

**REFERENTIEL DU CCPM**  
**Certificat de Compétences Professionnelles de la Métallurgie**  
**« Conception d'une pièce en fabrication additive »**

**1. Référentiel de compétences**

La fabrication additive regroupe l'ensemble des procédés permettant de fabriquer des pièces, non plus à partir d'un bloc de matériau, mais à partir de matière première sous forme de poudre, de liquide, de pâte, de feuilles ou de filament. Elle sera transformée (liée, solidifiée, agglomérée ou fusionnée) sélectivement au cours du processus de fabrication, couche après couche, en suivant un modèle numérique pour créer la pièce tout en élaborant le matériau.

Le processus complet comprend la conception de la pièce, la préparation de la machine, sa configuration, puis la fabrication de la pièce, et enfin son post-traitement.

Le titulaire de la certification a pour mission d'assurer la conception et l'optimisation d'une pièce en fabrication additive :

Une étude est réalisée en concertation avec le donneur d'ordre, le service bureau d'études, le service méthodes. Une analyse d'un cahier des charges ou l'étude d'un modèle d'une pièce physique ou d'un modèle numérique 3D détermine le choix des matériaux et le type de technologie de fabrication additive. Le concepteur doit connaître les différentes possibilités des différentes technologies de Fabrication Additive, répertoriées en 7 familles de procédés.

Les technologies de la Fabrication Additive mettent en œuvre différents matériaux (métal, polymères, résines, sables...) sous différentes formes (poudres, fils...) et utilisent différents procédés comme par exemple : FDM : dépôt de fil fondu, SLA : stéréolithographie laser, DLP : stéréolithographie lumière, SLM : fusion de poudre métallique, SLS : Frittage de poudre plastique, LMD : projection de poudre métallique en fusion, Binder Jetting : projection de liant sur lit de poudre ou sable, WAAM : soudage robotisé multi passes.

Des logiciels de visualisation 3D sont utilisés pour étudier les modélisations numériques. Des bases de données recensant les différents matériaux et les différents procédés de fabrication additive sont utilisées. Le compte rendu de l'étude de faisabilité est réalisé conformément au cahier des charges. Les choix de la matière et de la technologie de fabrication sont argumentés du point de vue technique et économique.

Les données numériques de la pièce sont collectées afin d'obtenir un modèle 3D. Une pré-étude permet de proposer plusieurs possibilités de conception. Une étude approfondie de la solution choisie permet de réaliser une première modélisation. A l'aide d'un logiciel de modélisation, le concepteur définit le modèle 3D qui contient toutes les informations nécessaires pour concevoir et construire la structure, notamment : la géométrie et les cotes ; les profils et sections ; les types de joint ; le matériau utilisé. Le modèle 3D peut être créé à l'aide d'un logiciel de modélisation 3D, généré à partir d'un scanner 3D ou téléchargé sur un site web de partage de fichiers 3D.

Les stratégies de fabrication sont définies en tenant compte des contraintes techniques imposées par les caractéristiques des matériaux et des procédés.

Le concepteur va préparer la phase de fabrication en déterminant la position, le nombre et l'orientation de la pièce ou des pièces qui seront fabriquées sur la machine. La stratégie de supportage (si nécessaire) est mise en place.

Après la modélisation 3D de la pièce, le concepteur prépare la phase de tranchage et utilise alors un logiciel appelé "Slicer" qui découpe en tranches le fichier numérique et fournit à la machine les informations nécessaires pour réaliser l'impression (positionnement de la pièce, épaisseur de couche, quantité de matière à déposer, vitesse de l'extrudeur, vitesse de déplacement de la buse chauffante et vitesse du plateau, densité du remplissage des objets pleins ...).

La pièce est définie par un ensemble d'épaisseurs de couches, la quantité de matière, la vitesse d'impression etc.

Généralement les informations sont écrites dans un langage appelé G-Code, qui permet de piloter les machines-outils à commande numérique et les imprimantes 3D.

Le concepteur doit proposer des solutions en s'assurant que les stratégies de fabrication qu'il a choisies respectent les règles de la Fabrication Additive et que le fichier d'échange qu'il a réalisé respecte des contraintes technologiques, dimensionnelles et géométriques de la machine de fabrication additive.

Le concepteur fournit à l'opérateur en fabrication additive le fichier numérique permettant de réaliser la production.

