



## DOSSIER PROJET 2021 PUNCHY

### IDENTIFICATION DU PROJET

<b>Numéro du projet (sera fourni par UNIT) :</b>
<b>Nom du projet (2 lignes maxi) :</b> Technologie d'Assemblage des Thermoplastiques par lasEr (TABLETTE)
<b>Discipline :</b> Physiques appliquées
<b>Etablissement partenaire porteur :</b> IMT Lille Douai <b>Adresse complète (pour envoi des conventions) :</b> Douai Campus, 941 rue Charles Bourseul - CS 10838 59508 Douai Cedex France <b>Nom du chef d'établissement (signataire de la convention) :</b> Alain Schmidt <b>Titre (Président, Directeur, ...) :</b> Directeur
<b>Prénom et nom du chef de projet :</b> André Chateau AKUE ASSEKO <b>Fonction :</b> Enseignant-Chercheur <b>Adresse complète :</b> Bât. Composites, Centre de Recherche de l'IMT Lille Douai, 764 boulevard Lahure- 59500 Douai – France <b>Mél. :</b> <a href="mailto:andre.akue.asseko@imt-lille-douai.fr">andre.akue.asseko@imt-lille-douai.fr</a> <b>Tél. :</b> +33 6 27 75 41 23

### COMMUNAUTE ET PUBLICS IMPLIQUES

Liste des établissements, coordonnées des personnes d'ores et déjà impliqués dans la conception/réalisation du projet. L'accord de trois établissements membres d'UNIT n'est pas obligatoire mais pourrait montrer la volonté de mutualiser :

#### *Partenaires*

##### **IMT Lille Douai :**

- André Chateau AKUE ASSEKO (Porteur, Maitre-Assistant IMT Lille Douai) – [andre.akue.asseko@imt-lille-douai.fr](mailto:andre.akue.asseko@imt-lille-douai.fr)
- Benoît COSSON (Maitre-Assistant IMT Lille Douai) – [benoit.cosson@imt-lille-douai.fr](mailto:benoit.cosson@imt-lille-douai.fr)

##### **ENIT de Tarbes :**

France Chabert (Maître de conférences ENIT de Tarbes) – [f.chabert@enit.fr](mailto:f.chabert@enit.fr)

Christian Garnier (Maître de conférences ENIT de Tarbes) – [christian.garnier@enit.fr](mailto:christian.garnier@enit.fr)

##### **IMT Albi-Carmaux :**

Fabrice Schmidt (Professeur IMT Mines Albi Carmaux) – [fabrice.schmidt@mines-albi.fr](mailto:fabrice.schmidt@mines-albi.fr)

## Utilisateurs cibles et liste des établissements s'engageant déjà dans l'utilisation des livrables :

**Cibles :** Ecole d'ingénieurs (formation initiale, formation en alternance), Universités, IUT, Classes préparatoires, grand public.

**Liste d'établissement engagés dans l'utilisation des livrables :** IMT Lille Douai, ENIT de Tarbes et IMT Mines Albi Carmaux

## PROJET PEDAGOGIQUE

**Contexte et objectifs :** *expérience des auteurs et de l'établissement dans le domaine, nombre d'étudiants inscrits au cursus*

### Objectifs

Le projet **TABLETTE** se propose de développer une banque de ressources numériques (cours **e-learning**, travaux pratiques **virtuels**), sur la base du cours « Technologie d'assemblage des thermoplastiques par laser », initialement dispensé en présentiel dans le parcours d'ingénieur généraliste de l'IMT Lille Douai (200 étudiants en 2020-2021, 340 projetés en 2021-2022). Les modules de cours e-learning développés permettront aux étudiants d'acquérir les bases solides sur les thermoplastiques, les technologies d'assemblages existantes et sur la technologie d'assemblage par laser des thermoplastiques. Les travaux pratiques virtuels donneront la possibilité aux étudiants de réaliser des **expériences** à distance en toute autonomie. Cette approche pédagogique innovante rentre particulièrement en résonance avec la période actuelle : l'enseignement expérimental (travaux pratiques) se conçoit encore quasi exclusivement en présentiel, reste trop peu compatible avec l'enseignement à distance, et en est retrouvé impacté par la pandémie. Les expériences seront de deux types :

