison encastrement ;</li> <li>- liaison articulation.</li> </ul> </li> <li>• Dispositions constructives d'un boulonnage non précontraint : pince et pas.</li> </ul>					Utilisation de l'Eurocode 3.
<b>S5.1.4 – Solutions constructives pour des ensembles autres que les appareils à pression</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositions constructives en constructions mécano soudées.</li> <li>• Conception en tôlerie.</li> <li>• Règles de conception des bâtis soumis à des sollicitations statiques et/ou cycliques.</li> <li>• Critères de choix de composants standards (vérin, motoréducteur).</li> </ul>					

## S5.2 – Tuyauterie

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S5.2.1 – Représentation des tuyauteries</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documents généraux : <ul style="list-style-type: none"> <li>- schéma de procédé ;</li> <li>- plan de circulation des fluides (PCF) ;</li> <li>- PID (piping and instrumentation diagrams) ;</li> <li>- plan d'ensemble d'installation (pente, drainage).</li> </ul> </li> <li>• Types de représentation unifilaire ou bifilaire des lignes de tuyauterie : projections orthogonales, isométriques.</li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symboles de représentation des éléments standards.</li> </ul>			
<p><b>S5.2.2 – Fonctions, solutions d’assemblage des composants de tuyauterie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DN, PN, PMA, schedule, série de tubes pour un diamètre donné.</li> <li>• Accessoires courants : brides, coudes, réductions, tés, robinetterie, soupapes, clapets.</li> <li>• Autres composants (Anti-vortex, calorifuges, lyres, soufflets).</li> </ul>			
<p><b>S5.2.3 – Fonctions, solutions constructives des supports de tuyauterie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effets et conséquences des dilatations. Supports fixes, variables, constants.</li> <li>• Dispositions constructives courantes.</li> </ul>			

## S6 – SPÉCIFICATION ET PROCESSUS DE CONTRÔLE

### S6.1 – Spécification des produits

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S6.1.1 – Écarts entre la pièce réelle et le modèle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Défauts des surfaces : <ul style="list-style-type: none"> <li>- dimensionnels ;</li> <li>- géométriques.</li> </ul> </li> <li>• Défauts de structure : <ul style="list-style-type: none"> <li>- liés au matériau (composition, homogénéité) ;</li> <li>- relatifs aux caractéristiques mécaniques (dureté, limites et modules).</li> </ul> </li> <li>• Défauts des soudures : <ul style="list-style-type: none"> <li>- dimensions et géométrie des cordons ;</li> <li>- défauts internes et externes ;</li> <li>- déformations liées au soudage.</li> </ul> </li> </ul>					<i>En lien avec les principales normes de soudage.</i>
<b>S6.1.2 – Expression normalisée des tolérances</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type de tolérancement : <ul style="list-style-type: none"> <li>- dimensionnel ;</li> <li>- par zones ;</li> <li>- par gabarits.</li> </ul> </li> <li>• Tolérances géométriques : forme, orientation, position et battement.</li> <li>• Éléments spécifiés.</li> <li>• Éléments de référence et références spécifiées.</li> <li>• Tolérances projetées.</li> <li>• Interdépendance dimensions - géométrie.</li> <li>• Exigences d'enveloppe, de maximum et minimum de matière.</li> <li>• Spécifications d'état de surface.</li> <li>• Tolérances générales.</li> </ul>					
<b>S6.1.3 – Principes de détermination des spécifications d'un produit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonctions mécaniques et surfaces influentes.</li> <li>• Conditions de fonctionnement et de montage (jeux, ajustements).</li> </ul>					

### S6.2 – Les moyens de contrôle

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S6.2.1 – Dispersion et erreurs de mesurage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typologie des erreurs de mesurage : justesse, répétabilité et reproductibilité.</li> <li>• Causes d'erreurs.</li> </ul>					
<b>S6.2.2 – Caractéristiques et technologie des instruments de contrôle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instruments : <ul style="list-style-type: none"> <li>- conventionnels ;</li> <li>- tridimensionnels ;</li> <li>- optiques et laser.</li> </ul> </li> <li>• Résolution, mode opératoire et étalonnage.</li> </ul>					
<b>S6.2.3 – Contrôle des géométries et des dimensions</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principes : <ul style="list-style-type: none"> <li>- extraction et critères d'association ;</li> </ul> </li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>- référentiel de mesure.</li> <li>• Protocoles de contrôle associés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- à la métrologie au marbre ;</li> <li>- à l'utilisation de techniques de numérisation 3D.</li> </ul> </li> <li>• Technologie des montages de contrôle</li> </ul>				
<b>S6.2.4 – Contrôle des caractéristiques mécaniques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traction.</li> <li>• Pliage.</li> <li>• Dureté.</li> <li>• Résilience.</li> </ul>				<i>Ce chapitre s'applique à la vérification des caractéristiques mécaniques</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de la matière d'œuvre ;</li> <li>- des cordons de soudure.</li> </ul>
<b>S6.2.5 – Les contrôles spécifiques des soudures</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle visuel.</li> <li>• Contrôle par ressuage.</li> <li>• Contrôle par ultrasons.</li> <li>• Contrôle par magnétoscopie.</li> <li>• Contrôle micrographique et macrographique.</li> <li>• Contrôle par courants de Foucault.</li> <li>• Contrôle par radiographie.</li> <li>• Contrôle par spectrographie.</li> </ul>				<i>En lien avec les principales normes de soudage</i>

<b>S6.3 – Les contrôles en fabrication</b>					
<b>Savoirs, Connaissances</b> (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				<b>Limites de connaissances</b>
	1	2	3	4	
<b>S6.3.1 – Procédures</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éléments de définition d'une phase de contrôle : <ul style="list-style-type: none"> <li>- moyens retenus ;</li> <li>- technologie de mise en position et de maintien de la pièce ou de l'ensemble.</li> </ul> </li> <li>• Chronologie des opérations de contrôle.</li> </ul>					
<b>S6.3.2 – Les processus de contrôle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle par attribut ou par mesurage.</li> <li>• Contrôle des échantillons initiaux, contrôle final ou en cours de fabrication.</li> <li>• Contrôle à 100% ou par échantillonnage.</li> <li>• Autocontrôle.</li> </ul>					
<b>S6.3.3 – Documents d'exploitation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapports et procès-verbaux de contrôle.</li> <li>• Documents de traçabilité.</li> </ul>					

## S7 – TECHNOLOGIE DES PROCÉDÉS

### S7.1 – Les procédés de découpage

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S7.1.1 – Les procédés de découpage mécanique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sciage et tronçonnage.</li> <li>• Cisailage.</li> <li>• Poinçonnage.</li> <li>• Grignotage.</li> <li>• Limites, performances (matériaux, formes et précisions réalisables) et coûts.</li> </ul>					
<b>S7.1.2 – Les procédés de découpage thermique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxycoupage.</li> <li>• Plasma.</li> <li>• Laser.</li> <li>• Limites, performances (matériaux, formes et précisions réalisables) et coûts.</li> </ul>					
<b>S7.1.3 – Autres procédés</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par enlèvement de matière.</li> <li>• Jet d'eau.</li> <li>• Limites, performances (matériaux, formes et précisions réalisables) et coûts.</li> </ul>					<i>Les procédés par enlèvement de matière sont abordés dans le cadre de la préparation des pièces mécano-soudées.</i>

### S7.2 – Les procédés de formage

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S7.2.1 – Technologie des procédés de formage des tôles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pliage.</li> <li>• Roulage.</li> <li>• Emboutissage.</li> <li>• Repoussage et fluotournage.</li> </ul>					
<b>S7.2.2 – Procédé de formage des tubes et des profilés</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cintrage.</li> </ul>					
<b>S7.2.3 – Moyens de formage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limites et performances des procédés.</li> <li>• Contraintes de conception et de réalisation.</li> </ul>					<i>Pour le pliage les différentes presses sont à étudier : plieuse à CN, plieuse à tablier à CN, panneauteuse CN.</i>

### S7.3 – Les procédés de parachèvement et de finition

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S7.3.1 – Procédés de parachèvement</b>					<i>Ce chapitre abordera notamment le chanfreinnage, grenailage, sablage...</i>
<b>S7.3.2 – Procédés de finition</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peinture et marquage.</li> <li>• Polissage.</li> <li>• Anodisation, chromage, métallisation et galvanisation.</li> </ul>					

## S7.4 – Les procédés d'assemblage

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S7.4.1 – Procédés d'assemblage thermique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soudage à l'arc électrique : <ul style="list-style-type: none"> <li>- avec électrode enrobée ;</li> <li>- avec fil fourré auto protecteur ;</li> <li>- sous flux en poudre ;</li> <li>- MIG ;</li> <li>- MAG ;</li> <li>- TIG ;</li> <li>- au plasma ;</li> <li>- par résistance.</li> </ul> </li> <li>• Autres procédés (soudage) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- par friction ;</li> <li>- vertical sous laitier ;</li> <li>- par faisceau d'électrons ;</li> <li>- de goujons ;</li> <li>- aluminothermique ;</li> <li>- laser ;</li> <li>- par explosion.</li> </ul> </li> </ul>					<i>Se limiter aux principes de fonctionnement, limites et performances, domaines d'utilisation et coûts.</i>
<b>S7.4.2 – Procédés d'assemblage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécaniques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- vissage, boulonnage ;</li> <li>- rivetage, clinchage, agrafage.</li> </ul> </li> <li>• Autres : collage.</li> </ul>					

## S8 – CONCEPTION DES PROCESSUS DE RÉALISATION

### S8.1 – Procédés d'élaboration du développement d'un élément

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S8.1.1 – Représentation des éléments dans l'espace</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Des entités de base : le point, la droite, le plan.</li> <li>Des surfaces simples : cylindre de révolution, cône de révolution, coudes, trémies à parois planes, pièces pliées.</li> <li>Surfaces composées à bases parallèles et concourantes.</li> <li>Principes de construction et de mise à plat des surfaces développables.</li> </ul>					<i>Les caractéristiques principales des solides simples seront étudiées : particularités, sections issues des plans de coupes, surfaces, volumes ...</i> <i>A relier aux « méthodes graphiques de prise en compte des contraintes de fabrication » en S2.5.1.</i>
<b>S8.1.2 – Méthodes d'obtention par calcul des développements</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Des surfaces de révolution : cylindre, cône.</li> <li>Des trémies à parois planes.</li> <li>De l'intersection d'un cylindre avec un plan.</li> <li>Des coudes cylindriques.</li> <li>Des surfaces composées à bases parallèles.</li> </ul>					<i>Pour les trémies on attend l'obtention des développements et des angles de pliage.</i>
<b>S8.1.3 – Méthodes de mise en œuvre d'un logiciel métier</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Données d'entrée.</li> <li>Modélisation.</li> <li>Données de sortie : développement de tout type de surface développable, caractéristiques dimensionnelles, géométriques</li> </ul>					<i>Exemples de logiciel métier :</i> <i>- modeleur 3D avec module tôlerie ou chaudronnerie,</i> <i>- logiciel spécifique au pliage,</i> <i>- logiciel spécifique à la tuyauterie.</i> <i>On attend une analyse critique des résultats obtenus.</i>
<b>S8.1.4 – Techniques de traçage en l'air sur pièces formées</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Méthodes de positionnement d'un point, d'une génératrice ou d'un axe sur une pièce formée.</li> <li>Méthodes de reproduction d'une ouverture sur une pièce avant ou après formage.</li> </ul>					
<b>S8.1.5 – Données pour la fabrication en tuyauterie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Angles des coudes.</li> <li>Angles entre les tubes.</li> <li>Axes de référence.</li> <li>Longueurs des tubes à découper.</li> <li>Longueurs développées de cintrage.</li> <li>Angles des plans de décalage pour les lignes non coplanaires.</li> </ul>					<i>Toutes les données doivent aider :</i> <i>- au montage de la ligne préfabriquée,</i> <i>- au cintrage sur toutes les machines traditionnelles ou à C.N.</i>