Les compétences nécessaires à l'exercice de la mission sont :

**Compétence 1 : Réaliser l'étude de faisabilité d'une production en fabrication additive**

*Etablir un compte rendu de l'étude de faisabilité conformément au cahier des charges afin d'assurer la viabilité du projet avant de lancer sa phase de conception.  
Choisir la matière et la technologie de fabrication additive à partir des bases de données recensant les différents matériaux et les différents procédés de fabrication additive à disposition afin de mettre en œuvre les matériaux et les procédés les plus pertinents pour répondre au cahier des charges.*

**Compétence 2 : Concevoir et optimiser la pièce pour une production en fabrication additive**

*Modéliser et optimiser la pièce à partir des logiciels de modélisation 3D, de scanners 3D et/ou de logiciels de simulation et d'optimisation afin de concevoir une pièce répondant aux exigences du client.*

*Mettre en œuvre les règles de conception liées à la fabrication additive afin d'assurer la bonne fabrication de la pièce.*

*Editer un fichier numérique exploitable à partir des logiciels de modélisation 3D permettant de définir la stratégie de fabrication.*

**Compétence 3 : Définir la stratégie de fabrication**

*Définir la stratégie de fabrication en respectant les règles de la fabrication additive afin d'assurer une production optimisée dans les limites des contraintes techniques imposées par les caractéristiques des matériaux et des procédés.*

*Positionner et orienter les pièces en tenant compte des contraintes technico économiques afin d'optimiser la production des pièces.*

*Créer la stratégie de supportage des pièces en tenant compte des impacts sur le post traitement afin d'assurer le bon maintien des pièces lors de leur production.*

*Réaliser et transmettre le fichier d'échange en respectant des contraintes technologiques, dimensionnelles et géométriques afin de pouvoir effectuer la production.*

## 2. REFERENTIEL D’EVALUATION

### Critères d’Evaluation

#### Critères mesurables et observables et résultats attendus

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères observables et mesurables	Résultats attendus
1. Réaliser l'étude de faisabilité d'une production en fabrication additive	<p>À partir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Du cahier des charges ou d'un modèle</li> <li>- De logiciels de visualisation 3D</li> <li>- Des bases de données recensant les différents matériaux et les différents procédés de fabrication additive à disposition</li> <li>- Des différentes technologies de la fabrication additive (fils, poudre, polymère...)</li> </ul>	<p><b><u>En termes de méthodes utilisées :</u></b></p> <p>L'analyse d'un cahier des charges ou l'étude d'un modèle d'une pièce physique ou d'un modèle numérique 3D détermine le choix des matériaux et le type de technologie de fabrication additive.</p>	<p>Le compte rendu de l'étude de faisabilité est réalisé conformément au cahier des charges.</p> <p>Les choix de la matière et de la technologie de fabrication sont argumentés du point de vue technique et économique.</p>
		<p><b><u>En termes de moyens utilisés :</u></b></p> <p>Des logiciels de visualisation 3D sont utilisés pour étudier les modélisations numériques.</p> <p>Des bases de données recensant les différents matériaux et les différents procédés de fabrication additive à disposition.</p> <p>Les caractéristiques techniques des moyens de production en fabrication additive sont prises en compte.</p>	
		<p><b><u>En termes de liens professionnels / relationnel :</u></b></p> <p>Les services bureau d'étude, ou méthode, ou fabrication et/ou les fournisseurs sont sollicités pour obtenir des informations techniques, réglementaires ou économiques.</p> <p>Le cas échéant, les ingénieurs calculs, spécialistes matériaux, chef de projet ou chargés d'affaires sont sollicités pour vérifier les hypothèses et résultats selon la complexité de l'étude.</p>	
		<p><b><u>Selon quelles contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></b></p> <p>Les dispositifs et instructions de sécurité et environnement liés à l'activité sont identifiées et pris en compte.</p>	

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères observables et mesurables	Résultats attendus
<p>2. Concevoir et optimiser la pièce pour une production en fabrication additive</p>	<p><b>À partir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compte rendu étude de faisabilité</li> <li>- Du cahier des charges ou d'un modèle</li> <li>- De logiciels de modélisation 3D et de scanners 3D</li> <li>- Des différentes technologies de la fabrication additive (fils, poudre, polymère...)</li> </ul>	<p><b><u>En termes de méthodes utilisées :</u></b></p> <p>Les données numériques de la pièce sont collectées si besoin (fichiers DAO fournis, nuage de points par scanner de la pièce).</p> <p>Une pré-étude permet de proposer plusieurs possibilités de conception.</p> <p>Une étude approfondie de la solution choisie permet de réaliser une première modélisation.</p> <p>Une analyse de la résistance mécanique permet l'optimisation de la modélisation.</p> <p>La conception est validée et adaptée en tenant compte des contraintes imposée par la technologie de fabrication additive.</p> <p><b><u>En termes de moyens utilisés :</u></b></p> <p>Des logiciels de modélisation 3D et de logiciels de simulation et d'optimisation sont utilisés suivant le procédé retenu.</p> <p>Des scanners 3D et/ou palpeurs 3D sont utilisés, si besoin, pour effectuer la rétro conception de la pièce.</p> <p><b><u>En termes de liens professionnels / relationnel :</u></b></p> <p>La conception est réalisée en concertation avec le donneur d'ordre.</p> <p>Le cas échéant, le service bureau d'études ou le service méthodes sont concertés.</p> <p><b><u>Selon quelles contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></b></p> <p>Les règles de confidentialités sont respectées conformément au souhait du donneur d'ordre.</p>	<p>La modélisation et l'optimisation de la pièce sont réalisées et validées par le donneur d'ordre (client externe ou interne).</p> <p>Les règles de conception liées à la fabrication additive sont respectées.</p> <p>Le fichier numérique est exploitable pour la fabrication.</p>