- Des **expériences numériques** créées pour démontrer, guider et tester les connaissances des étudiants dans une **procédure logicielle**. L'étudiant en autonomie, puis chez lui de manière asynchrone, devra réaliser les étapes de la procédure de simulation numérique de l'assemblage par laser des pièces thermoplastiques avec des instructions à chaque étape. Une version d'essai (2 mois) du logiciel de simulation numérique « COMSOL Multiphysics® » sera ainsi mise à leur disposition. De plus, les étudiants pourront travailler avec l'interface de simulation spécialisée fournie (**application personnalisée**), simple à utiliser sans aucune formation préalable. Il leur suffira de modifier les données d'entrée de simulation laser pour visualiser les résultats et observer les conséquences de leur choix physique. Cette méthode d'apprentissage par la simulation favorise une meilleure compréhension de la physique et sert d'introduction à l'utilisation de logiciels de simulation plus avancés.
- Des **expériences physiques** créées sous forme de **vidéos pédagogiques interactives** dans le but de montrer d'une part aux étudiants le fonctionnement d'une machine de soudage laser et d'autre part la réalisation de cordons de soudure entre deux pièces thermoplastiques. De plus, des **scénarios d'embranchement** ou Branching scénarios seront créés à l'aide des résultats d'expériences (images micrographiques de cordons de soudures et essais mécaniques des pièces soudées) obtenus en modifiant les paramètres principaux de la soudeuse laser (vitesse et puissance) dans le but d'évaluer la capacité des étudiants à prendre la bonne décision (choix des bons paramètres dont vitesse et puissance pour obtenir un cordon de soudure parfait), et d'expérimenter une apprentissage expérimental à distance.

## **Contexte et ambition**

La situation exceptionnelle du confinement causée par la pandémie du covid-19 a introduit un changement important dans les comportements de formation. Avec l'interdiction du présentiel, le tout numérique s'est imposé par défaut. Et l'état a joué un rôle d'influenceur en renforçant le dispositif du fonds national de l'emploi (FNE), formation qui finance les formations tout distanciel pendant le confinement. C'est ainsi toute la logistique de la production de la filière numérique qu'il faut penser et repenser : le choix technologique, le choix pédagogique et la pratique qu'il faut mettre en place pour acquérir les connaissances et les compétences nécessaires à un tel projet. En lien avec la stratégie de L'IMT Lille Douai (transition numérique), et au vue du contexte actuel, le CERI Matériaux et Procédés (MP) de l'IMT Lille-Douai a lancé à cet effet un stage de 4 mois démarré en février 2021 sur la conception des modules e-learning en lien avec ses activités de recherche et d'enseignement.

Le CERI MP, dans le cadre du projet TABLETTE et avec ses partenaires (IMT Mines Albi Carmaux et ENIT de Tarbes) dans le domaine de l'assemblage par laser des pièces thermoplastiques et composites (thèse de doctorat de A.C. Akué Asséko, 2014 en co-direction Mines Douai - TPCIM / Mines Albi - ICAA et deux stages de master en 2019 en collaboration entre IMT Lille Douai – CERI MP / ENIT Tarbes - LGP) [1-2], souhaite, développer en commun des ressources numériques pédagogiques sur l'assemblage des pièces thermoplastiques par laser à destination des élèves de 1<sup>ère</sup> année du parcours d'ingénieur généraliste (L3) des trois établissements. L'ensemble de des micro-contenus (MC) sera disponible sur les plateformes numériques de l'IMT Lille Douai et des partenaires (ENIT Tarbes, IMT Albi Carmaux) et librement disponible sur Internet, pour tous usages.

## **Bibliographie:**

- [1] F. Chabert, C. Garnier, J. Sangleboeuf, A.C. Akué Asséko, B. Cosson. *Transmission laser welding of polyamides: Effect of process parameters on the material properties and interfacial strength, 1st International Conference on Advanced Joining Processes - AJP2019, Ponta Delgada, Azores, Portugal, 25-29 Octobre 2019*
- [2] F. Chabert, C. Garnier, J. Sangleboeuf, A.C. Akué Asséko, B. Cosson. *Transmission laser welding of polyamides: effect of process parameters and material properties on the weld strength, 23rd International Conference on Material Forming - ESAFORM 2020, Cottbus, Germany, 4-6 May, 2020*

**Désignation du cursus où la ressource s'intègre :** Dans un premier temps, la ressource s'intégrera au parcours ingénieur généraliste à l'IMT Lille Douai (rentrée 2021) et dans le futur à l'ENIT Tarbes, à l'IMT Mines Albi Carmaux et en licence 3 SPI (Sciences pour l'Ingénieur) dans d'autres établissements.