### S8.2 – Stratégies

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S8.2.1 – Méthodes d'élaboration d'avant-projets</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entités de volumes et surfaces générés : <ul style="list-style-type: none"> <li>formes ;</li> <li>procédés ;</li> <li>moyens.</li> </ul> </li> <li>Chronologie des phases et des opérations d'assemblage.</li> </ul>					
<b>S8.2.2 – Etude de faisabilité</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capabilité et adéquation des moyens de fabrication.</li> <li>Critères de choix.</li> </ul>					<i>Des essais permettant de vérifier la capacité seront éventuellement menés pour valider les choix.</i>
<b>S8.2.3 – Transformation (débit, formage)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Critères de choix des outils, des paramètres de mise en œuvre et des réglages.</li> </ul>					<i>Ce chapitre abordera les processus de fabrication courants, avec les bases de</i>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthodes de calculs des dispersions sur les cotes fabriquées.</li> </ul>					<i>données des constructeurs et les logiciels spécifiques.</i> <i>On s'attachera aux connaissances nécessaires à la mise en œuvre des machines de formage, exemple : règles de conformation d'un cône.</i>
<b>S8.2.4 – Assemblages thermiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Critères de choix des configurations de soudage, des paramètres de mise en œuvre et des réglages.</li> <li>• Influence des paramètres sur la qualité.</li> <li>• Étude des déformations lors de l'opération de soudage.</li> <li>• Méthodes pour remédier aux déformations (prédéformation, bridage, chaudes de retrait, allongement).</li> <li>• Méthodes de calcul des déformations et des prédéformations avant soudage.</li> </ul>					<i>Ce chapitre abordera les procédés usuels de soudage, avec les bases de données des constructeurs et les logiciels spécifiques.</i>
<b>S8.2.5 – Définition d'un montage de soudage ou d'un outil particulier (formage, perçage...)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éléments de définition d'un montage de soudage ou d'un outillage : <ul style="list-style-type: none"> <li>- règles sur l'isostatisme ;</li> <li>- règles de conception ;</li> <li>- dispositifs de maintien et de serrage.</li> </ul> </li> <li>• Méthodes de calculs des jeux de soudages et des cotes fabriquées.</li> </ul>					

<b>S8.3 – Processus de fabrication</b>						
<b>Savoirs, Connaissances</b> (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition					<b>Limites de connaissances</b>
	1	2	3	4		
<b>S8.3.1 – Outils de préparation de la fabrication</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphe de montage.</li> <li>• Ordonancement des phases.</li> <li>• Liste des opérations de fabrication et de contrôle (LOFC).</li> <li>• Fiches de contrôle.</li> <li>• Choix des procédures détaillées à rédiger pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le débit : cisailage, tronçonnage, laser, grignotage, plasma ;</li> <li>- le formage : pliage, roulage, cintrage de tube ;</li> <li>- l'assemblage : poutre, robot et montage de soudage.</li> </ul> </li> </ul>						
<b>S8.3.2 – Procédure détaillée</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éléments de définition : <ul style="list-style-type: none"> <li>- machine retenue ;</li> <li>- outillages et réglages retenus ;</li> <li>- chronologie des opérations de fabrication ;</li> <li>- mise en position et maintien de la pièce ;</li> <li>- cotes et spécifications de fabrication ;</li> <li>- temps alloués.</li> </ul> </li> </ul>						
<b>S8.3.3 – Qualification en soudage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les qualifications des modes opératoires de soudage.</li> <li>• Les qualifications des soudeurs.</li> <li>• Les contrôles des soudures.</li> </ul>						<i>Ce chapitre intègre les normes en vigueur et les exigences du cahier des charges.</i>
<b>S8.3.4 – Cahier de soudage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repérage des soudures.</li> <li>• Identification de la qualification des soudeurs.</li> <li>• Certificats matières et métaux d'apports.</li> <li>• Qualifications adaptées des soudeurs.</li> <li>• DMOS adaptés aux assemblages.</li> <li>• PV-QMOS : <ul style="list-style-type: none"> <li>- DMOS-P ;</li> <li>- R.C.E.E. ;</li> </ul> </li> </ul>						

- domaines de validités ; - résultats détaillés des examens et essais.					
<b>S8.3.5 – Aspect organisationnel au poste de travail</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencement, organisation et gestion des flux.</li> <li>• Étude des moyens de manutention adaptés.</li> <li>• Gestion des outillages.</li> <li>• Hygiène et sécurité.</li> <li>• Maintenance de 1er niveau en conformité avec le "dossier machine".</li> </ul>					<i>Pour les processus de fabrication courants (débit, formage et soudage).</i>

### S8.4 – Méthodes d'expérimentation

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S8.4.1 – Organisation d'une méthode</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition du protocole d'essais : <ul style="list-style-type: none"> <li>- description du contexte et des conditions ;</li> <li>- essais réels ou simulés ;</li> <li>- étapes (préparation - expérimentation - évaluation).</li> </ul> </li> <li>• Plans d'expérience : <ul style="list-style-type: none"> <li>- plan complet – fractionnaire ;</li> <li>- définition de la réponse à optimiser ;</li> <li>- définition des paramètres, des facteurs ;</li> <li>- définition de la table ;</li> <li>- définition des niveaux.</li> </ul> </li> </ul>					<i>Pour les essais par les plans d'expérience, on se limite aux cas simples mettant en œuvre des méthodes permettant de sélectionner et d'ordonner les essais afin d'identifier, à moindres coûts, les effets des paramètres sur la réponse du produit.</i>
<b>S8.4.2 – Paramètres influents</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éléments d'influence : <ul style="list-style-type: none"> <li>- choix des paramètres ;</li> <li>- hiérarchisation des paramètres.</li> </ul> </li> </ul>					
<b>S8.4.3 – Outils logiciels</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour la simulation de la fabrication.</li> <li>• Rapports d'essais.</li> </ul>					

### S8.5 – Estimation des coûts des processus

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveau d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S8.5.1 – Aspects technico-économiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Achat des matières et composants.</li> <li>• Utilisation machines.</li> <li>• Amortissement des machines et outillages spécifiques.</li> <li>• Temps de fabrication (main d'œuvre...).</li> <li>• Besoin en sous-traitance.</li> <li>• Transport.</li> <li>• Coûts de revient.</li> </ul>					<i>Il s'agit de pouvoir donner les informations techniques qui permettront de faire les chiffrages par un spécialiste.</i>

## S9 – GESTION DE PRODUCTION, QUALITÉ

S9.1 – Organisation de la production					
Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S9.1.1 – Les enjeux de la gestion de production</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compétitivité.</li> <li>• Aspect financier.</li> <li>• Aspect humain.</li> </ul>					
<b>S9.1.2 – La typologie des fabrications</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabrications de type continu.</li> <li>• Fabrications de type discontinu : <ul style="list-style-type: none"> <li>- travaux unitaires et série unique ;</li> <li>- travail par lots renouvelables.</li> </ul> </li> </ul>					
<b>S9.1.3 – L'organisation des moyens de fabrication</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Système de fabrication : <ul style="list-style-type: none"> <li>- zones fonctionnelles ;</li> <li>- services de stockage, magasin, manutention ;</li> <li>- services assemblage, montage, conditionnement, expédition.</li> </ul> </li> <li>• Association des équipements : <ul style="list-style-type: none"> <li>- systèmes dédiés, polyvalents ;</li> <li>- flexibilité, approche produit, approche processus.</li> </ul> </li> <li>• Implantation : critères d'implantation, zone de travail, stockage, circulation, sécurité.</li> </ul>					
<b>S9.1.4 – La planification</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temps de fabrication.</li> <li>• Contraintes de gestion : processus, opérations.</li> <li>• Ressources matérielles, sous-traitance.</li> <li>• Taux de charge.</li> <li>• Ordres de fabrication.</li> <li>• Aléas, des niveaux de priorité, pénalités de retard.</li> <li>• Diagrammes d'analyse temporelle : Diagramme Pert, Gantt.</li> <li>• Diagrammes d'analyse quantitative d'une fabrication : méthode ABC, Pareto.</li> </ul>					
<b>S9.1.5 – Les outils d'amélioration de la productivité</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicateurs de productivité.</li> <li>• Lean Manufacturing.</li> </ul>					<i>Savoirs liés avec « amélioration continue » dans S9.4.3 – Les démarches d'amélioration et de suivi de la qualité : SMED, TRM, HOSHIN, KANBAN, 5S.</i>

S9.2 – Gestion de la production					
Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S9.2.1 – La gestion des flux de fabrication</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gammes linéaires et non linéaires : nomenclature produit ou famille.</li> <li>• Stockage, emballage, colisage.</li> <li>• Lancement des lots : regroupement des commandes, lancement des approvisionnements, programmation des besoins.</li> <li>• Logiciels de GPAO.</li> </ul>					
<b>S9.2.2 – La gestion des flux matériels</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enjeux de la logistique.</li> <li>• Approvisionnement (Sourcing).</li> <li>• Fournisseurs, sous-traitants.</li> </ul>					

• Transporteur.					
<b>S9.2.4 – La gestion des stocks</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicateurs.</li> <li>• Types de stocks: stock moyen, stock d’alerte.</li> <li>• Coûts de passation de commande, de stockage.</li> </ul>					

<b>S9.3 – Suivi</b>					
Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d’acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S9.3.1 – Suivi du planning de fabrication</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicateurs de production : charge planifiée, charge produite, ...</li> <li>• Procédures d’ajustement.</li> </ul>					
<b>S9.3.2 – Les outils de suivi de production</b>					<i>Savoir limité aux connaissances nécessaires à l’utilisation ou à l’exploitation de données issues de :</i> - logiciel de gestion intégrée (ERP); - calcul de temps (logiciel) ; - logiciel de planning.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion intégrée.</li> <li>• Outils de calcul de temps.</li> <li>• Planning de suivi.</li> </ul>					