Compétences professionnelles	Conditions de réalisation	Critères observables et mesurables	Résultats attendus
<p>3. Définir la stratégie de fabrication</p>	<p><b>À partir :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des informations sur les caractéristiques des matériaux et des procédés</li> <li>- Des informations sur les contraintes technico économiques</li> <li>- D'un modèle numérique 3D</li> <li>- D'un logiciel de préparation</li> <li>- Des bases de données recensant les différents matériaux et les différents procédés de fabrication additive</li> <li>- Des différentes technologies de la fabrication additive (fils, poudre, polymère...)</li> </ul>	<p><b><u>En termes de méthodes utilisées :</u></b></p> <p>Les stratégies de fabrication sont définies en tenant compte des contraintes techniques imposées par les caractéristiques des matériaux et des procédés.</p> <p>La position, le nombre et l'orientation de la pièce ou des pièces sont définies en fonction des contraintes technico économiques.</p> <p>La stratégie de supportage (si nécessaire) est mise en place.</p> <p>Le fichier d'échange avec la machine (programme, fichier.STL, paramètres de fabrication) est édité</p>	<p>Les stratégies de fabrication respectent les règles de la fabrication additive.</p> <p>La position, l'orientation et les supports des pièces sont détaillés du point de vue technico économique.</p> <p>Le fichier d'échange est réalisé avec le respect des contraintes technologiques, dimensionnelles et géométriques et transmis au système de production.</p>
		<p><b><u>En termes de moyens utilisés :</u></b></p> <p>La préparation de la production est réalisée à partir du modèle numérique 3D.</p> <p>Un logiciel de préparation (slicer) est mis en œuvre.</p> <p>Des bases de données recensant les différents matériaux et les différents procédés de fabrication additive sont utilisées.</p> <p>Les contraintes liées à la technologie du procédé employé (positionnement, orientation, support...) sont identifiées.</p>	
		<p><b><u>En termes de liens professionnels / relationnel :</u></b></p> <p>La préparation de la production est réalisée en concertation avec le donneur d'ordre.</p> <p>Le cas échéant, le service bureau d'études ou le service méthodes sont concertés.</p>	
		<p><b><u>Selon quelles contraintes liées au milieu et environnement de travail :</u></b></p> <p>Les contraintes environnementales liées à la technologie du procédé employé sont identifiées et prises en compte.</p>	

### 3. Modalités d'évaluation

Les compétences professionnelles mentionnées dans le référentiel de certification sont évaluées par la commission d'évaluation à l'aide des critères mesurables, observables et les résultats attendus précisés dans le référentiel de certification.

#### COMMISSION D'ÉVALUATION

La commission d'évaluation est composée de plusieurs membres qualifiés ayant une expérience professionnelle leur permettant d'évaluer la maîtrise des compétences professionnelles du candidat identifiées dans le référentiel de la certification professionnelle sélectionnée.

Les différentes modalités d'évaluation sont les suivantes :

#### ÉVALUATION EN SITUATION PROFESSIONNELLE RÉELLE.

L'évaluation des compétences professionnelles s'effectue dans le cadre d'activités professionnelles réelles réalisées en entreprise ou en centre de formation habilité, ou tout autre lieu adapté. Celle-ci s'appuie sur :

1. une observation en situation de travail.
2. des questionnements avec apport d'éléments de preuve sur les activités professionnelles réalisées en entreprise par le candidat.

#### PRÉSENTATION DES PROJETS OU ACTIVITÉS RÉALISÉS EN MILIEU PROFESSIONNEL.

Le candidat transmet un rapport à l'UIMM territoriale centre de certification, dans les délais et conditions préalablement fixés, afin de montrer que les compétences professionnelles à évaluer selon cette modalité ont bien été mises en œuvre en entreprise à l'occasion d'un ou plusieurs projets ou activités.

La présentation de ces projets ou activités devant une commission d'évaluation permettra au candidat de démontrer que les exigences du référentiel de certification sont satisfaites.

### 4. Conditions d'admissibilité

Les CCPM, sont attribués aux candidats<sup>1</sup> par le jury paritaire de délibération sous le contrôle du groupe technique paritaire « Certifications », à l'issue des actions d'évaluation, et dès lors que toutes les compétences professionnelles ont été acquises et validées par le jury paritaire de délibération.

---

<sup>1</sup> Le terme générique « candidat » est utilisé pour désigner un candidat ou une candidate.