**Année dans le cursus :** Etudiants de L3 dans un premier temps (possibilité extension M1-M2)

- L3 : Technologie d'assemblage des thermoplastiques par laser

**Nom de la ressource :** Micro-TABLETTE

**Titre du projet :** Technologie d'assemblage des thermoplastiques par laser

## **Bref résumé du module :**

Le but du module d'enseignement numérique développé est de fournir aux étudiants de niveau L3 les bases de la mise en œuvre de la technologie de soudage par laser des thermoplastiques. C'est un procédé d'assemblage qui est de plus en plus utilisés dans l'industrie, notamment dans le domaine de l'emballage alimentaire, l'industrie aéronautique ou automobile. Les plastiques renforcés ou structures composites deviennent de plus en plus populaires comme substituts légers de matériaux métalliques. Ce module d'enseignement permettra également aux étudiants

de découvrir une solution technologique innovante permettant une réduction de l'impact environnemental ceci en prenant en compte les spécificités des nouveaux matériaux thermoplastiques et des procédés d'assemblages réversibles.

Cet enseignement comprend à la fois une partie théorique sous la forme de contenus e-learning et de travaux pratiques virtuels proposant des expériences numériques et physiques.

**Eventuellement : liste des micros-contenus proposés :**

Les contenus numériques pédagogiques produits seront divisés en plusieurs micro-contenus (**Tableau 1** ci-dessous) :

Liste des micros-contenus (MC)	Intitulés des micros-contenus
MC <sub>1</sub>	Base sur le comportement thermomécanique des matériaux
MC <sub>2</sub>	Présentation des technologies d'assemblage des thermoplastiques
MC <sub>3</sub>	Base théorique sur le soudage par laser des thermoplastiques et thermoplastiques chargés (composites)
MC <sub>4</sub>	Fonctionnement d'une soudeuse laser
MC <sub>5</sub>	Simulation des scénarios d'expériences numérique (simulation numérique du procédé de soudage de pièces thermoplastiques)
MC <sub>6</sub>	Simulation des scénarios d'expériences physique virtuelle (réalisation de soudage de pièces thermoplastiques)
MC <sub>7</sub>	Analyse micrographique des cordons de soudure réalisés
MC <sub>8</sub>	Analyse mécanique de la tenue des assemblages soudés

*Tableau 1 : Liste des micros-contenus proposés*

**Livrables et résultats attendus :** livrables matériels et/ou immatériels, nombre de micro-contenus, volume horaire apprenant,

**Livrables**

Au terme du projet TABLETTE, les réalisations sont ainsi attendues :

- **8 micro-contenus** comprenant le cours théorique sous forme de module e-learning (<30 min),
- Des **vidéos interactives** (<30 min) des travaux pratiques virtuels pour permettre à chaque étudiant d'expérimenter, puis d'analyser des données de simulation et d'expériences.
- Une banque de données d'expériences physiques (**images micrographiques des interfaces de soudage, données de caractérisation microstructurale des interfaces**).
- **Une application personnalisée** de simulation avec COMSOL Multiphysics®.

NB : les contenus peuvent être proposés en français avec sous-titres en anglais.

**Volume horaire apprenant** (Heure-équivalent-présentiel et/ou ECTS) :

Les ressources numériques développées correspondent à **30 heures d'équivalent présentiel**.

**Choix pédagogiques permettant de faciliter l'appropriation et l'utilisation par des enseignants autres que leurs auteurs :** type de contenu, vidéo, interactif, simulateur, quizz.

Les micro-contenus qui seront créés seront sous plusieurs formats de contenus (**Tableau 2** ci-dessous) :

Liste des micro-contenus (MC)	Choix pédagogiques
MC <sub>1</sub>	Présentation avec voix off, vidéo, animations et quizz
MC <sub>2</sub>	Présentation avec voix off, vidéo interactive et quizz
MC <sub>3</sub>	Présentation avec voix off, vidéo interactive et quizz
MC <sub>4</sub>	Présentation avec voix off, vidéo de démonstration interactive, quizz
MC <sub>5</sub>	Simulation logicielle et quizz
MC <sub>6</sub>	Vidéo interactive et quizz
MC <sub>7</sub>	Vidéo de démonstration interactive et quizz
MC <sub>8</sub>	Présentation avec voix off, vidéo de démonstration interactive, quizz

*Tableau 2 : Choix pédagogiques liés aux micro-contenus*

## RESSOURCES PROJET

### Moyens humains, techniques et organisationnels mis en œuvre :

Le projet TABLETTE qui se déroulera sur 12 mois fédère une équipe pluridisciplinaire regroupant plusieurs personnels (scientifiques et techniques) ayant des compétences complémentaires (**Tableau 3**).