<b>S9.4 – Qualité</b>					
Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d’acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S9.4.1 – Concept et enjeux de la qualité</b>					<i>Ce savoir permet de définir la qualité (norme ISO en vigueur) et d’appréhender les effets de la politique qualité dans l’entreprise, les relations clients-fournisseurs, les principes de management de la qualité (approche processus) et le rôle et le fonctionnement du service qualité</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepts de la qualité.</li> <li>• Enjeux économiques, technologiques, juridiques et sociaux.</li> <li>• Organisation et système qualité.</li> </ul>					
<b>S9.4.2 – Les normes et référentiels</b>					<i>Se limiter :</i> - à la constitution et la relation entre les normes relatives au domaine QSE (ISO 9000, 14000), MASE... ; - aux types de certification ; - aux modèles de certification de produit (CE) ; - aux modèles de certification d’organismes (ISO).
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normes en vigueur relatives au domaine QSE.</li> <li>• Relation entre les normes du QSE.</li> <li>• Mise en œuvre d’une démarche qualité dans l’entreprise : objectifs, organisation, documentation, évaluation.</li> <li>• Certification.</li> </ul>					
<b>S9.4.3 – Les démarches d’amélioration et de suivi de la qualité</b>					<i>L’utilisation d’un tableur est suffisante. Outils d’analyse limités à la liste ci-dessous :</i> - les remue-méninges ; - l’acquisition de données (QOQCP) ; - le diagramme causes-effet (5M) ; - les cartes de maîtrise du processus ; - les indicateurs de maîtrise du processus (capabilité court terme et long terme). <i>Outils d’amélioration continue limités à :</i> PDCA ; Kaizen ; Lean Manufacturing. Le traitement des non-conformités.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principes de l’amélioration continue.</li> <li>• Plan d’amélioration de la qualité.</li> <li>• Coût de la qualité et de la non-qualité.</li> </ul>					
<b>S9.4.4 – Les outils de la qualité</b>					<i>L’utilisation d’un tableur est suffisante. Outils d’analyse limités à la liste ci-dessous :</i> - les remue-méninges ; - l’acquisition de données (QOQCP) ; - le diagramme causes-effet (5M) ; - les cartes de maîtrise du processus ; - les indicateurs de maîtrise du processus (capabilité court terme et long terme). <i>Outils d’amélioration continue limités à :</i> PDCA ; Kaizen ; Lean Manufacturing. Le traitement des non-conformités.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Outils et logiciels de traitement et présentation des données.</li> <li>• Tableaux à plusieurs entrées, matrices multicritères.</li> <li>• Outils d’analyse, d’aide à la décision et de résolution de problèmes.</li> <li>• Traitement statistique et graphique.</li> <li>• Outils d’aide à l’amélioration continue de la qualité.</li> </ul>					

**S9.5 – Maintenance préventive**

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opérations préventives et niveaux d'intervention (maintenances systématiques, conditionnelle et prévisionnelle).</li> <li>• Critères de définition des opérations de maintenance préventive (périodicité, moyens, processus opératoire, seuil d'alarme, point de collecte).</li> <li>• Exploitation des données de maintenance préventive (documents associés au plan de maintenance, fiche de suivi).</li> </ul>					

## S10 – SÉCURITÉ, ERGONOMIE ET ENVIRONNEMENT

### S10.1 – Sécurité au travail

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S10.1.1 – Aspects réglementaires et institutionnels</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définitions : sécurité, prévention, accident du travail, maladie professionnelle, maladie à caractère professionnel.</li> <li>• Organismes : <ul style="list-style-type: none"> <li>- assurance maladie, risques professionnels (branche accidents du travail et maladies professionnelles) ;</li> <li>- institut national de recherche et de sécurité (INRS) ;</li> <li>- agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT).</li> </ul> </li> </ul>					
<b>S10.1.2 – Risques professionnels</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définitions.</li> <li>• Principaux risques et conduite à tenir en atelier et sur chantier : <ul style="list-style-type: none"> <li>- risques chimiques ;</li> <li>- risques physiques ;</li> <li>- risques électriques ;</li> <li>- risques mécaniques ;</li> <li>- risques liés à la manutention ;</li> <li>- risques liés aux bruits ;</li> <li>- risques incendie et explosion ;</li> <li>- risque liés aux circulations ;</li> <li>- risques d'exposition au rayonnement.</li> </ul> </li> </ul>					<i>Ces savoirs correspondent à ceux de la préparation au PRAP (Prévention des Risques liés à l'Activité Physique).</i>
<b>S10.1.3 – Prévention</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réglementation : principes généraux de prévention des lois en vigueur.</li> <li>• Décrets et circulaires des directions du travail.</li> <li>• Document unique.</li> <li>• Démarches de prévention : <ul style="list-style-type: none"> <li>- démarche d'analyse des accidents ;</li> <li>- démarche d'analyse de risques ;</li> <li>- démarche ergonomique.</li> </ul> </li> </ul>					<i>Ces savoirs correspondent à ceux de la préparation au PRAP (Prévention des Risques liés à l'Activité Physique).</i>

### S10.2 – Ergonomie des postes de travail

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S10.2.1 – Généralités</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadre légal, réglementation en vigueur.</li> <li>• Consignes générales : espaces libres.</li> <li>• Ergonomie : positions naturelles du corps ; postures forcées.</li> <li>• Effets des changements de posture, activité assis - debout.</li> <li>• Environnement du poste (bruit - climat).</li> <li>• Lumière naturelle - artificielle.</li> </ul>					
<b>S10.2.2 – Étapes de l'analyse ergonomique du poste de travail</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitution des groupes de pilote et de travail.</li> <li>• Analyse ergonomique du poste de travail « agent de service ».</li> <li>• Démarche d'élaboration d'un plan d'action.</li> <li>• Rapport d'intervention.</li> </ul>					<i>Ces savoirs sont à aborder lors d'études de cas extraits de situations industrielles.</i>

<b>S10.3 – Protection de l'environnement</b>					
<b>Savoirs, Connaissances</b> (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				<b>Limites de connaissances</b>
	1	2	3	4	
<b>S10.3.1 – Développement durable</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept, enjeux et valeurs fondamentales associées.</li> <li>• Principes : précaution, prévention, responsabilisation, contribution et solidarité.</li> <li>• Responsabilité sociétale des entreprises (RSE).</li> <li>• Éco-conception, Écolabel, Écoproduit.</li> <li>• Réglementations européenne et française.</li> <li>• Concepts d'une économie circulaire.</li> </ul>					
<b>S10.3.2 – Protection de l'environnement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Institutions et organismes (ADEME, l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, INERIS Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques).</li> <li>• Réglementations.</li> <li>• Risques industriels.</li> <li>• Impact environnemental.</li> <li>• Système de management de l'environnement (SME).</li> <li>• Système de management et d'audit environnemental (EMAS).</li> <li>• Responsabilité sociétale : Norme ISO 26000.</li> </ul>					<i>Les risques industriels sont notamment liés au chapitre S.3.3.6 (codes de construction des appareils à pression : CODAP).</i>
<b>S10.3.3 – Transition énergétique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept, enjeux.</li> <li>• Réglementations européenne et française.</li> <li>• Démarche de réduction de la consommation énergétique (des bâtiments, des machines).</li> <li>• Circuits courts de consommation.</li> </ul>					
<b>S10.3.4 – Gestion des déchets</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nature des déchets.</li> <li>• Précautions liées au stockage, au tri, à la destruction, au recyclage (valorisation, compostage).</li> </ul>					
<b>S10.3.5 – Gestion des produits chimiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réglementation REACH.</li> <li>• Nature des produits chimiques.</li> <li>• Normes d'identification (FDS).</li> <li>• Règles de stockage.</li> </ul>					

## S11 – DÉMARCHES DE MISE EN ŒUVRE DE PROCESSUS

### S11.1 – Cinématiques des procédés et procédés particuliers

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>S11.1.1 – Machines traditionnelles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contextes de production et intérêts (fonctions, performances, domaines d'application).</li> <li>Mise en service, choix des outils et réglages.</li> <li>Démarches d'optimisation technico-économiques des processus mettant en œuvre ces cinématiques.</li> </ul>					<i>En lien avec le chapitre sur les procédés.</i>  <i>Exemples de machines multiaxes :</i> - Cintreuse de tubes, - Plieuse, - Robot, - Cobot, - ...
<b>S11.1.2 – Machines multiaxes et multifonctions</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contextes de production et intérêts des cinématiques multi-axes et multifonctions (fonctions, performances, domaines d'application).</li> <li>Mise en service, choix des outils et réglages.</li> <li>Démarches d'optimisation technico-économiques des processus mettant en œuvre ces cinématiques.</li> </ul>					
<b>S11.1.3 – Performances des machines et optimisation de la production</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Indications fournies par le constructeur, mise en évidence des limites par expérimentation.</li> <li>Outils d'analyse de la valeur liés à un moyen de fabrication.</li> <li>Notion de flux de production d'en-cours et de stockage.</li> </ul>					

### S11.2 – Mode opératoire de soudage

Savoirs, Connaissances (concepts, notions, méthodes)	Niveaux d'acquisition				Limites de connaissances
	1	2	3	4	
<b>Méthodes de mise en œuvre des procédés de soudage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Préparation des éléments.</li> <li>Préparation des générateurs de soudage.</li> <li>Produits de soudage (métal, gaz, flux).</li> <li>Influence des paramètres.</li> </ul>					

## S12 – CULTURE GÉNÉRALE ET EXPRESSION

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

## S13 – LANGUE VIVANTE OBLIGATOIRE – ANGLAIS

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

### 1. Le niveau exigible en fin de formation

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

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

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

### 2. Les contenus

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

#### 2.1. Grammaire

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

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

#### 2.2. Lexique

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

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

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

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

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

#### 2.3. Éléments culturels

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

## 2.4. Objectifs de l'enseignement professionnel en langue vivante étrangère

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

## S14 – MATHÉMATIQUES

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieur « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* » 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 « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* ». 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 en mathématiques est de 1,5 h en classe entière et de 1 h en travaux dirigés auxquelles s'ajoute 0,5 h en classe entière d'enseignement professionnel en mathématiques en co-intervention.

### II - Programme

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

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

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

### III - Programme complémentaire

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

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

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

## S15 – PHYSIQUE – CHIMIE

### ✓ Préambule

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

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 « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* ».

Erreurs et incertitudes	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>Erreurs et notions associées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.).</li> </ul>
<b>Incertitudes et notions associées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreurs.</li> <li>Comparer le poids des différentes sources d'erreurs.</li> <li>Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie.</li> <li>Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure.</li> <li>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.</li> </ul>
<b>Expression et acceptabilité du résultat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture.</li> <li>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.</li> <li>Évaluer la précision relative.</li> <li>Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné.</li> <li>Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence.</li> <li>Faire des propositions pour améliorer la démarche.</li> </ul>

### ✓ 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
<b>La classification périodique.</b>	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.

<b>Édifices (molécules, ions) covalents, géométrie, polarité.</b>	<p>Expliquer le lien entre la représentation de Lewis et la géométrie des molécules simples.</p> <p>Expliquer le lien entre la structure géométrique d'une molécule et l'existence ou non d'un moment dipolaire permanent.</p>
<b>Interaction ionique.</b>	Expliquer la cohésion des cristaux ioniques.
<b>Interaction métallique.</b>	<p>Décrire la liaison métallique comme un empilement d'ions positifs baignant dans un "nuage électronique".</p> <p>Citer les ordres de grandeur des distances caractéristiques.</p>
<b>Interactions de Van der Waals et liaison hydrogène.</b>	<p>Décrire qualitativement les interactions de Van der Waals et la liaison hydrogène.</p> <p>Citer les ordres de grandeur des distances caractéristiques.</p> <p>Comparer les énergies mises en jeu avec celle d'une liaison covalente.</p> <p>Expliquer la relation entre les propriétés physiques de corps purs et l'existence d'interactions de Van der Waals ou de liaisons hydrogène inter ou intramoléculaires.</p>

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

<b>Diagrammes d'équilibre binaires solide – liquide isobares.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- miscibilité totale à l'état solide et l'état liquide ;</li> <li>- miscibilité totale à l'état liquide et nulle à l'état solide : eutectique.</li> </ul> <p>Décrire qualitativement les phénomènes de surfusion, de germination homogène ou hétérogène. Citer des exemples.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier une courbe d'évolution isobare de la température d'un mélange binaire solide-liquide.</i></p>
-------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

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

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C06, C08, C09, C10, C12 et C17

## Partie B : Optique

<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
<b>Spectre électromagnétique.</b>	<p>Identifier sur une échelle de longueurs d'ondes les domaines de la lumière visible, infrarouge et ultraviolette.</p>



	Distinguer les régimes pseudopériodique et apériodique. Caractériser une oscillation forcée par sa fréquence et son amplitude.
<b>Résonance en mécanique.</b>	<i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour déterminer les conditions de la résonance mécanique.</i> 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.
<b>Résonance en électricité.</b>	<i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour déterminer les conditions de la résonance électrique et mettre en évidence la similitude de comportement entre oscillations électriques et mécaniques.</i> Citer quelques applications du phénomène de résonance électrique.

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C06, C07, C08 et C10

## Partie E : Mécanique des fluides

<b>E1. Statique des fluides</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
<b>Pression dans un fluide. Principe fondamental de l'hydrostatique.</b>	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).

<b>E2. Dynamique des fluides incompressibles</b>	
<b>Notions et contenus</b>	<b>Capacités exigibles</b>
<b>Débit massique et débit volumique. Conservation du débit.</b>	Évaluer un débit massique ou volumique. Exploiter la conservation des débits afin de déterminer la vitesse du fluide.
<b>Conservation de l'énergie, théorème de Bernoulli.</b>	Exploiter le théorème de Bernoulli à un écoulement permanent d'un fluide parfait, l'équation de Bernoulli sous forme de hauteurs étant donnée.
<b>Viscosité.  Perte de charge en régime laminaire.</b>	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. <i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental visant à évaluer des pertes de charges régulières et singulières.</i>

Ces savoirs sont associés aux compétences professionnelles :

- C06, C08, C09 et C10

## 4 - Tableau de correspondance entre les savoirs et les compétences

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
<b>S1 – DÉMARCHE DE CONCEPTION ET GESTION DE PROJET</b>																	
S1.1	Ingénierie système et analyse fonctionnelle		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		
S1.4	Développement durable et éco-conception	X			X	X	X	X	X		X	X			X		
<b>S2 – CHAÎNE NUMÉRIQUE</b>																	
S2.1	Concept de « chaîne numérique »	X	X				X		X						X	X	X
S2.2	Simulation numérique					X	X	X	X	X							
S2.3	Outils de conception et de représentation numériques						X										
S2.4	Représentations graphiques dérivées des maquettes numériques	X					X										
S2.5	Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO)	X					X		X			X					
<b>S3 – COMPORTEMENT MÉCANIQUE DES OUVRAGES MÉTALLIQUES</b>																	
S3.1	Modélisation des actions mécaniques				X	X	X										
S3.2	Comportement mécanique des pièces et des systèmes				X	X	X										
S3.3	Résistance des matériaux	X			X	X	X										X
<b>S4 – MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS</b>																	
S4.1	Structure et caractéristiques des matériaux							X		X							
S4.2	Domaine d'utilisation des matériaux et leurs traitements							X		X							
S4.3	Métallurgie du soudage							X		X							
<b>S5 – ETUDE DES OUVRAGES CHAUDRONNES, DE TUYAUTERIE ET DE TÔLERIE</b>																	
S5.1	Solutions constructives	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
S5.2	Tuyauterie	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
<b>S6 – SPÉCIFICATION ET PROCESSUS DE CONTRÔLE</b>																	
S6.1	Spécification des produits						X		X	X		X		X		X	X
S6.2	Les moyens de contrôle								X	X		X		X		X	X
S6.3	Les contrôles en fabrication								X	X	X	X		X		X	
<b>S7 – TECHNOLOGIE DES PROCÉDÉS</b>																	
S7.1	Les procédés de découpage	X					X	X	X	X		X					
S7.2	Les procédés de formage	X					X	X	X	X		X					
S7.3	Les procédés de parachèvement et de finition	X					X	X	X	X		X					
S7.4	Les procédés d'assemblage	X					X	X	X	X		X					
<b>S8 – CONCEPTION DE PROCESSUS DE RÉALISATION</b>																	
S8.1	Procédés d'élaboration du développement d'un élément						X	X	X	X		X					
S8.2	Stratégies					X	X	X	X	X		X					
S8.3	Processus de fabrication							X	X	X		X		X		X	
S8.4	Méthodes d'expérimentation						X		X	X		X					
S8.5	Estimation des coûts des processus						X	X	X	X		X					
<b>S9 – GESTION DE PRODUCTION, QUALITÉ</b>																	
S9.1	Organisation de la production											X	X				
S9.2	Gestion de la production									X							
S9.3	Suivi											X	X				
S9.4	Qualité	X	X	X	X							X			X		
<b>S10 – SÉCURITÉ, ERGONOMIE ET ENVIRONNEMENT</b>																	
S10.1	Sécurité au travail									X				X	X		
S10.2	Ergonomie des postes de travail										X				X		
S10.3	Protection de l'environnement						X				X	X		X			
<b>S11 – DÉMARCHES DE MISE EN ŒUVRE DE PROCESSUS</b>																	
S11.1	Cinématiques des procédés et procédés particuliers	X				X	X	X	X	X			X	X			X
S11.2	Mode opératoire de soudage							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 : ANGLAIS

L'unité U2 "Langue vivante étrangère" du brevet de technicien supérieur « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* » et l'unité de "Langue vivante étrangère" des brevets de technicien supérieur relevant de l'arrêté du 22 juillet 2008 (BOESR n° 32 du 28 août 2008) sont communes sous réserve que les candidats aient choisi l'anglais.

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

Les titulaires de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent faire acte de candidature à une autre de ces spécialités sont, à leur demande, dispensés de subir l'unité U2 : "Langue vivante étrangère : anglais".

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 : anglais" du brevet de technicien supérieur « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* ».

## U 3.1 - MATHÉMATIQUES

L'unité U31. "Mathématiques" du brevet de technicien supérieur « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* » peut être commune à l'unité de Mathématiques d'autres spécialités du brevet de technicien supérieur.

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 « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* ».

## 2 - Définition des unités professionnelles constitutives du diplôme

La définition des unités constitutives du diplôme a pour objet 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 quatre 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
A1 – Participation à la réponse à un appel d’offres	A1-T1		2			3												
	A1-T2				2	1	3									2		
	A1-T3	1		2	2	3			2									
	A1-T4		2		1		3	2	3	2				2				
	A1-T5		2	2	2		3	2	3	2	1			1			1	
A2 – Conception et dimensionnement d’ensembles chaudronnés	A2-T1	2	3		3			1	2									
	A2-T2		2		3		2	3	2		2							
	A2-T3							1			3							
	A2-T4							3	2	2	2							
	A2-T5	2		2				3	2									
	A2-T6			2				3	1									
A3 – Conception des processus de réalisation d’ensembles chaudronnés	A3-T1		2		3				2	3		3		2			3	
	A3-T2										3		2					
	A3-T3	2		2	1					2		2	3	2	2			2
	A3-T4	2		2				3	2	3		3		2			2	
A4 – Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance	A4-T1	1		1	1									2	3	2		3
	A4-T2	2	1											3	3			
	A4-T3	3		3	2					2		2	2	3	3			2
	A4-T4	3		2												3	2	
	A4-T5	2		3														

U4 – Réponse à une affaire						C5	C6		C8									
U5 – Conception d’un ensemble chaudronné et de sa réalisation		C2		C 4				C 7		C9	C 10	C11	C12					C16
U6 – Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance	C1		C3											C13	C14	C15		C17

## **ANNEXE I d – Lexique**

# Lexique

<b>Activités professionnelles</b>	Classe de tâches faisant partie d'un processus de travail : elle génère un résultat identifiable qui fait faire un pas de progrès dans la résolution du problème technique posé. Exemple : conception de la fabrication, gestion de la production.
<b>Affaire (traitement d'une...)</b>	Étude technique et économique relative à la réalisation d'un ensemble ou d'un produit ou d'une pièce à partir du cahier des charges fourni par le client dans un système ou une unité de fabrication donnés.
<b>AMDEC</b>	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité désigne un outil de sûreté de fonctionnement et de gestion de la qualité.
<b>Analyse du cycle de vie (ACV)</b>	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...).
<b>Arbre d'assemblage</b>	Dans le cadre de l'utilisation d'un modeler volumique, l'arbre d'assemblage décrit la liste des pièces qui composent un assemblage. Il permet de visualiser, d'une part, le type de contraintes d'assemblage qui lient les pièces et, d'autre part, les relations entre les dimensions qui paramètrent l'assemblage.
<b>Arbre de construction</b>	Dans le cadre de l'utilisation d'un modeler volumique l'arbre de construction (ou arbre des spécifications) décrit, pour une pièce, la liste des fonctions volumiques associées aux fonctions techniques. Ces fonctions, rassemblées séquentiellement et reliées par des conditions géométriques et topologiques (explicites ou implicites), créent un modèle volumique. L'arbre de construction permet de comprendre comment est bâti le modèle et facilite les modifications.
<b>ASIT</b>	Méthode convergente de créativité issue de la méthode TRIZ. Cette méthode ASIT est constituée : <ul style="list-style-type: none"><li>- de conditions permettant d'orienter les recherches et de filtrer les solutions proposées ;</li><li>- 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).</li></ul>
<b>ASME</b>	Code américain de conception et de calcul sur les chaudières et appareils à pression de l'American Society of Mechanical Engineers.
<b>Assemblage</b>	Dans le cadre d'une fabrication, « assemblage » est l'action d'assembler ou le résultat de cette action. Dans le cadre de l'utilisation d'un modeler volumique, la construction d'une maquette numérique selon le mode hors assemblage (ou mode ascendant) implique la démarche suivante : <ul style="list-style-type: none"><li>- chaque nouvelle pièce est élaborée comme une entité indépendante ;</li><li>- les pièces sont assemblées à l'aide de contraintes d'assemblage.</li></ul>
<b>Assemblage (mode dans l')</b>	Dans le cadre de l'utilisation d'un modeler volumique, la construction d'une maquette numérique selon le mode dans l'assemblage (ou mode descendant) implique que chaque nouvelle pièce soit élaborée en partant d'une géométrie initiale (par exemple esquisse pilotante) ou/et en s'appuyant sur les pièces préalablement dessinées.
<b>Assemblage mécanique et liaison associée</b>	L'assemblage de deux pièces mécaniques peut être modélisé géométriquement, cinématiquement et statiquement. Il est représenté par une liaison mécanique géométriquement parfaite (modèle numérique nominal) et par son modèle « torsorien » associé de transmission des mouvements et des efforts. Il peut alors être considéré comme :

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

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

### **Base de données**

D'une manière générale, il s'agit d'une ressource structurée d'éléments relatifs à un domaine donné (famille de composants, matériaux, fournisseurs, etc.). Ces données sont disponibles sur support informatique résidant dans le bureau d'études, le bureau des méthodes, sur le réseau informatique de l'entreprise ou sur l'Internet.