### Moyens humains :

Partenaire	Nom	Prénom	Emploi actuel	Rôle et responsabilités dans les micro-contenus	Implication sur la durée du projet
IMT Lille Douai – CERI MP	AKUE ASSEKO	André Chateau	Enseignant-Chercheur	Coordinateur du projet. Encadrement du stagiaire et doctorante. Responsable MC <sub>2</sub> , MC <sub>3</sub> , MC <sub>4</sub> et MC <sub>7</sub>	2.25 mois
	COSSON	Benoît	Enseignant-Chercheur	Encadrement du stagiaire et doctorante. Co-responsable MC <sub>3</sub> , et responsable MC <sub>5</sub> , et MC <sub>6</sub>	2 mois
	SION	Frédéric	Technicien multimédia	Contributeur MC <sub>1</sub> , MC <sub>2</sub> , MC <sub>3</sub> , MC <sub>4</sub> , MC <sub>6</sub> et MC <sub>7</sub>	0.75 mois
	GIULIANA	Christophe	Ingénieur pédagogique	Contributeur MC <sub>1</sub> , MC <sub>2</sub> , MC <sub>3</sub> , MC <sub>4</sub> , MC <sub>5</sub> , MC <sub>6</sub> , MC <sub>7</sub> et MC <sub>8</sub>	0.75 mois
	JAABEEN	Rowshni	Doctorante	Contributeur MC <sub>1</sub> , MC <sub>2</sub> , MC <sub>3</sub> , MC <sub>4</sub> , MC <sub>5</sub> , MC <sub>6</sub> , MC <sub>7</sub> et MC <sub>8</sub>	0.75 mois
	ALFARY MOHAMED	Bilan	Stagiaire recruté sous financement interne (15/02/2021-14/05/2021)	Contributeur MC <sub>1</sub> , MC <sub>2</sub> , MC <sub>3</sub> , MC <sub>4</sub> , MC <sub>5</sub> , MC <sub>6</sub> , MC <sub>7</sub> et MC <sub>8</sub>	4 mois

<i>IMT Mines Albi Carnaux</i>	<i>SCHMIDT</i>	<i>Fabrice</i>	<i>Enseignant- Chercheur (Professeur)</i>	<i>Contributeur MC<sub>3</sub> et MC<sub>7</sub></i>	<i>0.5 mois</i>
<i>ENIT de Tarbes</i>	<i>CHABERT</i>	<i>France</i>	<i>Enseignant- Chercheur</i>	<i>Co-responsable MC<sub>1</sub> et MC<sub>8</sub></i>	<i>0.5 mois</i>
	<i>GARNIER</i>	<i>Christian</i>	<i>Enseignant- Chercheur</i>	<i>Co-responsable MC<sub>1</sub> et MC<sub>8</sub></i>	<i>0.5 mois</i>

**Tableau 3 : Récapitulatif des personnes impliquées dans le projet (durée : 12 mois)**

Le **Tableau 4** ci-dessous recense les moyens mis en œuvre dans le cadre du projet ainsi que le coût associé.

**Moyens demandés :**

<b>Types</b>	<b>Désignation</b>	<b>Coût (k€)</b>	<b>Justification PUNCHY</b>
<i>Moyens matériels</i>	1 licence Articulate 360 (abonnement Teams 12 mois)	1.5	Logiciel auteur pour la création des modules pédagogiques e-learning interactifs
	Reflex numérique (boîtier + objectifs+ batteries)	4	1 caméra digital et objectifs pour la réalisation des vidéos
	Accessoires pour captation vidéo et son (sac, trépied, micro, cartes sd, disque dur stabilisateur)	3.5	Accessoires dédiés à la captation vidéo et son pour la réalisation micro-contenus
	1 Ordinateur portable	2.5	Acquisition de vidéos et pour la réalisation des micro-contenus
	1 Kit éclairage portatif	1	Eclairage des scènes lors de la captation vidéo
	1 Tablette	1	Contrôle et gestion de la caméra digitale à distance lors des captations vidéo
<i>Frais de déplacements</i>	Déplacement 2 personnes de 2 jours à ENIT Tarbes (1 billet d'avion (A/R), 2 jours hôtel, billet de train et restauration)	1.5	Déplacements de AC. AKUE ASSEKO et B. COSSON chez le partenaire (ENIT de Tarbes) pour la captation des contenus MC <sub>1</sub> et MC <sub>8</sub>

Le montant total demandé à UNIT est de **15 k€**, avec un personnel permanent non financés par l'UNIT de 8 h.mois.

**Tableau 4 : Moyens demandés pour la réalisation du projet**

**Organisation :**

Le projet est structuré en 8 tâches correspondantes aux 8 MCs. La distribution globale de l'effort et la méthodologie adoptée sont synthétisées sur la **Figure 1**.

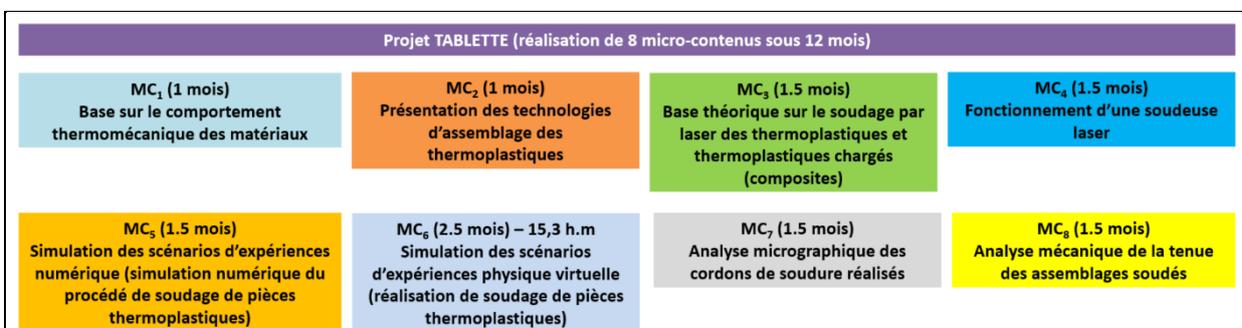


Figure 1 : Organigramme du projet TABLETTE avec distribution de l'effort entre les tâches

La planification (GANTT) des tâches est décrite dans la Figure 2.

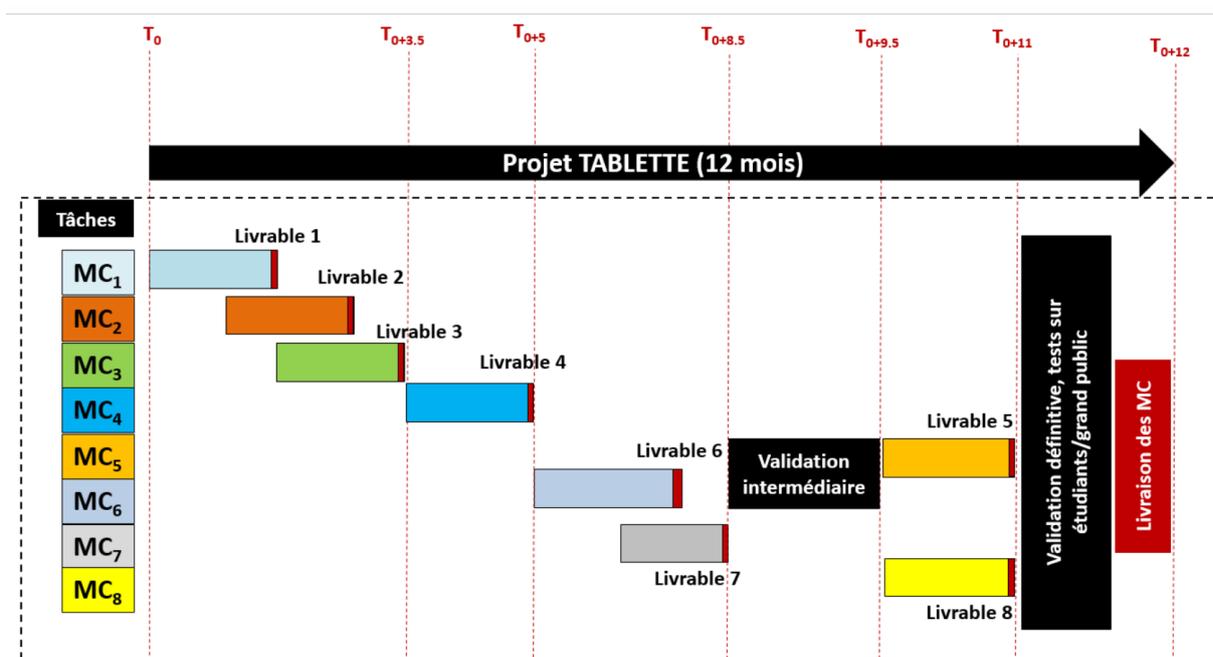


Figure 2 : Diagramme de Gantt : Déroulement du projet TABLETTE

Participation souhaitée d'ingénieur pédagogique UNIT ? : **Non**

Estimation budgétaire du coût du projet en € TTC : au total, financement demandé à UNIT

Le montant total demandé à UNIT est de **15 k€ TTC**.