En CAO, il s'agit, avant tout, d'une bibliothèque d'éléments standards 3D. La bibliothèque est structurée en familles d'éléments. 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, exprimé ou non, par un utilisateur. La notion de besoin permet de préciser les véritables services à rendre et de poser le problème à son plus haut niveau utile d'étude ou de remise en cause.

### **Cahier des charges fonctionnel NF X 50-151**

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

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

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

### **Capabilité d'un procédé**

Aptitude d'un procédé de fabrication (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 est capable de produire pendant une période suffisamment longue, avec un taux théorique de non-conformités inférieur aux exigences internes à l'entreprise ou contractuelles.

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

### **Capacité d'un moyen de fabrication**

Ensemble des caractéristiques d'un moyen de fabrication permettant de définir les cadences et volumes de fabrication.

### **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 numérique**

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

<b>CHSCT</b>	Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.
<b>Cobot</b>	Les cobots tirent leur nom de la contraction de l'expression en anglais « collaborative robots ». Ces robots, dédiés à la manipulation d'objets, ont une particularité : ils travaillent en collaboration avec un opérateur humain dans le même espace sans zone de sécurité, en le délestant des missions les plus ingrates et répétitives. Ils sont également conçus pour anticiper, détecter et prévenir les erreurs de l'utilisateur.
<b>Co-conception (ou co-développement)</b>	Activité d'ingénierie réalisée par deux ou plusieurs entreprises associées entre elles afin de développer un nouveau produit.
<b>CODAP</b>	Code français qui permet de se conformer aux exigences de la Directive Européenne des Équipements sous Pression (Directive 2014/68/CE). CODAP est un acronyme pour Code de Construction des Appareils à Pression non soumis à la flamme.
<b>Compétence</b>	Ensemble de savoirs, savoir-faire et savoir-être organisé en vue de contribuer de façon adaptée à l'accomplissement d'une activité. Dans une situation concrète ou contexte, une compétence se traduit par des actions ou comportements, généralement observables. Les comportements ou/et les résultats de l'action sont mesurables ou évaluable. Exemples : définir des processus de réalisation, planifier une réalisation.
<b>Conception collaborative</b>	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.
<b>Conception détaillée</b>	Description en détail d'une solution dont le principe est donné à l'issue de la phase de 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, MPM 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.
<b>Conception préliminaire</b>	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.
<b>Consommable</b> (NF X60-012 (2006 08))	Article de faible coût et de consommation fréquente.
<b>Contrainte d'assemblage</b>	Dans le cadre de l'utilisation d'un modèleur volumique, l'assemblage de deux pièces distinctes est réalisé en imposant une (ou des) contrainte(s) d'assemblage. Cette contrainte est une relation géométrique (position et/ou orientation), implicite ou explicite, créée entre deux entités géométriques (point, courbe, surface ou volume) appartenant à chacune des pièces.
<b>Cycle de vie</b>	Dans le domaine de la mécanique, le cycle de vie d'un produit est l'ensemble de toutes les phases de l'existence d'un produit, depuis sa naissance jusqu'à sa disparition : conception, réalisation, utilisation, recyclage.
<b>Développement durable</b>	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.

<b>DMOS</b>	Descriptif d'un Mode Opérateur de Soudage est la désignation d'un document qui impose le mode opératoire de réalisation d'une soudure spécifique d'un élément donné. Ce document précise tous les paramètres nécessaires à cette réalisation.
<b>DMOS-P</b>	DMOS préliminaire à la qualification d'un procès-verbal d'un mode opératoire de soudage (PV-QMOS).
<b>DN</b>	Diamètre Nominal selon la norme internationale ISO 6708. C'est une désignation numérique du diamètre qui correspond à la dimension commune à tous les éléments d'une même tuyauterie. C'est un nombre entier utilisé aux fins de référence et qui n'est relié que de manière approximative aux dimensions de fabrication.
<b>Donnée technique</b>	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, fabrication, SAV...).
<b>Dossier de conception détaillée</b> (X 50-106-1)	Résultat de l'étude de conception qui permet de définir dans un dossier de définition l'ensemble des moyens techniques et humains capables de satisfaire les besoins de l'utilisateur et de répondre aux contraintes de l'avant projet sommaire. L'avant-projet détaillé propose de mettre en œuvre des solutions optimisées et validées techniquement et économiquement, en utilisant les moyens propres de réalisation ou de sous-traitance (optimisation technico-économique des solutions techniques retenues, s'appuyant sur les relations produit - matériau - procédé - processus). Il s'exprime sous la forme d'une maquette numérique intégrant les formes et contraintes optimisées de chaque pièce constitutive de l'ensemble qui devient alors le document contractuel le plus important par rapport à l'industrialisation du produit et à son évolution.
<b>Dossier de conception préliminaire</b> (X 50-106-1)	Résultat de l'étude d'avant-projet permettant de dégager les possibilités techniques les mieux adaptées aux besoins. Cette étude s'appuie sur des études préalables (marché, faisabilité...) et aboutit à l'étude d'un avant projet sommaire permettant de définir une ou des solutions d'ensemble exprimées à l'aide de modèles numériques (maquettes numériques), croquis et schémas, maquettes ...
<b>Dossier de définition de produit</b>	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 : <ul style="list-style-type: none"><li>- conception préliminaire de la pièce (privilegiant les surfaces et conditions fonctionnelles) ;</li><li>- conception détaillée à l'issue de la phase d'optimisation de la relation produit, matériau, procédé ;</li><li>- 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).</li></ul> 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.
<b>Dossier de fabrication</b>	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.

<b>Dossier de maintenance</b>	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.
<b>Dossier technique</b>	Terme générique désignant un ensemble de données techniques relatives à une ou plusieurs phases de la vie d'un produit (conception, industrialisation, fabrication, maintenance...). Ce type de dossier comporte des données, des comptes rendus, des analyses spécifiques et des conclusions techniques.
<b>Éco-conception</b>	Méthode de conception d'un produit qui intègre les aspects environnementaux depuis la création du produit jusqu'à son recyclage.
<b>Économie circulaire</b>	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 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- la fabrication et l'offre de biens et de services ;</li> <li>- la consommation au travers de la demande et du comportement du consommateur (économique ou citoyen) ;</li> <li>- la gestion des déchets avec le recours prioritaire au recyclage permettant de boucler la boucle (fermer le cercle).</li> </ul>
<b>Écoproduit</b>	Produit qui génère moins d'impact sur l'environnement tout au long de son cycle de vie (définition ADEME).
<b>ERP</b>	(Enterprise Resource Planning), également appelé PGI (Progiciel de Gestion Intégré), est un système d'information qui permet de gérer et de suivre au quotidien l'ensemble des informations et des services opérationnels d'une entreprise.
<b>Esquisse pilotante</b>	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.
<b>EUROCODE 3</b>	Code européen de calcul des structures en acier
<b>FAST (Function Analysis System Technique)</b>	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 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pourquoi ? : pourquoi une fonction doit-elle être assurée ?</li> <li>- comment ? : comment cette fonction doit-elle être assurée ?</li> <li>- quand ? : quand cette fonction doit-elle être assurée ?</li> </ul>
<b>FDS</b>	Fiche de Données de Sécurité.
<b>Filaire</b>	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.
<b>Fonction technique</b>	<b>Au sens du FAST</b> , 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 fabrication, 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.

**Impact environnemental**

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

**Ingénierie simultanée ou intégrée ou concourante (en anglais concurrent engineering)**

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

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

Ce concept est appelé Ingénierie Simultanée, Ingénierie Concourante ou Développement Intégré.

**Ingénierie système**

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

L'ingénierie des systèmes a pour objectif de contrôler la conception de systèmes dont la complexité ne permet pas le pilotage simple. Par système, on entend un ensemble d'éléments humains ou matériels en interdépendance et qui inter-agissent 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.).

**Internet industriel**

Concept qui permet de lier les systèmes d'information générés par internet et les réseaux numériques issus de la dernière révolution industrielle.

**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.

**Kanban**

Méthode de gestion de production en flux tendu qui consiste à limiter la production d'un poste en amont d'une chaîne de travail aux besoins exacts du poste aval.

**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.

<b>Manuel qualité</b>	Ensemble de documents, issus du plan qualité, et permettant d'appliquer la politique qualité de l'entreprise.
<b>Maquette numérique</b>	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 ...
<b>Modèle d'étude</b>	<p>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...)</p> <p>Ce modèle est élaboré à partir des solutions constructives du système réel en faisant un certain nombre d'hypothèses le plus souvent simplificatrices.</p> <p>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.</p>
<b>Modeleur volumique</b>	<p>Dénomination des progiciels de conception de systèmes mécaniques de dernière génération. Le modeleur volumique est le maillon central d'une chaîne numérique de conception.</p> <p>Ce type de logiciel permet de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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 ;</li> <li>- associer ces pièces selon des contraintes géométriques pour construire le modèle virtuel d'un système mécanique ;</li> <li>- 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 : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ définir une pièce (choix de l'arbre de construction, des esquisses et des critères d'évolution)</li> <li>▪ construire un assemblage (choix des contraintes, constructions dans l'assemblage, paramétrages...)</li> </ul> </li> <li>- 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.</li> </ul> <p>Le modeleur peut être :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- variationnel : toute modification d'une dimension sur le modèle engendre des modifications sur l'ensemble de la pièce et de la structure ;</li> <li>- paramétré : possibilité de déclarer des paramètres gérant des dimensions et des fonctions facilitant la gestion de familles de pièces ;</li> <li>- 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) ;</li> <li>- exact : la représentation volumique des solides est attachée à une définition mathématique exacte ;</li> <li>- 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 ;</li> <li>- surfacique : s'attache à définir la peau de la pièce par un modèle mathématique ou surfaces mathématiques, les opérations portent sur ces surfaces.</li> </ul>
<b>Moyen de production</b>	Ensemble des machines, systèmes, outillages permettant la fabrication de pièces manufacturées.

<b>Outillage ou outillage de réalisation</b>	<p>Ensemble participant la réalisation d'un produit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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 ;</li> <li>- 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 ;</li> <li>- outillage de transformation : moulage (injection plastique (thermoplastique et thermodurcissable) ; fonderie ; thermoformage ; rotomoulage ; compression ; filage ; étirage ; extrusion ; découpe ; emboutissage ; forgeage (estampage et matriçage) ...).</li> </ul>
<b>Paramétrage fonctionnel</b>	<p>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. Implément, ils sont choisis indépendants.</p> <p>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.</p> <p>Dans le cadre de l'utilisation d'un modéleur volumique, deux types de paramétrage sont possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- soit relatif à une esquisse pilotante support de construction de la maquette numérique ;</li> <li>- soit relatif aux esquisses utiles à la définition des entités géométriques d'un modèle volumique.</li> </ul> <p>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.</p>
<b>PERT</b>	<p>Program Evaluation and Review Technique (P.E.R.T) ou technique d'évaluation et de révision de Programme.</p> <p>Cet outil permet de modéliser les tâches d'un projet sous forme de réseaux et de flèches puis de représenter leur indépendance (pas de représentation de notion de durée et de date). Cet outil est plus particulièrement utilisé pour les projets longs.</p>
<b>Pièce</b>	Élément constitutif d'un produit ou d'un outillage.
<b>Plan Qualité</b>	Document spécifiant quelles procédures, modes opératoires et ressources associées doivent être appliquées, par qui et quand, pour un projet, un produit, un processus ou un contrat particulier. (ISO 9000).
<b>PLM</b>	Product Lifecycle Management (littéralement « gestion du cycle de vie des produits ») désigne un cadre organisationnel et un ensemble de concepts, méthodes et outils logiciels dont le but est de créer et de maintenir les produits industriels tout au long de leur cycle de vie, depuis l'établissement du cahier des charges du produit et des services associés jusqu'à la fin de vie, en passant par le maintien en conditions opérationnelles.
<b>PMA</b>	Pression Maximale Admissible est la pression y compris le coup de bélier, à laquelle un composant est capable de résister lorsqu'il y est soumis de façon intermittente en service.
<b>PN</b>	Pression Nominale. C'est une désignation numérique utilisée pour référence, liée aux caractéristiques mécaniques du composant d'une tuyauterie.
<b>Pré-dimensionnement</b>	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.

<b>Principe</b>	<p>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.</p> <p>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.</p>
<b>Procédé (de réalisation)</b>	Technique de réalisation d'une pièce (exemple : moulage par gravité, forgeage, usinage, mécano-soudage).
<b>Procédés de mise en forme</b>	<p>Les procédés de mise en forme regroupent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la déformation plastique des tôles : pliage, emboutissage découpage ...</li> <li>- le moulage en moules permanents et non-permanents</li> <li>- la déformation plastique : laminage, forgeage, estampage, matriçage, extrusion...</li> </ul>
<b>Processus (de fabrication)</b>	Suite continue et ordonnée d'opérations, de phases, d'actions permettant d'obtenir une pièce ou un produit fini.
<b>Product Data Management ou PDM (gestion de données produits ou Système de Gestion Données Techniques SGDT)</b>	<p>Plate-forme de données produits et de procédés industriels commune à toutes les solutions PLM.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 ...</p>
<b>Product Lifecycle Management ou PLM (gestion du cycle de vie du produit)</b>	<p>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.</p> <p>Cette démarche concerne la conception, la fabrication, le stockage, le transport, la vente, le service après-vente, le recyclage...</p> <p>Cette démarche inclue tous les acteurs : collaborateurs de l'entreprise, partenaires, fournisseurs, équipementiers et clients...</p> <p>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).</p>
<b>Produit</b>	Objet manufacturé : pièce ou sous-ensemble ou ensemble destiné à être livré au client ou à être mis sur le marché.
<b>Produit unitaire</b>	<p>Pièce ou sous-ensemble ou ensemble réalisé à un exemplaire (exemple : prototype, outillage ...).</p> <p>Se dit également dans le cas d'une réalisation de quelques exemplaires dans des conditions unitaires (réalisation répétée d'un seul exemplaire).</p>
<b>Projet</b>	<p>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.</p> <p>Outils méthodologiques liés à la conduite de projets : Cycle en V, Spirale, cascade, Agiles, Scrum ...</p>

<b>Prototype</b>	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.
<b>QQOQCCP</b>	Pour « Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ? », est un sigle résumant une méthode empirique de questionnement. Phase préalable de « questionnement systématique et exhaustif » dont la qualité conditionne celle de l'analyse proprement dite, en vue de collecter les données nécessaires et suffisantes pour dresser l'état des lieux et rendre compte d'une situation, d'un problème, d'un processus.
<b>QHSE</b>	Qualité – Hygiène – Sécurité – Environnement
<b>QSE</b>	Qualité – Sécurité – Environnement
<b>Qualité</b>	Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques ou de performances à satisfaire des exigences (ISO 9000 : 2000). Ces exigences ou ces besoins peuvent être exprimés 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.
<b>RCCM</b>	Code français de construction qui définit les Règles de Conception et de Construction des Matériels mécaniques des îlots nucléaires des Réacteurs à Eau Pressurisée.
<b>REACH</b>	enRegistrement Evaluation et Autorisation des produits CHimiques. Règlement de l'union européenne pour mieux protéger la santé humaine et l'environnement contre les risques liés aux substances chimiques, tout en favorisant la compétitivité de l'industrie chimique. Il encourage également des méthodes alternatives pour l'évaluation des dangers liés aux substances afin de réduire le nombre d'essais sur animaux.
<b>Responsabilité sociale des entreprises (RSE)</b>	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.
<b>Revue de projet</b>	Phases de la conception du produit pendant laquelle « l'équipe projet » valide un certain nombre de points d'avancement du dossier de projet industriel. En STS, « l'équipe projet » est composée, des étudiants qui réalisent le projet, des professeurs responsables et du demandeur. On peut distinguer trois revues de projet : <ul style="list-style-type: none"> <li>- la <b>revue critique de spécification</b> qui valide le cahier des charges fonctionnel ;</li> <li>- la <b>revue critique de conception préliminaire</b> qui valide la recherche de solutions et les avant-projets ;</li> <li>- la <b>revue critique de conception générale et détaillée</b> qui valide la conception générale du produit ainsi que sa définition au regard du cahier des charges.</li> </ul>
<b>Robustesse (d'une maquette numérique)</b>	La robustesse d'une maquette numérique est sa capacité à ne pas être altérée par une modification des données ou des paramètres choisis.
<b>Savoirs associés aux compétences</b>	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.
<b>Savoir-faire</b>	Habilité manifestée dans une situation professionnelle définie. C'est l'ensemble des gestes, des méthodes les mieux adaptées à la tâche proposée. Le <b>savoir-faire</b> est <b>d'ordre manipulateur</b> lorsqu'il est du domaine de l'action, de la manipulation. Ex : agir, connecter, démonter ou remonter, démarrer, mesurer (relever la mesure).

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

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

<b>Schedule</b>	Désignation numérique américaine d'épaisseur d'un tube.
<b>Solution constructive</b>	<p>Proposition concrète et réaliste dont la fabrication est possible. Elle permet de répondre, en partie, à une ou plusieurs fonctions de service dans un mécanisme.</p> <p>Les solutions constructives peuvent être classées en grandes familles répondant à des objectifs donnés (transformer un mouvement, réaliser un guidage en rotation, assurer une étanchéité...). Elles peuvent associer des éléments standardisés, préfabriqués et optimisés, des éléments spécifiques au problème donné, définis et réalisés pour la circonstance ou par des éléments adaptatifs, préfabriqués mais possédant des capacités d'adaptation au cahier des charges.</p>
<b>Spécification géométrique</b>	C'est une indication qui caractérise la zone de tolérance relative à l'acceptabilité d'une forme ou au positionnement relatif d'une surface par rapport à une autre.
<b>Squelette géométrique d'une pièce</b>	Corps de la pièce défini en modélisation filaire (ne contenant que des points, segments ou courbes) sur lequel va s'appuyer la géométrie des corps de pièces adjacentes.
<b>Standard d'entreprise</b>	Ensemble de documents reprenant les données capitalisées par une entreprise.
<b>SysML (Systems Modeling Language)</b>	Langage de modélisation des systèmes permettant la spécification, l'analyse, la conception. Associé à d'autres outils, il permet la vérification et la validation de ces systèmes et de leurs sous-systèmes.
<b>Système</b>	Ensemble d'éléments en interaction dynamique et organisés en fonction d'un but.
<b>Système de Management de l'Environnement (SME)</b>	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.
<b>Systémique (Approche ...)</b>	L'approche systémique, à l'inverse et en complément de l'approche analytique, considère la globalité d'un système dans toute sa complexité et sa dynamique. Lorsqu'une approche analytique se focalise sur le comportement des éléments, l'approche systémique se focalise sur leurs interactions. Ces approches sont donc éminemment complémentaires. Enfin, une approche systémique peut être mobilisée tant pour l'analyse des écosystèmes naturels que pour celle des systèmes humains.
<b>Tâches professionnelles</b>	<p>Ensemble d'opérations élémentaires mises en œuvre pour réaliser le travail prescrit.</p> <p>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.</p> <p>Exemple : analyse critique de solutions, réalisation des dessins de définition de produits finis, cotés, tolérancés.</p>
<b>Traçabilité</b>	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.
<b>TRIZ</b>	Développée à la fin du XX <sup>ème</sup> 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.

***Vie du produit et cycle de vie***

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

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

## **ANNEXE II – Stage en milieu professionnel**

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

- un stage de découverte ;
- un stage métier.

## 1. Objectifs du stage de découverte

Le premier stage situé chronologiquement lors du premier semestre de la première année (il pourra se dérouler en partie sur des vacances scolaires), d'une durée de deux semaines, est proposé exclusivement aux étudiants possédant un baccalauréat général ou technologique pour 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 « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* ». 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 « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* ».

## 2. Objectifs du stage métier

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

### Contexte professionnel

Fonctions : elles correspondent à la catégorie technicien supérieur.

Localisation : le stagiaire pourra participer aux activités du bureau d'études, du bureau des méthodes et de la fabrication **dans une entreprise de la filière**. Il devra être présent en atelier en phases de préparation, réalisation, montage, 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 :

- s'intégrer dans un environnement professionnel, assurer une veille et capitaliser l'expérience ;
- formuler et transmettre des informations, communiquer sous forme écrite et orale y compris en anglais ;
- planifier une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance) ;
- lancer et suivre une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance) ;
- appliquer un plan qualité, de sécurité et de respect de l'environnement ;
- mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble chaudronné.

## 3. Organisation des stages

### 3.1 Voie scolaire

#### 3.1.1. Réglementation relative aux stages en milieu professionnel

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

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

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

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

Chaque convention de stage doit notamment préciser :

- les modalités de couverture en matière d'accident du travail et de responsabilité civile ;
- les objectifs et les modalités de formation (durée, calendrier) ;
- les modalités de suivi du stagiaire par les professeurs de l'équipe pédagogique responsable de la formation et de l'étudiant.

### 3.1.2. Mise en place et suivi des stages

Chaque stage s'effectue au sein d'une entreprise de la filière chaudronnerie. 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 l'épreuve "**Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance**" (Unité U6). 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 l'épreuve "**Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance**" (Unité U6). 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'appréciation du travail réalisé en entreprise. Cette fiche d'appréciation avec le rapport de stage est le seul document qui sera communiqué à la commission d'interrogation de l'épreuve "**Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance**" (Unité U6). Elle sera relative à l'autonomie et à la responsabilité 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 "**Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance**" (Unité U6) 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 « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* » 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**.

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 et réalisation en chaudronnerie industrielle en qualité de salarié à temps plein pendant six mois au cours de l'année précédant l'examen ou à temps partiel pendant un an au cours des deux années précédant l'examen. Les activités effectuées doivent être en cohérence avec les exigences du référentiel du BTS « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* ».

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 quatre 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

BTS Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle		Horaire de 1 <sup>ère</sup> année			Horaire de 2 <sup>ème</sup> année		
		Semaine	a + b + c <sup>(2)</sup>	Année <sup>(3)</sup>	Semaine	a + b + c <sup>(2)</sup>	Année <sup>(3)</sup>
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		20,5	5,5 <sup>(4)</sup> + 0 + 15	615	20,5	5,5 <sup>(4)</sup> + 0 + 15	738
Détail EP	Enseignement professionnel STI	4 + 0 + 15			4 + 0 + 15		
	EP en langue vivante étrangère en co intervention	1 <sup>(5)</sup> + 0 + 0			1 <sup>(5)</sup> + 0 + 0		
	Mathématiques et EP en co intervention	0,5 <sup>(6)</sup> + 0 + 0			0,5 <sup>(6)</sup> + 0 + 0		
6. Accompagnement personnalisé		1,5 <sup>(9)</sup>	0 + 0 + 1,5 <sup>(7)</sup>	45	1,5 <sup>(9)</sup>	0 + 0 + 1,5 <sup>(8)</sup>	54
<b>Total</b>		<b>31,5 h</b>	<b>11 + 3 + 17,5</b>	<b>945<sup>(1)</sup> h</b>	<b>31,5 h</b>	<b>10 + 4 + 17,5</b>	<b>1134 h</b>
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 h d'enseignements professionnels STI et généraux associés en co-intervention.

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

(6) : Pris en charge par deux enseignants STI et mathématiques (0,5 h 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 (1,5 h) 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 (1,5 h) 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

<b>BTS Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle</b>  <b>ÉPREUVES</b>			<b>Candidats</b>				
			<b>Scolaires</b> (établissements publics ou privés sous contrat), <b>Apprentis</b> (CFA ou sections d'apprentissage habilités), <b>Formation professionnelle continue</b> (établissements publics habilités).	<b>Formation professionnelle continue</b> (établissements publics habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS).	<b>Scolaires</b> (établissements privés hors contrat), <b>Apprentis</b> (CFA ou sections d'apprentissage non habilités), <b>Formation professionnelle continue</b> (établissements non habilités) <b>Au titre de leur expérience professionnelle</b> <b>Enseignement à distance.</b>		
Nature des épreuves	Unités	Coef.	Forme	Durée	Forme	Forme	Durée
<b>E1 – Culture générale et expression</b>	<b>U1</b>	3	Ponctuelle écrite	4 h	CCF 3 situations	Ponctuelle écrite	4 h
<b>E2 – Langue vivante étrangère : anglais (1)</b>	<b>U2</b>	2	CCF 2 situations		CCF 2 situations	Ponctuelle orale	Compréhension 30 min Expression 15 min
<b>E3 – Mathématiques et Physique – Chimie</b>							
Sous-épreuve : Mathématiques	<b>U31</b>	2	CCF 2 situations		CCF 2 situations	Ponctuelle écrite	2 h
Sous-épreuve : Physique - Chimie	<b>U32</b>	2	CCF 1 situation		CCF 1 situation	ponctuelle pratique	2 h
<b>E4 – Réponse à une affaire</b>	<b>U4</b>	6	CCF 1 situation		Ponctuelle pratique	Ponctuelle pratique	6 h
<b>E5 – Conception d'un ensemble chaudronné et de sa réalisation</b>	<b>U5</b>	8	Ponctuelle orale	45 min	CCF 1 situation	Ponctuelle orale	45 min
<b>E6 – Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance</b>	<b>U6</b>	4	Ponctuelle orale	30 min	CCF 1 situation	Ponctuelle orale	30 min

<b>EF1 – Langue vivante facultative (2) (3)</b>	<b>UF1</b>		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 l'épreuve "**Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance**" (Unité U6).

(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 U1) – 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 16 novembre 2006)

### 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 16 novembre 2006)

#### 2.2 - Contrôle en cours de formation

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

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

- a) Objectif général : Évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit.
- b) Compétences à évaluer :
  - Respecter les contraintes de la langue écrite ;
  - Synthétiser des informations : fidélité à la signification des documents, exactitude et précision dans leur compréhension et leur mise en relation, pertinence des choix opérés en fonction du problème posé et de la problématique, cohérence de la production (classement et enchaînement des éléments, équilibre des parties, densité du propos, efficacité du message).
- c) Exemple de situation :  
Réalisation d'une synthèse de documents à partir de 2 à 3 documents de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, documents iconographiques, tableaux statistiques, etc.) dont chacun est daté et situé dans son contexte. Ces documents font référence au deuxième thème du programme de la deuxième année de STS.

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

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

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

c) Exemple de situation :

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

**Troisième situation d'évaluation :**

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

b) Compétences à évaluer :

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

c) Exemple de situation :

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

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

## 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 l'épreuve "**Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance**" (Unité U6), au cours de la deuxième année (durée indicative 5 + 10 minutes).

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

Cette épreuve prend appui sur trois documents en langue anglaise, d'une page chacun, qui illustrent le thème du stage ou de l'activité professionnelle et annexés au rapport : un document technique et deux extraits de la presse écrite ou de sites d'information scientifique ou généraliste. Le premier est en lien direct avec le contenu technique ou scientifique du stage (ou de l'activité professionnelle), les deux autres fournissent une perspective complémentaire sur le sujet. Il peut s'agir d'articles de vulgarisation technologique ou scientifique, de commentaires ou témoignages sur le champ d'activité, ou de tout autre texte qui induisent une réflexion sur le domaine professionnel concerné, à partir d'une source ou d'un contexte anglophone. Les documents iconographiques ne représenteront au plus qu'un tiers de la page.

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

du niveau B2 du CECRL pour la production orale en continu).

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

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

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

## **2.2. Forme ponctuelle.**

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

1. **Compréhension de l'oral** : 30 minutes sans préparation

Modalités : Cf. Première situation d'évaluation du CCF ci-dessus.

2. **Expression orale en continu et en interaction** : 15 minutes.

Modalités : Cf. Deuxième situation d'évaluation du CCF ci-dessus.

<b>Épreuve E3 – Mathématiques et Physique – Chimie</b> <b>Unité U31 – Mathématiques</b> <b>(Coefficient 2)</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 1. Finalités et objectifs

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

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

## 2. Contenu de l'évaluation

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

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

## 3. Formes de l'évaluation

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

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

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

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

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

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

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

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

### Première situation d'évaluation

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

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

### Deuxième situation d'évaluation

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

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

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

### 3.2 - Forme ponctuelle

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

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

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

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

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

**1. L'évaluation par contrôle en cours de formation** (durée indicative : 2 heures)

**Principe**

Le contrôle en cours de formation a pour objectif d'évaluer le candidat 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.

Le candidat est évalué sur les six compétences suivantes :

- **s'approprier** : le candidat s'approprié la problématique du travail à effectuer et l'environnement matériel à l'aide d'une documentation ;
- **analyser** : le candidat 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** : le candidat met en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité ;
- **valider** : le candidat 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** : le candidat explique ses choix et rend compte de ses résultats sous forme écrite et orale ;
- **être autonome et faire preuve d'initiative** : le candidat 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 le candidat 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)
<b>S'approprier</b>	Sujet contextualisé, c'est-à-dire fondé sur un système ou sur une problématique.  Des documentations diverses concernant l'objet de l'étude et le matériel scientifique doivent être fournies en volume raisonnable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- énoncer une problématique à caractère scientifique ou technologique.</li> <li>- définir des objectifs qualitatifs ou quantitatifs.</li> <li>- rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation.</li> </ul>
<b>Analyser</b>	Le sujet doit permettre une diversité des approches expérimentales et le matériel à disposition doit être suffisamment varié pour offrir plusieurs possibilités au candidat. Les documentations techniques sont mises à disposition.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- formuler une hypothèse.</li> <li>- évaluer l'ordre de grandeur des grandeurs physico-chimiques impliquées et de leurs variations.</li> <li>- proposer une stratégie pour répondre à la problématique.</li> <li>- proposer une modélisation.</li> <li>- choisir, concevoir ou justifier un protocole ou un dispositif expérimental.</li> </ul>
<b>Réaliser</b>	Le sujet doit permettre à l'examineur d'observer la maîtrise globale de certaines opérations techniques et l'attitude appropriée du candidat dans l'environnement du laboratoire.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- évoluer avec aisance dans l'environnement du laboratoire.</li> <li>- respecter les règles de sécurité.</li> <li>- organiser son poste de travail.</li> <li>- utiliser le matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée.</li> <li>- exécuter un protocole.</li> <li>- effectuer des mesures et évaluer les incertitudes associées.</li> </ul>

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

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, le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative. Lors des appels, l'examineur peut conforter le candidat dans ses choix ou lui apporter une aide adaptée de manière à évaluer les compétences mobilisées par le sujet, même quand le candidat 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 « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* ». 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 « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* ».

L'épreuve ponctuelle est organisée par un établissement public proposant le BTS « *Conception et réalisation en chaudronnerie industrielle* ».

### 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 le candidat de chacune des compétences évaluées dans le sujet.**

**Niveau A** : le candidat 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, le candidat sait tirer profit de l'intervention de l'examineur pour apporter une réponse par lui-même.

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

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

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

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

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

En tout état de cause, lorsqu'une erreur ou une difficulté du candidat est constatée :

- l'examineur 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, l'examineur donne un ou plusieurs éléments de solution ;
- si cela est encore insuffisant, l'examineur donne, sans l'expliquer, la solution qui va permettre la poursuite de la sous-épreuve.

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

<b>Épreuve E4 – Réponse à une affaire</b> <b>Unité U4</b> <b>(Coefficient 6)</b>
----------------------------------------------------------------------------------------

## 1. Objectif de l'épreuve

Cette épreuve permet de valider tout ou partie des compétences :

- **C5** – Élaborer et/ou participer à l'élaboration d'un cahier des charges ;
- **C6** – Prédéterminer les éléments de tout ou partie d'un ensemble chaudronné ;
- **C8** – Choisir et spécifier des technologies et des moyens de réalisation.

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

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

## 2. Contenu de l'épreuve

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

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 un cahier des charges initial d'ouvrage ou de produit et/ou reformuler un besoin.
- **A1-T2** : Participer à la prise en compte de l'environnement de l'étude ;
- **A1-T3** : Élaborer tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel (éventuellement sur site) en collaboration avec un chef de projet ou un chargé d'affaires ;
- **A1-T4** : Étudier la faisabilité technique, humaine et organisationnelle d'un projet ;
- **A1-T5** : Fournir les éléments techniques permettant d'établir un devis estimatif et les argumenter.

## 3. Formes de l'évaluation

### 3.1 - Contrôle en cours de formation

#### *Une situation d'évaluation (durée indicative de 6 heures)*

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.

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

#### *Epreuve pratique d'une durée de 6 heures*

L'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, l'enseignant peut valablement exercer sa tâche d'évaluation.

<b>Épreuve E5 – Conception d'un ensemble chaudronné et de sa réalisation</b> <b>Unité U5</b> <b>(Coefficient 8)</b>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 1. Objectif de l'épreuve

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

- **C2** - Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance ;
- **C4** - S'impliquer dans un groupe projet et argumenter des choix techniques ;
- **C7** - Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble chaudronné ;
- **C9** - Élaborer des processus de réalisation ;
- **C10** - Définir et mettre en œuvre des essais réels et/ou simulés ; préparer la qualification d'un mode opératoire de soudage ;
- **C11** - Définir et organiser les environnements de travail ;
- **C12** - Proposer des améliorations technico-économiques et environnementales d'un processus de réalisation ;
- **C16** - Définir un protocole de contrôle.

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

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

## 2. Contenu de l'épreuve

Le dossier-sujet est un dossier technique numérique relatif à un projet réel, industriel de réalisation d'un ou plusieurs ensembles chaudronnés.

Pour cette épreuve E5, les candidats seront placés en situation de réaliser tout ou partie des tâches relatives aux activités :

- **A2-T1** : Consulter des bases de données techniques, recenser les contraintes de fabrication et de logistique, classer et analyser la documentation réunie ;
- **A2-T2** : Dimensionner puis choisir les composants standards, participer au dimensionnement des éléments fabriqués ;
- **A2-T3** : Exploiter des simulations du comportement de tout ou partie d'un ensemble à partir d'un modèle numérique 3D et d'outils informatiques métiers pour valider ou non une solution ;
- **A2-T4** : Élaborer une maquette numérique 3D structurée, robuste et évolutive de l'étude ;
- **A2-T5** : Élaborer le dossier technique de définition de l'ouvrage ou du produit ;
- **A2-T6** : Élaborer, à partir du modèle numérique définitif, des représentations graphiques dérivées (notices de fonctionnement, images, vidéos de rendus réalistes, éclatés...) ;
- **A3-T1** : Concevoir et décrire un processus de réalisation et de contrôle ;
- **A3-T2** : Valider tout ou partie du processus par la simulation et/ou l'expérimentation ;
- **A3-T3** : Proposer des améliorations du processus en termes de coûts, qualité et délais ;
- **A3-T4** : Élaborer le dossier d'industrialisation.

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

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

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

non conforme, la mention « non valide » est portée à l'épreuve.

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

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

### 3. Formes de l'évaluation

#### 3.1 - Forme ponctuelle

##### *Épreuve orale d'une durée de 45 minutes*

Le questionnement de l'évaluation est relatif aux problèmes techniques réels abordés dans le cadre d'un projet d'une durée de 120 heures réparties sur une période maximale de 15 semaines consécutives au sein de l'établissement de formation.

L'évaluation comporte deux parties.

- **Partie 1** : le travail réalisé pendant la phase de projet fait l'objet d'une évaluation par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels et permet de valider tout ou partie des compétences **C2, C4, C7 et C9**. Elle compte pour moitié de la note finale ;
- **Partie 2** : une soutenance orale d'une durée de 45 min (20 min maxi de présentation, 25 min maxi d'entretien) devant une commission d'interrogation permet de valider tout ou partie des compétences **C10, C11, C12 et C16**. Cette soutenance se déroule dans une salle équipée de moyens de communication numérique. Le candidat présente, à sa convenance, le travail réalisé durant la phase projet. Cette partie compte pour moitié de la note finale.

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

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

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

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

- l'ensemble des documents remis au candidat pour mener le travail demandé ;
- une fiche contenant l'ensemble des moyens mis à la disposition du candidat ;
- les documents matériels et numériques remis par le candidat à l'issue de cette évaluation ;
- la fiche d'évaluation du travail réalisé renseignée pour les compétences **C2, C4, C7 et C9**.

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

**Pour les candidats individuels** l'épreuve a les mêmes objectifs d'évaluation des compétences **C2, C4, C7, C9, C10, C11, C12 et C16**. Pour ces candidats l'épreuve se déroule dans un centre d'examen. Le dossier-sujet, fourni au candidat 8 semaines avant la date de remise des dossiers numériques réalisés par les candidats, fixée par la circulaire d'organisation de l'examen (voir paragraphe 2. Contenu de l'épreuve), comporte des fichiers informatiques dont le format est imposé par l'autorité académique.

#### 3.2 - Contrôle en cours de formation

##### *Une situation d'évaluation (durée indicative de 45 minutes)*

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, C4, C7, C9, C10, C11, C12 et C16**.

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

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

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

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

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

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

**Épreuve E6 – Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance**  
**Unité U6**  
**(Coefficient 4)**

## 1. Objectif de l'épreuve

Cette 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 ;
- **C13** - Planifier une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance) ;
- **C14** - Lancer et suivre une réalisation (une fabrication, une installation, une maintenance) ;
- **C15** - Appliquer un plan qualité, de sécurité et de respect de l'environnement ;
- **C17** - Mettre au point et qualifier tout ou partie d'un ensemble chaudronné.

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

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

## 2. Contenu de l'épreuve

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

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

- **A4-T1** : Initier les activités de réalisation, d'installation et de maintenance sur chantier ;
- **A4-T2** : Gérer le planning des activités ;
- **A4-T3** : Organiser et gérer des moyens matériels et humains ;
- **A4-T4** : Appliquer les processus de traçabilité (gestion des modifications, archivage) d'une affaire ;
- **A4-T5** : Formuler et transmettre une information technique de façon écrite et orale en français et en anglais.

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

Il y consigne, en particulier :

- le compte-rendu succinct de ses activités en développant les aspects relatifs aux tâches définies ci-dessus ;
- l'analyse des situations observées, des problèmes abordés, des solutions et des démarches adoptées pour y répondre ;
- un bilan des acquis d'ordre technique, économique, organisationnel ;
- dans les annexes, trois documents en langue anglaise d'une page chacun (voir la définition de l'épreuve E2 (Unité 2)).

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

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

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

- absence de dépôt du dossier réalisé par le candidat ;

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

### 3. Formes de l'évaluation

#### 3.3 - Forme ponctuelle

##### ***Epreuve orale d'une durée de 30 minutes***

La commission d'interrogation est constituée de :

- un professeur (ou formateur) de la spécialité ;
- un professeur (ou formateur) d'anglais ;
- un professionnel pouvant avantageusement être le tuteur en entreprise du candidat.

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

Remarque : cette épreuve E6 peut avantageusement être jumelée avec l'épreuve E2 d'anglais.

La période choisie pour l'évaluation se situe pendant le dernier semestre de la formation.

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 l'épreuve, conduisent un entretien avec le candidat pour approfondir certains points abordés dans le rapport et dans l'exposé (durée maximale : 15 minutes).

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

#### 3.4 - Contrôle en cours de formation

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

L'épreuve se déroule selon les mêmes modalités que celles de l'épreuve ponctuelle.

L'évaluation est organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques et professionnels.

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

- Le rapport numérique d'activités ;
- 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.

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.

<p style="text-align: center;"><b>Épreuve EF1 – Langue vivante facultative</b> <b>Unité UF1</b></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

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

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

## **ANNEXE VI – Tableau de correspondance entre épreuves**

Ce tableau s'applique au maximum 5 ans à compter de la 1<sup>ère</sup> session d'examen du nouveau diplôme pour l'utilisation des notes (cf. D.643-15 al. 2 et D.643-23 al. 3) ou des unités validées (cf. R.335-9 al. 2) et sans limite de temps pour les dispenses (dont celles au titre d'une attestation de bloc de compétences détenue depuis 5 ans et plus).

<b>BTS CRCI</b> Créé par arrêté du 9 avril 2009 Dernière session 2019		<b>BTS CRCI</b> Créé par le présent arrêté Première session 2020	
<b>Épreuves ou sous-épreuves</b>	<b>Unités</b>	<b>Épreuves ou sous-épreuves</b>	<b>Unités</b>
<b>E1</b> Culture générale et expression	<b>U1</b>	<b>E1</b> Culture générale et expression	<b>U1</b>
<b>E2</b> Anglais	<b>U2</b>	<b>E2</b> Langue vivante étrangère : Anglais	<b>U2</b>
<b>E31</b> Mathématiques	<b>U31</b>	<b>E31</b> Mathématiques	<b>U31</b>
<b>E32</b> Sciences physiques et chimiques appliquées	<b>U32</b>	<b>E32</b> Physique – Chimie	<b>U32</b>
<b>E41</b> Dimensionnement et vérification d'ouvrages <sup>1</sup>	<b>U41</b>	<b>E4</b> Réponse à une affaire <sup>1</sup>	<b>U4</b>
<b>E6</b> Conduite technique et économique d'une réalisation <sup>1</sup>	<b>U6</b>		
<b>E42</b> Conception d'ouvrages chaudronnés <sup>2</sup>	<b>U42</b>	<b>E5</b> Conception d'un ensemble chaudronné et de sa réalisation <sup>2</sup>	<b>U5</b>
<b>E43</b> Conception de processus et préparation du travail <sup>2</sup>	<b>U43</b>		
<b>E51</b> Étude technique de fabrication d'un ouvrage <sup>2</sup>	<b>U51</b>		
<b>E44</b> Mise en œuvre d'une production <sup>3</sup>	<b>U44</b>	<b>E6</b> Organisation et suivi de la réalisation, préfabrication, installation et de la maintenance <sup>3</sup>	<b>U6</b>
<b>E52</b> Etude de cas en milieu industriel <sup>3</sup>	<b>U52</b>		
<b>EF1</b> Langue vivante facultative	<b>UF1</b>	<b>EF1</b> Langue vivante facultative	<b>UF1</b>

**Remarques :**

1. Dès lors qu'elle est égale ou supérieure à 10 sur 20, la note attribuée à l'unité U4 du nouveau diplôme est égale à la moyenne pondérée des notes obtenues aux unités U41 (coef. 3) et U6 (coef. 3) de l'ancien diplôme. Si ces deux unités de l'ancien diplôme ont été validées dans le cadre de la validation des acquis de l'expérience, l'unité U4 est validée.
2. Dès lors qu'elle est égale ou supérieure à 10 sur 20, la note attribuée à l'unité U5 du nouveau diplôme est égale à la moyenne pondérée des notes obtenues aux unités U42 (coef. 3), U43 (coef.3) et U51 (coef. 3) de l'ancien diplôme. Si ces trois unités de l'ancien diplôme ont été validées dans le cadre de la validation des acquis de l'expérience, l'unité U5 est validée.
3. Dès lors qu'elle est égale ou supérieure à 10 sur 20, la note attribuée à l'unité U6 du nouveau diplôme est égale à la moyenne pondérée des notes obtenues aux unités U44 (coef 3) et U52 (coef 2) de l'ancien diplôme. Si ces deux unités de l'ancien diplôme ont été validées dans le cadre de la validation des acquis de l'expérience, l'unité U6 est validée.